

**PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL TAHUB KE-3, *CALL FOR PAPER*, DAN PAMERAN HASIL  
PENELITIAN & PENGABDIAN MASYARAKAT KEMENRISTEKDIKTI RI**

**PERAN SENTRAL DESA MENUJU KEMANDIRIAN EKONOMI, PENINGKATAN  
PRODUKTIFITAS RAKYAT, DAYA SAING BANGSA UNTUK MEMPERKOKOH  
NEGARA KESATUAN REPUBLIK INDONESIA**

**YOGYAKARTA, 10-11 OKTOBER 2017**

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
YOGYAKARTA  
2017**

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL TAHUN KE-3  
DAN CALL FOR PAPER**

**PERAN SENTRAL DESA MENUJU KEMANDIRIAN EKONOMI, PENINGKATAN  
PRODUKTIFITAS RAKYAT, DAYA SAING BANGSA UNTUK MEMPERKOKOH  
NEGARA KESATUAN REPUBLIK INDONESIA**

Cetakan Tahun 2017

Katalog Dalam Terbitan (KDT):

Prosiding Seminar Nasional dan *Call For Paper*  
Peran Sentral Desa Menuju Kemandirian Ekonomi, Peningkatan Produktifitas Rakyat, Daya  
Saing Bangsa Untuk Memperkokoh Negara Kesatuan Republik Indonesia  
LPPM UPNVY

246 ,hlm;21x29.7cm.

## **LPPM UPNVY PRESS**

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
Kapuslitbang LPPM UPNVY  
Rektorat Lantai 4, LPPM, Puslitbang  
Jln. SWK 104 (Lingkar Utara) Ring Road, Condong Catur, Yogyakarta 55283  
Telpon (0274) 486733, ext 154  
Fax. (0274) 486400

**www.lppm.upnyk.ac.id**  
**Email: puslitbang.upn@gmail.com**

**Penata Letak** : 1. Sri Utami  
2. Nanik Susanti  
3. Yasa Pramudita Dyan Mardika

**Desain Sampul** : Zuhdan Nurul Fajri

**Distributor Tunggal**  
LPPM UPNVYRektorat Lantai 4, LPPM, Puslitbang  
Jln. SWK 104 (Lingkar Utara) Ring Road, Condong Catur, Yogyakarta 55283  
Telpon (0274) 486733, ext 154  
Fax. (0274) 486400

**Hak Cipta dilindungi Undang-undang.**

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari penerbit.

**DAFTAR REVIEWER**  
**SEMINAR NASIONAL TAHUN KE-3, CALL PAPER, DAN PAMERAN HASIL**  
**PENELITIAN & PENGABDIAN MASYARAKAT KEMENRISTEK DIKTI RI**  
**10-11 OKTOBER 2017**  
**LPPM UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”**  
**YOGYAKARTA**

1. Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K, M.Sc. (UPNVY)
2. Eko Putro Sandojo BSEE, MBA  
(Menteri Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi Indonesia)
3. Dr. Hasto Wardoyo, M.Si (Bupati Kulonprogo)
4. Dr. Suprajarto. (DIRUTBRI)
5. Prof. Dr. Didit Welly Udjiyanto, M.S. (UPNVY)
6. Prof. Dr. Arief Subyantoro, M.S. (UPNVY)
7. Prof. Dr. Karna Wijaya (UGM)
8. Prof. Dr. Ahmad Fauzi (UII)
9. Dr. Ratna Candra Sari, M. Si, Akt (UNY)
10. Dr. Edi Kurniadi (UNS)
11. Dr. M. Irhas Effendi M.Si (UPNVY)
12. Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto,MT. (UPNVY)
13. Dr. Sri Suryaningsum, S.E., M.Si., Ak (UPNVY)
14. Dr. Ardhito Bhinadi, M.Si. (UPNVY)
15. Dr. Hendro Wijanarko, SE, M.M (UPNVY)
16. Dr.Mahreni (UPNVY)
17. Dr. Awang Hendrianto Pratomo, M.T (UPNVY)
18. Dr. Ir. Suranto, M.T (UPNVY)
19. Dr. Ir. Mofit Eko Purwanto , M.P (UPNVY)
20. Dr. Puji Lestari (UPNVY)
21. Dr. Machya Astuti Dewi (UPNVY)
22. Dr. Meilan Sugianto (UPNVY)

## **PRAKATA REKTOR**

## **PRAKATA KETUA LPPM**



## DAFTAR ISI

DAFTAR REVIEWER	iii
PRAKATA REKTOR	iv
PRAKATA KETUA LPPM	v
DAFTAR ISI	vi
EKSAK	ix
Induksi Tunas Pisang Abaka Secara <i>In Vitro</i> Dengan Menggunakan Bap Dan Thiamin <b>Rina Srilestari dan Ari Wijayani</b>	1
Rancang Bangun <i>Startup Software</i> Pasar Ikan <b>Mangaras Yanu F dan Dessyanto Boedi P</b>	7
Induksi Tunas Krisan Secara <i>In Vitro</i> Dengan Menggunakan Bap Dan Macam Eksplan <b>Ari Wijayani, Rina Srilestari dan Bambang Supriyanta</b>	13
Nanopartikel Kitosan Untuk Peningkatan Adsorpsi Zat Warna <i>Methyl Orange</i> <b>RR Endang Sulistyawati, Tunjung Wahyu Widayati, Lingga Cahya Putranto, Bagus Heri Purnomo dan Fajar Rizqy Widyawan</b>	18
Parameter Kualitas Batubara Peringkat Rendah Lapisan Wara Formasi Warukin Kalimantan Selatan <b>Sudaryanto dan Edy Nursanto</b>	24
Control Of Geology Structure On Geometry Aquifer Of Groundwater In “Non-Groundwater Basin” Area In Gedangsari, Gunungkidul, Diy <b>Bambang Prastistho, Puji Pratiknyo, Achmad Rodhi dan C. Prasetyadi</b>	30
Model Karakterisasi Akuifer Formasi Halang, Berdasarkan Kajian Litofasies Daerah Brunorejo Dan Sekitarnya, Kecamatan Bruno, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah <b>Teguh Jatmiko, Puji Praktinyo, Sugeng Widada.</b>	36
Analisis Mikrotremor Berdasarkan <i>Peak Ground Acceleration</i> (Pga) Di Kecamatan Berbah, D.I Yogyakarta <b>Agus Santoso, Wiji Raharjo, Firdaus Maskuri, Iftitah Widowaty Putri dan Indriati Retno Palupi</b>	47
The Effectiveness Of Soil Tillage In Reducing White Grub Population In Peanut Plantation <b>Mofit Eko Poerwanto and Djoko Mulyanto</b>	54

Pendekatan Sistem Dinamis Dalam Analisis <i>Demand-Supply</i> Daging Sapi Di Daerah Istimewa Yogyakarta <b>Puspitaningrum, Dwi Aulia, Masyhuri, Hartono, Slamet and Jamhari</b>	57
Optimalisasi Lahan Pasir Pantai Melalui Penerapan Teknologi Pemupukan Organik Dan Mineral Zeolit Untuk Meningkatkan Hasil Ubijalar <b>Tutut Wirawati, Sugeng Priyanto dan Ami Suryawati</b>	64
Penentuan Tipe Akuifer Dan Arah Aliran Airtanah Berdasarkan Analisis Tahanan Jenis Batuan Daerah Pembangunan Bandara Temon Kulonprogo Diy <b>Ir. Purwanto, MT, Intan Paramita Haty, ST, MT dan Arif Rianto Budi Nugroho, ST.Msi</b>	70
Pengembangan Tanaman Kemiri Sunan Untuk Mendukung Ketahanan Energi <b>Darban Haryanto dan Ellen Rosyelina Sasmita</b>	78
Peningkatan Kinerja Sistem Informasi Pada Jurusan Teknik Industri Upn “V” Yogyakarta Dengan Menerapkan Sistem Informasi Akademik Berbasis <i>Website</i> Menggunakan Metode <i>Waterfall</i> <b>Sadi, Dyah Rachmawati L., Dan Ahmad Muhsin</b>	84
Pengembangan Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru Program Pascasarjana Di Upn “Veteran” Yogyakarta <b>Bagus Wiyono Dan Rifki Indra Perwira</b>	91
Aplikasi Daun Dan Bunga Sukun Jantan ( <i>Artocarpus Altilis</i> ) Secara Kontak Dan Fumigasi Untuk Pengendalian <i>Callosobruchus Chinensis</i> L. Pada Benih Kacang Hijau <b>Chimayatus Solichah dan Ami Suryawati</b>	99
Perancangan Ulang Sarana Kerja Dengan Pendekatan Human Centered Design (Studi Kasus Di Industri Kuningan Ngawen Godean) <b>Laila Nafisah dan Tri Wibawa</b>	104
Studi Sintesis Dan Pemilihan Polimer Untuk Proses Perolehan Minyak Tahap Lanjut <b>Suranto, Ratna Widyaningsih dan Putri Restu Dewati</b>	110
The Movement Of Landslide Based On Geology And Geodetic Data In Suwidak Area, Banjarnegara Regency, Central Java <b>Sugeng Rahardjo Eko Teguh Paripurno, Joko Hartadi, Dewi Oktavia Alfiani, Megasari Widyastuti dan Muflichatul Mardziah</b>	117
Pertumbuhan Dan Tingkat Kerusakan Tanaman Bawang Merah Pada Berbagai Perlakuan Pemupukan <b>R.R. Rukmowati Brotodjojo &amp; Dyah Arbiwati</b>	125



Application Of Organic Matter And Biochar For Growth Paddy Soil At Entisol <b>Susila Herlambang, AZ. Purwono Budi S, Susanti Rina N, and Heru Tri Sutiono</b>	131
Pengaruh 2,4 D Terhadap Multiplikasi Akar Eksplan Berbagai Varietas Buah Naga ( <i>Hylocereus Sp</i> ) Secara <i>In Vitro</i> <b>Endah Wahyurini, Susilowati</b>	137
Potensi Tanah Dan Limbah Pertambangan Emas Rakyat Untuk Pengembangan Sorgum Manis Sebagai Bahan Baku Bioetanol <b>M Nurcholih D. Haryanto dan D.F. Yulianto</b>	144
Efektifitas Pengendalian Gulma Dan Hasil Tanaman Padi Tanam Pindah Akibat Aplikasi Herbisida Pra Tumbuh <b>Abdul Rizal AZ dan Dyah Arbiwati</b>	154
simulasi Sebagai Alat Penyelesaian Masalah Parkir Tepi Jalan Dalam Perspektif Teknik Industri <b>Irwan Soejanto, Intan Berlianty dan Yuli Dwi Astanti</b>	160
Optimalisasi Pengelolaan Sumur Tua Dalam Rangka Peningkatan Produksi Minyak Nasional Dan Kesejahteraan Masyarakat <b>M. Irhas Effendi, Sayoga Heru P dan Sudarmoyo</b>	169
Geoheritahe Dan Petroleum Geopark Bojonegoro Menuju Tingkat Nasional <b>Jatmika Setiawan dan Dedy Kristanto</b>	185
Coal Desulfurization Using Alkyl Alginate (Surfactant) <b>Mahreni, Danang Jaya, Guntoro dan Anggara Setya Wibawa</b>	194
Focus Group Discussion: Kajian Teoretis Dan Praktik <b>Sadi , Tri Mardiana dan Ine/dra Kusumawardhani</b>	200
Web Semantik Dengan Menggunakan Mapping Otomatis Dari Database Mysql 5.6 Ke Protege 4.3, Turtle Ontology, D2rq, Jena, Dan Netbeans 7.4 <b>Widiatminingsih, Herlina jayadianti , Heru cahya Rustamaji , Frans Richard K, Hafisah</b>	207
Respon Tanaman Kubis Merah ( <i>Brassica Oleraceae Var. Capitata Forma Rubra L.</i> ) Pada Berbagai Jenis Pupuk Organik Cair Untuk Mendukung Ekowisata Di Kadisobo Sleman <b>Heti Herastuti, Prayudi, M. Edy Susilo</b>	221
Potensi Panas Bumi Di Pulau Jawa Dan Pemanfaatan Langsungnya (Studi Kasus Lapangan Panas Bumi Cisolok, Sukabumi, Jawa Barat) <b>Intan Paramita Haty, Bambang Triwibowo and Ardhian Nofri Nugroho</b>	226
Alterasi Dan Mineralisasi Di Daerah Cidolog Kabupaten Sukabumi, Jawa	239

Barat

**Heru Sigit Purwanto & Suharsono**

- The Increasing Of Quality Biogas Before To Compression And Bottling  
Techniques (Case Study In Ngentak Village, Bantul, DIY, Indonesia) 239  
**Suhascaryo, KRT Nur, Prianto, Sugeng, Purnomo, Hadi, Mispawanti, RR  
Hasthi N.**
- The Study Of Macerals In Low Rank Coal (Lignite) At Warukin Formation,  
South Kalimantan And Their Possibility For Coal Liquefaction 246  
**Adi Ilcham, Basuki Rahmad, Edynursanto, Gogot Haryono**
- Eksistensi Sesar Aktif Muria, Pulau Jawa, Indonesia 260  
**C. Prasetyadi, Muhammad Gazali Rahman, Hafidz Reyzananda**

# ESKSAK

# INDUKSI TUNAS PISANG ABAKA SECARA IN VITRO DENGAN MENGGUNAKAN BAP DAN THIAMIN

Rina Srilestari dan Ari Wijayani

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
Jl. Lingkar Utara 104 Condongcatur Yogyakarta  
Email : [rinasrilestari@gmail.com](mailto:rinasrilestari@gmail.com)

## ABSTRACT

*The aim of the research was to observe the abaca banana explants response to BAP and Thiamin of MS medium. The experiment was done at Biotechnology laboratory, UPN Yogyakarta.*

*Treatments were arranged in completely randomized design with 2 factor. The first factor is BAP concentration 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm and the second factor is Thiamin concentration 1 g/L; 2 g/L; 3 g/L*

*The results showed there is an interaction with the addition of BAP 3 ppm and thiamin 2 g/L can increase the number of shoot and length of planlet.*

**Keywords:** *abaka, shoot induction, BAP, thiamin*

## ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh BAP dan thiamin untuk menginduksi tunas pisang abaka secara *in vitro*. Penelitian dilaksanakan di laboratorium Bioteknologi, UPN Yogyakarta.

Penelitian dilaksanakan berdasarkan percobaan laboratorium yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi BAP 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm dan faktor kedua adalah konsentrasi thiamin 1 g/L, 2 g/L, 3 g/L

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi pada parameter jumlah tunas dan tinggi planlet pada perlakuan BAP 3 ppm dan Thiamin 2 g/L

**Kata kunci:** *abaka, induksi tunas, BAP, thiamin*

## PENDAHULUAN

Tanaman abaka merupakan jenis pisang yang memiliki kegunaan cukup luas dengan nilai produk yang cukup tinggi, seperti bahan tekstil dan bahan kertas untuk surat berharga. Sebagai komoditas yang baru untuk dikembangkan, sumber bahan tanaman unggul yang memenuhi syarat permintaan pasar jumlahnya relatif terbatas. Padahal untuk memenuhi permintaan pasar atas produk abaka sangat besar, sehingga membutuhkan area penanaman yang cukup luas. (Anonim, 2013)

Abaka adalah salah satu tanaman penghasil serat yang dapat digunakan untuk pembuatan kerajinan rakyat seperti bahan pakaian, anyaman topi, tas, peralatan makan, kertas rokok, sachet teh celup (Triyanto, 2012). Selain itu juga untuk jenis kertas yang memerlukan kekuatan dan daya simpan yang tinggi seperti kertas surat, kertas dokumen

serta kertas peta. Menurut Demsey (1993) , tanaman abaca penghasil serat panjang yang banyak digunakan sebagai bahan pembuat tali kapal laut, karena seratnya kuat, mengapung di atas air, dan tahan air garam Sastrosupadi (1999) melaporkan bahwa limbahnya dapat dipergunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan kompos, bahan baku untuk langit-langit pintu dan lain-lain.

Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah penyediaan bibit sehat, banyak, dan cepat adalah menggunakan bibit asal kultur jaringan. Dengan teknologi tersebut bibit dapat diproduksi dalam jumlah banyak, seragam, bebas penyakit, dan biaya pengangkutan relatif murah. Bibit merupakan salah satu input yang menentukan dalam usaha produksi tanaman. Di negara maju, produksi bibit merupakan suatu usaha agribisnis yang potensial. Dengan kemajuan teknologi, produksi bibit melalui kultur jaringan menjanjikan peluang baru dalam agribisnis di Indonesia. Perbanyakkan kultur jaringan abaka dapat menghasilkan multiplikasi yang cukup tinggi Dengan demikian, faktor perbanyakkan melalui kultur jaringan jauh lebih tinggi daripada cara konvensional.

Para petani penanam pisang Abaka sangat menyukai bibit pisang hasil kultur jaringan karena bila dibandingkan dengan bibit asal biji atau anakan biasa, bibit pisang hasil kultur jaringan pertumbuhannya lebih pesat, seragam, dapat disediakan dalam jumlah banyak dengan waktu yang singkat, dan bebas patogen berbahaya (Mariska dan Sukmajaya, 2013).

Aplikasi penggunaan sitokinin pada tanaman pisang telah banyak dilakukan Penelitian Wijayanti (2005) pada pisang ambon mendapatkan 4,4 tunas dalam waktu 8 minggu pada perlakuan 5 mg/l IBA dan perlakuan 5,0 mg/l BAP + 5,0 mg/l 2-ip Selanjutnya Avivi dan Ikrarwati (2004) melakukan penelitian terhadap pisang abaca dengan eksplan anakan memperoleh 9 tunas pada perlakuan BAP 3 mg/l sedangkan perlakuan NAA 1 mg/l memberi pengaruh paling baik terhadap jumlah akar (6,67 akar per eksplan).

Pada umumnya laboratorium kultur jaringan yang telah bergerak secara komersial tidak melakukan penelitian tetapi mengadopsi teknologi yang telah dihasilkan oleh Institusi Penelitian. Disamping itu biakan yang ada dalam botol yang telah tanggap terhadap media tumbuh (faktor pertumbuhan membentuk tunas tinggi) dapat digunakan sebagai sumber bahan tanam bagi perbanyakkan selanjutnya melalui kultur jaringan. Dari paparan tersebut diatas terbukti bahwa kultur jaringan merupakan teknologi potensial dalam menunjang agroindustri, antara lain untuk perbanyakkan tanaman yang akan dieksploitasi secara luas. Dengan keseragaman pertumbuhan tanaman yang tinggi di lapang akan mempermudah kegiatan pengolahan sebagai industri hilir (Anonim,2013)

Dengan demikian masalah pokok yang menjadi urgensi (keutamaan) melakukan penelitian ini adalah kajian lengkap berbagai aspek tentang teknik perbanyakkan pisang abaka secara *in vitro* yang mampu meningkatkan kandungan serat setelah ditanam di lapangan dengan terlebih dahulu diperbanyak secara massal di laboratorium dengan perlakuan sitokinin dan thiamin.

Atas dasar pertimbangan tersebut, maka upaya meningkatkan pertumbuhan tunas pisang dalam penelitian ini akan dilakukan dengan cara menambahkan BAP dan thiamin ke dalam media MS

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi, UPN Yogyakarta . Penelitian laboratorium yang disusun menurut Rancangan Acak Lengkap 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi BAP yaitu 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm dan faktor kedua adalah

konsentrasi Thiamin yaitu 1 g/L; 2 g/L; 3 g/L Sterilisasi medium dengan autoklaf dilakukan pada tekanan 20 psi dengan suhu 121<sup>0</sup>C selama 30 menit. Setiap botol kultur ditanami satu eksplan. Kemudian diletakkan pada ruang inkubasi selama 8 minggu pada suhu 22<sup>0</sup>C.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis hasil menunjukkan bahwa konsentrasi BAP dan Thiamin berpengaruh terhadap pertumbuhan planlet pisang abaka. Hal ini dapat dilihat dari parameter saat tumbuh tunas, jumlah tunas dan tinggi planlet. Pada konsentrasi BAP dan Thiamin yang diperlakukan tidak terdapat interaksi pada saat tumbuh tunas, tetapi terdapat interaksi pada jumlah tunas dan tinggi planlet.

Tabel 2. Rerata Saat Tumbuh Tunas (hari)

Perlakuan	T1	T2	T3	Rerata
B1	18,33	12,67	19,00	16,67 c
B2	22,33	22,67	23,33	22,78 b
B3	24,67	24,67	28,33	25,89 a
Rerata	21,78 pq	20,00 q	23,56 p	(-)

Keterangan : Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

(-) = tidak ada interaksi

Pada parameter saat tumbuh tunas menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi BAP 3 ppm tunas muncul lebih cepat (16,67 hari). Hal ini karena pengaruh faktor internal yang sangat berpengaruh terhadap saat tumbuh tunas. Faktor internal yaitu sifat genetik dari planlet sehingga dapat merespon zat pengatur tumbuh yang ditambahkan pada media. Selain itu faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan cahaya juga berpengaruh terhadap kecepatan munculnya tunas. Hal ini karena pemberian zat pengatur tumbuh yaitu BAP mempunyai fungsi yaitu salah satunya untuk pembelahan sel dan pembesaran sel sehingga akan memacu kecepatan pertumbuhan tanaman (Anonim, 2009).

Hal ini sependapat dengan penelitian Ernawati *et al.*, (2004) yang menunjukkan bahwa konsentrasi IAA 1,5 ppm dan 3,0 ppm BAP merupakan konsentrasi terbaik untuk menginduksi tunas pada tiga kultivar pisang. Penelitian Adriana (2005) menunjukkan bahwa konsentrasi BAP 3 ppm cenderung menghasilkan rata-rata lebar daun yang terbesar pada *in vitro* pisang FHIA-17.

Pemberian thiamin 2 mg/L menunjukkan tunas muncul paling cepat dibandingkan 3 mg/L. Pemberian thiamin 2 mg/l ke dalam media kultur menyebabkan aktivitas respirasi dalam jaringan tanaman berjalan secara optimal. Kejadian ini ditunjukkan dengan munculnya tunas lebih cepat. Energi dalam bentuk ATP yang merupakan hasil proses respirasi digunakan untuk mensintesis senyawa esensial, seperti protein, karbohidrat, lemak, dan senyawa esensial lainnya (Barker, 1999). Senyawa tersebut diperlukan untuk proses pembelahan sel, pemanjangan dan perbesaran sel-sel baru yang terjadi pada meristem apikal batang dan meristem interkalar dari ruas batang yang mengakibatkan tanaman bertambah tinggi (Gardner *et al.*, 1991).

Tabel 3. Rerata Jumlah Tunas dan Tinggi Planlet (cm)

Perlakuan	Jumlah Tunas	Tinggi planlet
B1T1	2,00 bc	3,80 b
B1T2	<b>4,33 a</b>	<b>7,77 a</b>
B1T3	2,33 b	3,87 b
B2T1	1,67 bcd	3,77 b
B2T2	1,67 bcd	4,13 b
B2T3	1,67 bcd	3,92 b
B3T1	1,33 cd	3,93 b
B3T2	1,33 cd	3,70 b
B3T3	1,00 d	3,40 b
Keterangan	(+)	(+)

Keterangan : Angka dalam satu kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

(+) = ada interaksi

Pada parameter jumlah tunas dan tinggi planlet menunjukkan adanya interaksi, hal tersebut karena pengaruh konsentrasi BAP dan thiamin saling mendukung (sinergisme). Kombinasi perlakuan B1T2 ( BAP 3 ppm dan Thiamin 2 mg/L) menunjukkan jumlah tunas yang paling banyak dan planletnya paling tinggi dari pada kombinasi perlakuan yang lainnya.

Hal ini karena pemberian BAP mempunyai fungsi salah satunya untuk pembelahan sel dan pembesaran sel sehingga akan memacu kecepatan pertumbuhan tanaman (Anonim, 2009). Namun penggunaan zat pengatur tumbuh harus tepat dalam perhitungan konsentrasi pemakaian, karena jika terlalu banyak maupun terlalu sedikit dari konsentrasi yang diperlukan justru akan menghambat pertumbuhan dan perkembangan planlet. Karena interaksi antara zat pengatur tumbuh dalam suatu media sangat berpengaruh dalam diferensiasi sel (Luri, 2009)

BAP merupakan zat pengatur tumbuh yang mempunyai fungsi salah satunya mengatur pembelahan dan meningkatkan pembesaran sel tunas. Bertambahnya jumlah tunas terjadi sebagai akibat bertambahnya jumlah sel yang diikuti dengan penambahan ukuran sel. Pada awal perkembangan planlet, aktifitas meristem apikal menyebabkan terjadinya perpanjangan tinggi planlet (Kusdianti, 2012).

Sitokinin adalah zat pengatur tumbuh yang berperan dalam pembelahan sel, memperbesar daun muda, mengatur pertumbuhan daun dan pucuk. Hal ini sependapat dengan Hendaryono dan Wijayani (2014) yang menyatakan pemberian sitokinin dengan kadar relatif tinggi, diferensiasi kalus akan cenderung ke arah pembentukan primordial batang atau tunas. Pembentukan tunas pada *in vitro* sangat menentukan keberhasilan produksi bibit yang cepat dan banyak. Semakin banyak tunas yang terbentuk akan berkorelasi positif dengan bibit yang dapat dihasilkan melalui kultur jaringan (Lestari, 2011).

Perlakuan konsentrasi thiamin 2 mg/l menunjukkan hasil jumlah tunas yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, hal ini dikarenakan thiamin 2 mg/l diduga merupakan konsentrasi yang cocok untuk memacu pembelahan sel pada meristem akar. Hal ini didasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Dwiratnaningsih (2004) menunjukkan pemberian thiamin dengan konsentrasi 2 mg/l ke dalam media kultur planlet anggrek mendapat hasil akar lebih baik pada panjang akar pada umur 10 minggu setelah tanam

## **KESIMPULAN**

Dari penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat interaksi pada parameter jumlah tunas dan tinggi planlet pada kombinasi perlakuan BAP 3 ppm dan Thiamin 2 g/L.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Andriana, D. 2005. Pengaruh Konsentrasi BAP Terhadap Multipikasi Tunas dan Giberelin Terhadap Kualitas Tunas Pisang FHIA-17 *In Vitro*. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Anonim, 2013. Perbanyak Bibit Abaca melalui kultur jaringan. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian.
- Anonim. 2009. **Hormonik (Hormon Tumbuh atau Zat Pengatur Tumbuh)**. <http://hijauqoe.wordpress.com> (10 Juli 2012).
- Avivi, S dan Ikrarwati, 2004. Mikropopagasi pisang Abaca (*Musa textilis*) melalui teknik kultur jaringan. *Jurnal Ilmu pertanian* **2:27-34**.
- Barker, W.G. 1999. A System of Maksimum Multiplication of the Banana Plant. *Trop. Agric.* **36 (4) : hlm 275-278**.
- Dempsey, J.M. 1993. Long vegetable fibre development *in vitro* South Vietnam and other Asian countries 1957-1962. Usom-Saigon. P. 179. Eastern Press, Reading Berks. 709 p.
- Ernawati, A., A. Purwito., K., Suketi. 2004. **Studi Perbanyak Cepat Pisang Raja Bulu Pisang Ambon Kuning dan Pisang Barangan Dengan Teknik Kultur Jaringan**. (Penelitian tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Gupta, P.P. 1986. Eradication of Mosaic Disease and Rapid Multiplication of Banana and Plantain Through Meristem Tip Culture. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. **6 : 33-99**
- Haryanto, B., B. Marwoto., dan T. Sutater. 2005. Media Kultur In Vitro Konservasi Klon-Klon Harapan Krisan. *J. Hort.* **8(2):1060-1067**. Balai Penelitian Tanaman Hias. Jakarta.



- Hendaryono, D.P.S & A. Wijayani. 2014. Teknik Kultur Jaringan, Pengenalan dan Petunjuk Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif-Modern. Kanisius. Yogyakarta. 137 hlm.
- Kusdianti, R. 2012. **Hand Out Mortum 2**. <http://UPL.edu/> (15 Juli 2012).
- Lestari, E.G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh Dalam Perbanyak Tanaman Melalui Kultur Jaringan. **Jurnal Agrobien. Bogor**.
- Luri, S. 2009. Kultur Jaringan Tanaman. <http://kultur-jaringan.blogspot.com> (10 Juli 2012).
- Mariska dan D. Sukmadjaja, 2003. Perbanyak Bibit Abaka melalui kultur jaringan. Balai penelitian Bioteknologi dan sumber daya genetik pertanian.
- Priyono, Suhandi D dan Matsaleh. 2000. Pengaruh zat pengatur tumbuh IAA dan 2-iP pada kultur jaringan bakal buah pisang. **Jurnal hortikultura 10:183-190**.
- Sastrosupadi, A. 1999. Informasi budidaya abaka untuk menunjang pengembangan agrobisnis abaka. Seminar dan Lokakarya Nasional Peluang dan Potensi Serat Abaka sebagai komoditi Ekspor Prospektif dan pemberdayaan ekonomi rakyat KADIN Jakarta, 15 September 1999.
- Triyanto, H.S., Muliah, dan M. Edi.2012. Batang abaka (*Musa textilis* Nee) sebagai bahan baku kertas. Berita Selulosa. Hlm. 18-27.
- Wijayanti, N. 2005. Pengaruh kombinasi BAP dan 2-IP terhadap multiplikasi tunas pisang Ambon kuning (*Musa acuminata*) melalui kultur *in vitro*. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas pertanian IPB Bogor.

## RANCANG BANGUN *STARTUP SOFTWARE* PASAR IKAN

Mangaras Yanu F<sup>(1)</sup>, Dessyanto Boedi P<sup>(2)</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik Industri

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Salah satu tantangan yang harus dihadapi oleh pemilik usaha adalah bagaimana menyajikan komoditasnya agar *searchable*, mudah ditemukan oleh calon pembeli prospektif di Internet. Sebagian besar pemilik usaha, terutama di Indonesia menghadapi masalah ini karena fokus pemilik usaha secara umum adalah pada proses produksi atau pengadaan komoditas, disamping pengetahuan pemilik usaha tentang teknologi informasi dan komunikasi masih rendah. Akibatnya, pemasaran melalui Internet terutama melalui *e-commerce* masih dilakukan sekedarnya, sementara potensinya sangat besar. Bahkan tidak jarang justru membuat bingung calon pembeli prospektif karena informasi yang didapatkan di Internet tidak lengkap. Permasalahan umum pemilik usaha tersebut juga dialami oleh Pasar Ikan Jogja yang merupakan mitra penelitian penulis. Pasar Ikan Jogja yang usaha utamanya di bidang perikanan ingin memiliki sebuah *platform e-marketplace (e-commerce)* sebagai sebuah *startup software* untuk mempertemukan penjual dan pembeli ikan dengan fitur-fitur yang memudahkan bagi penjual untuk mengelola komoditasnya maupun pembeli untuk mencari komoditas yang diinginkan.

### 1. Pendahuluan

Tahun 1998, J. Höller, et al. mengemukakan pendapatnya bahwa perdagangan berbasis elektronik (*e-commerce*) akan menjadi sebuah teknologi yang akan merevolusi industri di dunia, pasar berbasis Internet ini akan merubah bentuk perdagangan yang selama ini dikenal ke dalam bentuk lain yang sama sekali berbeda. Pendapat J. Höller, et al. tersebut sudah dirasakan dekade ini. Transaksi jual dan beli tidak lagi dilakukan di satu tempat yang sama. Di sisi pembeli, pencarian komoditas yang dibutuhkan tidak perlu lagi harus mengeluarkan usaha yang besar, bahkan hasil pencarian disajikan dengan berbagai alternatif pilihan ukuran, warna dan harga. Pembeli bisa melakukan filter hasil pencarian yang benar-benar sesuai dengan yang dibutuhkan atau diinginkan. Di sisi penjual atau pengusaha, ini merupakan peluang dan tantangan. Peluang menjangkau pasar yang lebih luas bahkan bersifat global untuk mendapatkan pembeli dan pelanggan, peluang menaikkan omzet sebesar-besarnya, peluang menurunkan *cost* sebesar-besarnya terutama dalam hal pemasaran dan peluang-peluang bisnis yang lain.

Salah satu tantangan yang harus dihadapi oleh pemilik usaha adalah bagaimana menyajikan komoditasnya agar *searchable*, mudah ditemukan oleh calon pembeli prospektif di Internet. Sebagian besar pemilik usaha, terutama di Indonesia menghadapi masalah ini karena fokus pemilik usaha secara umum adalah pada proses produksi atau pengadaan komoditas, disamping pengetahuan pemilik usaha tentang teknologi informasi dan komunikasi masih rendah. Akibatnya, pemasaran melalui Internet terutama melalui *e-commerce* masih dilakukan sekedarnya, sementara potensinya sangat besar. Bahkan tidak jarang justru membuat bingung calon pembeli prospektif karena informasi yang didapatkan di Internet tidak lengkap.

Permasalahan umum pemilik usaha tersebut juga dialami oleh Pasar Ikan Jogja yang merupakan mitra penelitian penulis. Pasar Ikan Jogja yang usaha utamanya di bidang perikanan ingin memiliki sebuah *platform e-marketplace (e-commerce)* sebagai sebuah *startup software* untuk mempertemukan penjual dan pembeli ikan dengan fitur-fitur yang memudahkan bagi penjual untuk mengelola komoditasnya maupun pembeli untuk mencari komoditas yang diinginkan.

*Platform e-marketplace* sebagai sebuah *startup software* dikembangkan secara *server side programming* berbasis *web* dengan menggunakan bahasa *scripting Hypertext Preprocessor (PHP)* dan *database MySQL*. PHP dan MySQL dipilih dalam penelitian ini karena dikenal luas memiliki performa yang sangat baik, tingkat fleksibilitas yang tinggi, *user-friendly*, *open source*, memiliki fitur pengolahan data yang cepat, dan mudah dalam perawatan.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah merancang-bangun *platform e-marketplace (e-commerce)* sebagai *startup software* komoditas ikan sekaligus sebagai media pemasaran *online* yang dapat menjangkau pasar yang luas.

## 2. Tinjauan Pustaka

Devendra dkk., dalam mendefinisikan bahwa perdagangan elektronik, umumnya dikenal sebagai *e-commerce* atau *eCommerce*, terdiri dari pembelian dan penjualan produk atau jasa melalui sistem elektronik seperti Internet dan jaringan komputer lainnya. Tujuan teknologi *e-commerce*, menawarkan cara yang mudah untuk membuka relasi perusahaan dan individu dengan biaya yang sangat rendah dalam rangka melaksanakan transaksi bisnis sehari-hari. Penjualan global *e-commerce* untuk pertama kalinya mencapai \$ 1 triliun terjadi pada tahun 2012 dengan kenaikan rata-rata 17,5% per tahun, pada tahun 2016 mencapai \$ 2,671 triliun . Perkembangan ini sangat fantastis, sehingga sangat menarik minat peneliti untuk terus-menerus mengeksplorasi dan mengeksplorasi baik dari sudut sosial, *engineering*, manajemen, dan lain sebagainya.

Gangeshwer dalam mengatakan bahwa teknologi memainkan peran penting dalam meningkatkan kualitas layanan yang diberikan oleh unit bisnis. Salah satu teknologi yang benar-benar membawa revolusi informasi di masyarakat adalah Teknologi Internet dan benar jika dianggap sebagai gelombang ketiga revolusi setelah revolusi pertanian dan industri. Sarana canggih untuk bisnis saat ini adalah *e-commerce* yang efeknya sudah muncul di semua bidang bisnis, dari layanan pelanggan untuk desain produk baru sampai dengan memfasilitasi proses bisnis berbasis informasi untuk mencapai dan berinteraksi dengan pelanggan seperti iklan *online* dan pemasaran, penerimaan pesanan secara *online* dan layanan pelanggan secara *online*. Hal ini juga dapat mengurangi biaya dalam mengelola pesanan dan berinteraksi dengan berbagai pemasok dan mitra dagang. Peneliti lain yang senada dengan Gangeshwer, Thompson dalam menyatakan bahwa pertumbuhan teknologi Internet memiliki potensi besar di bidang bisnis karena mengurangi biaya produk dan pelayanan dan mampu mengaburkan batas-batas geografis dalam membawa pembeli dan penjual untuk bertransaksi.

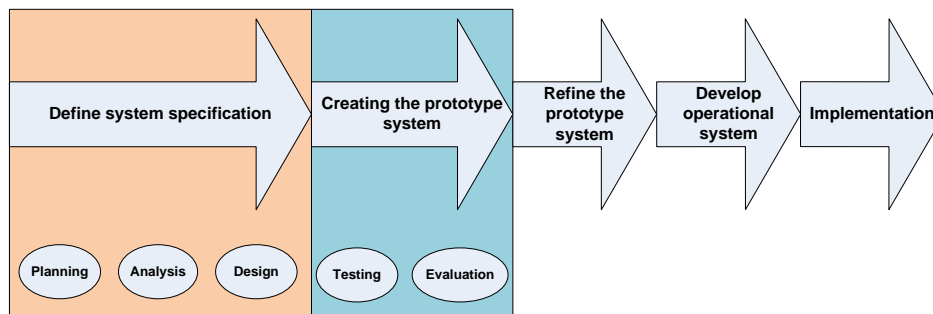
Ohidujjaman, dkk., dalam meneliti mengenai tantangan dan solusi *e-commerce* pada masa ini, salah satu tantangan yang dihadapi bisnis *e-commerce* terutama di negara yang sedang berkembang seperti Indonesia adalah kurangnya edukasi tentang Teknologi

Informasi dan Komunikasi (TIK) dan masih mahal sarana dan prasarana untuk membangun bisnis *e-commerce*. Dengan penelitian ini, penulis ingin mengedukasi masyarakat khususnya yang terlibat dalam budidaya perikanan darat untuk mengenal lebih jauh tentang TIK secara umum dan khususnya mengenai *e-commerce*, mengingat kelompok masyarakat ini sangat jarang bersentuhan secara langsung dengan jenis teknologi ini, serta membantu membangun sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk menjalankan sebuah *e-commerce*.

### 3. Metode Penelitian

Metode penelitian digunakan dalam penelitian ini dimaksudkan agar jalan penelitian sistematis dan sesuai dengan rencana penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Metode observasi  
Metode observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pencatatan terkait dengan proses yang berhubungan dengan aplikasi yang akan dibangun.
2. Metode kepustakaan  
Dalam tahap ini, dilakukan pengumpulan data dari berbagai sumber yang mendukung seperti buku-buku referensi, jurnal, artikel, serta data-data di Internet yang terkait dengan implementasi *e-commerce*.
3. Metode pengembangan perangkat lunak  
Metode pengembangan perangkat lunak dalam penelitian ini mengadopsi metode *prototyping* yang meliputi beberapa tahapan seperti terlihat pada Gambar 1.



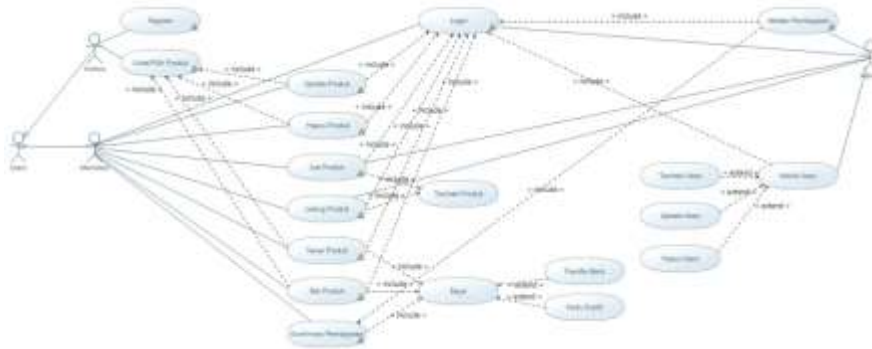
**Gambar 1.** Metodologi *prototyping*

- a. *Define system specification*
- b. *Creating the prototype system*
- c. *Refine the prototype system*
- d. *Develop operational system*
- e. *Implementation*

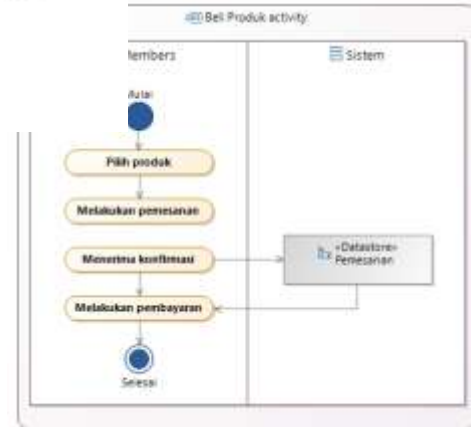
#### Use Case Diagram

Aplikasi ini melibatkan 3 user yaitu visitor, member dan admin. Beberapa hal yang bisa dilakukan oleh visitor dalam aplikasi ini adalah melihat kategori, daftar produk dan detail produk. Visitor dapat berubah status menjadi member setelah melakukan registrasi. Member memiliki fasilitas untuk menjual, membeli, melelang, menawar

dan mengatur produk. Sedangkan user admin memiliki kemampuan untuk mengelola user, melakukan validasi pembayaran dan memonitor produk yang dijual dan dilelang dalam aplikasi ini.

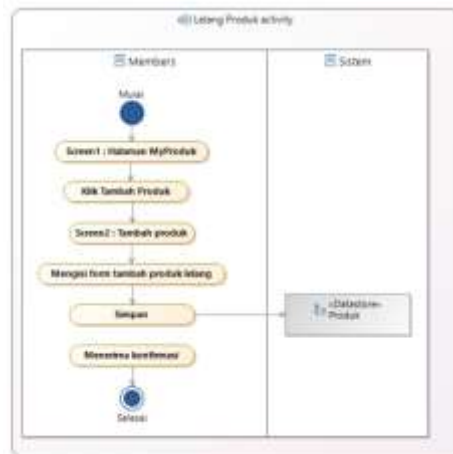


**Gambar 2.**  
**Use Case**  
**diagram**  
Perancang  
n Diagram



Activity

**Gambar 3. Beli Produk activity**



**Gambar 4. Lelang produk activity**





**Gambar 13. Halaman detail produk**

Halaman My Akun digunakan untuk melihat profil user. Di sebelah kiri terdapat menu yang berisi data tentang produk apa saja yang telah dibeli oleh user, invoice dari produk-produk yang telah dibeli, data pelepasan yang dilakukan oleh user, order dan produk yang dilelang oleh user.

## 5. Kesimpulan dan Saran

*Platform e-marketplace (e-commerce) startup* pasar ikan telah berhasil dibuat dan telah dilakukan ujicoba penggunaannya secara online yang berjalan sesuai dengan rancangan pembuatan *platform* tersebut. *Platform* ini dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman *server side* berbasis web.

*Platform* yang dikembangkan saat ini, berdasarkan evaluasi yang dilakukan pada tahap evaluasi memiliki beberapa kelemahan ketika diakses melalui perangkat *mobile* sejenis *smart phone*, karena *platform* berbasis web membutuhkan sumber daya/spesifikasi perangkat keras yang cukup besar.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] J. Höller, *et al.*, "Internet und Intranet," *Auf dem Weg zum Elektronik Business*, 1999.
- [2] D. Agrawal, *et al.*, "E-commerce: True Indian Picture," *Journal of Advances in IT*, vol. vol. 3, no. 4, pp. 250-257, 2012.
- [3] \_\_\_\_\_, "Global B2C E-commerce Report 2016," Ecommerce Foundation, Amsterdam2016.
- [4] D. K. Gangeshwer, "E-Commerce or Internet Marketing: A Business Review from Indian Context," *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology*, vol. 6, No.6, pp. 187-194, 2013.
- [5] T. S. H. Teo, "Usage and effectiveness of online marketing tools among Business-to-Consumer," *International Journal of Information Management*, vol. 25, pp. 203-213, 2005

# INDUKSI TUNAS KRISAN SECARA IN VITRO DENGAN MENGGUNAKAN BAP DAN MACAM EKSPLAN

Ari Wijayani, Rina Srilestari dan Bambang Supriyanta

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta  
Jl. Lingkar Utara 104 Condongcatur Yogyakarta  
Email : [ariwijayani@yahoo.com](mailto:ariwijayani@yahoo.com)

## ABSTRACT

*Chrysanthemum indicum* L. is cut flowers that have been mass produced in Indonesia. Somaclonal variation of *in vitro* culture can be used as an alternative way for plant breeding. Plant growth regulator is a factor for shoot induction. This study aims to determine the interaction between BAP concentration and the various of explant on *Chrysanthemum* tissue culture. To determine the best concentration of BAP and explant *Chrysanthemum* tissue culture. The research was carried out in the laboratory of Biotechnology Faculty of Agriculture UPN "Veteran" Yogyakarta. Using Randomized Complete Design (RAL) method with 3 replicates. The first factor (BAP concentration) consists of 5 levels: 1, 2,3,4,and 5 ppm. The second factor (various of explant) consists of 2 levels, namely: eksplan shoots and eksplan base. The results showed that there are interaction between treatment of BAP concentration and various of explant. Combination of shoots explant and concentration of BAP 2 ppm provides the best results in terms of when growing shoots, number and length of shoots.

**Keywords : Chrysanthemum , BAP, various of explant**

## PENDAHULUAN

Krisan (*Chrysanthemum indicum* L.) merupakan tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai tanaman hias maupun bahan baku obat. Bunga potong ini termasuk terdalam komoditas penting dalam bisnis tanaman hias. Pengembangan krisan perlu terus diupayakan dalam upaya pemenuhan selera konsumen. Salah satu metode perbanyakan masal yang digunakan dalam budidaya krisan Adalah secara *in vitro*.

Perbanyakan tanaman secara *in vitro* secara teoritis akan menghasilkan tanaman-tanaman yang secara genetik beragam karena tanaman *in vitro* berkembang hanya alui pembelahan sel secara mitotik. Namun banyak menunjukkan bahwa dalam populasi tanaman yang menghasilkan secara *in vitro* melalui kultur kalus dan embriogenesis terjadi variasi fenotipik. Variasi tersebut dinamakan variasi somaklonal. Variasi somaklonal yang terjadi pada kultur *in vitro* dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif pemuliaan tanaman karena dapat meningkatkan keragaman genetik dari suatu tanaman (Yuwono 2006).

Pembelahan sel secara berulang-ulang pada kultur *in vitro* dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh (ZPT). Pada perbanyakan tunas dengan eksplan pucuk krisan Samudin (2009) menyarankan penambahan 3 mg/L BAP + 0,2 mg/L NAA pada media dasar MS untuk jumlah tunas tinggi, dan 2 ppm BAP + 0,4 ppm NAA untuk kualitas tunas yang lebih baik



Eksplan adalah bagian tanaman yang akan dikulturkan. Bahan eksplan yang paling mudah dikulturkan adalah dalam bentuk organ seperti batang, daun, atau akar, sedangkan pada tingkat sel atau jaringan lebih sulit untuk mendapatkan eksplan. Faktor eksplan yang penting adalah genotipe/varietas, umur eksplan, letak pada cabang, dan seks (jantan/betina). Bagian tanaman yang dapat digunakan sebagai eksplan untuk memperbanyak tanaman dengan metoda kultur jaringan (kultur in vitro) adalah pucuk muda, batang muda, daun muda, kotiledon, hipokotil, endosperm, ovarium muda, anther, embrio (Sandra, 2013) sehingga penelitian ini bertujuan untuk memperoleh konsentrasi BAP terbaik dalam menginduksi tunas yang berasal dari dua bagian eksplan yang berbeda.

Atas dasar pertimbangan tersebut, maka upaya meningkatkan pertumbuhan tunas krisan dalam penelitian ini akan dilakukan dengan cara menambahkan BAP dengan menggunakan bahan tanam pucuk dan pangkal planlet.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi, UPN Yogyakarta . Penelitian laboratorium yang disusun menurut Rancangan Acak Lengkap 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi BAP yaitu 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm dan faktor kedua adalah bagian ujung planlet dan pangkal pangkal. Sterilisasi medium dengan autoklaf dilakukan pada tekanan 20 psi dengan suhu 121<sup>0</sup>C selama 30 menit. Setiap botol kultur ditanami satu eksplan. Kemudian diletakkan pada ruang inkubasi selama 8 minggu pada suhu 22<sup>0</sup>C.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Menurut Saptowo (2012) eksplan dari jaringan muda dengan titik tumbuh mempunyai peluang membentuk tanaman lengkap lebih besar dibandingkan dari jaringan tua, karena jaringan muda bersifat meristematis dan aktif membelah, pada lingkungan tumbuh yang cocok akan terjadi proliferasi dan organogenesis. Pemilihan eksplan yang tepat merupakan hal penting dalam tahap ini, meliputi bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan, umur fisiologis tanaman induk, serta ukuran eksplannya. Eksplan yang sering digunakan adalah tunas pucuk, tunas lateral (tunas samping) pada potongan berbuku, dan potongan daun.

Pada parameter saat tumbuh tunas, panjang tunas, dan jumlah tunas kombinasi BAP 2 ppm dan kombinasi perlakuan eksplan pucuk terdapat interaksi. Hal ini disebabkan karena pada pucuk tanaman banyak terdapat auksin endogen yang dapat memacu pembelahan sel dengan cepat. Penggunaan eksplan dari bagian pucuk dapat mempercepat saat tumbuhnya tunas, memperbanyak jumlah dan panjang akar tunas (Wirawati *et al.*, 2010). Benzil Amino Purin berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan tunas, berpengaruh terhadap metabolisme sel, pembelahan sel, merangsang sel, mendorong pembentukan buah dan biji, mengurangi dormansi apikal, serta mendorong inisiasi tunas lateral Wattimena(1991).

Salah satu kunci keberhasilan dalam pembentukan tunas maupun akar ialah adanya medium yang mempunyai nutrisi optimum. Yusnita (2004) menjelaskan bahwa dalam kultur jaringan tanaman, pilihan terhadap tunas (atau planlet) yang terbentuk tidak hanya ditentukan oleh banyaknya daun dan tunas, tetapi di tentukan oleh kualitas daun dan tunas yang terbentuk, yaitu hijau dan kuat. Tingginya konsentrasi BAP juga mempengaruhi jumlah daun, sesuai dengan pernyataan Salisbury dan Ross (1995), menyatakan bahwa kegunaan sitokinin salah satunya adalah memacu perkembangan kloroplas dan sintesis

klorofil, dimana klorofil dan kloroplas banyak terdapat pada daun. Untuk panjang tunas apabila terlalu banyak diberikan BAP dapat menghambat pertumbuhan tunas dan apabila pemberian BAP yg sedikit dapat memacu pertumbuhan tunas. Penghambatan pertumbuhan tunas karena adanya interaksi dan perimbangan antara zat pengatur tumbuh yang diberikan pada media dan yang diproduksi oleh sel-sel secara endogen yang menentukan perkembangan kultur (Winarsih dan Priyono, 2000).

Hasil pengamatan terhadap eksplan daun dan *internode* yang ditanam pada media MS ditambah dengan lima taraf konsentrasi BAP selama delapan minggu setelah tanam menunjukkan bahwa saat tumbuh tunas tercepat pada perlakuan BAP 2 ppm pada bagian pucuk daun. Menurut Smith (2013) kondisi ini menggambarkan bahwa dengan adanya penambahan BAP pada media tanam diduga dapat meningkatkan proses fisiologis sel sehingga eksplan dapat bertahan hidup. Eksplan menyerap air dan hara melalui pelukaan kemudian mengalir ke jaringan pembuluh sebagai aliran hara. Selain itu, eksplan yang digunakan merupakan planlet steril yang telah dikulturkan sebelumnya. Smith (2013) menjelaskan bahwa penggunaan BAP pada kultur *in vitro* dapat merangsang pembentukan tunas.

Kalus krisan pada media MS ditambah dengan 2 mg L<sup>-1</sup> BA dan 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA terbentuk 96% dari daun yang digunakan sebagai eksplan (Nahid ., 2007). Jaramillo *et al.*, (2008) melaporkan bahwa regenerasi krisan dengan menggunakan pucuk daun sebagai eksplan memiliki respon terbaik pada media MS ditambah dengan 4 mg NAA dan 2 mg L<sup>-1</sup> BAP. Barakat *et al.*, (2010) menambahkan bahwa media terbaik untuk menginduksi kalus krisan yang berasal dari eksplan daun adalah media MS yang ditambah dengan 0.5 mg NAA dan 2 mg L<sup>-1</sup> BAP.

**Tabel 1. Rerata saat tumbuh tunas, panjang tunas dan jumlah tunas**

Perlakuan	Saat Tumbuh Tunas (hari)	Panjang Tunas (cm)	Jumlah Tunas
<b>B1E1</b>	29,00 c	5,54 c	3,00 b
<b>B2E1</b>	21,33 e	4,71 ef	3,00 b
<b>B3E1</b>	<b>16,00 f</b>	<b>6,00 a</b>	<b>4,33 a</b>
<b>B4E1</b>	20,98 d	5,64 b	3,00 b
<b>B5E1</b>	22,99 d	5,03 d	3,00 b
<b>B1E2</b>	34,22 ab	3,92 f	1,00 c
<b>B2E2</b>	32,92 b	3,81 g	1,00 c
<b>B3E2</b>	35,92 a	3,92 f	1,00 c
<b>B4E2</b>	32,50 b	3,85 fg	1,00 c
<b>B5E2</b>	32,00 b	3,77 g	3,17 b
<b>iNTERAKSI</b>	(+)	(+)	(+)

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada Uji Jarak Berganda Duncan dengan taraf 5%.

Tanda (+) menunjukkan adanya interaksi.

Shatnawi *et al.* (2010) mengungkapkan bahwa media MS dengan tambahan 3 mg L<sup>-1</sup> kinetin merupakan media terbaik untuk multiplikasi kalus krisan dengan menggunakan buku tunggal sebagai eksplan awal. Penggunaan media MS dengan tambahan zat pengatur

tumbuh tunggal juga dilakukan oleh Waseem (2011) untuk menginduksi kalus krisan dengan eksplan awal berupa *internode*, media MS ditambah dengan 0.2 mg L<sup>-1</sup> IBA merupakan media terbaik untuk menginduksi kalus.

Perlu adanya subkultur kalus pada media inisiasi tunas dan pengakaran. Verma (2012) melaporkan bahwa media MS + 0.5 mg L<sup>-1</sup> NAA merupakan media terbaik untuk pengakaran kalus krisan. Pada tahun yang sama, Nalini (2012) mengungkapkan bahwa media MS + 3 mg L<sup>-1</sup> kinetin + 2 mg L<sup>-1</sup> IAA merupakan media terbaik untuk menginisiasi munculnya tunas. Lindiro ., (2013) menambahkan bahwa media terbaik untuk menginisiasi munculnya tunas krisan adalah media MS + 2 mg L<sup>-1</sup> BAP. Menurut Zafarullah *et al.*, (2013) media MS + 1 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> IAA merupakan media terbaik untuk multiplikasi tunas krisan secara *in vitro*.

## KESIMPULAN

Tanaman krisan yang dibudidayakan secara *in vitro* dapat terinduksi tunasnya secara maksimal apabila menggunakan eksplan bagian pucuk yang dikombinasikan dengan Benzil Amino Purin 2 ppm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barakat MN, RSA Fattah, M Badr, MG El-Torky. 2010. *In vitro* culture and plant regeneration derived from ray florets of *Chrysanthemum morifolium*. African J Biotechnol 9(8): 1151-1158.
- Ilahi I, M Jabeen, SN Sadaf. 2007. Rapid clonal propagation of *Chrysanthemum* through embryogenic callus formation. Pakistan J Bot 39(6): 1945-1952.
- Jaramillo EH, A Forero, G Cancino, AM Moreno, LE Monsalve, W Acero. 2008. *In vitro* regeneration of three chrysanthemum (*Dendratherma grandiflora*) varieties via organogenesis and somatic embryogenesis. Universitas Scientiarum 13(2): 118-127.
- Lindiro C, J Kahia, T Asimwe, I Mushirniyimana, B Waweru, M Kouassi, E Koffi, S Kone, PY Sallah. 2013. *In vitro* regeneration of pyrethrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) plantlets from nodal explants of *in vitro* raised plantlets. international journal of application or innovation in engineering and management 2(7): 207213.
- Miler N, M Zalewska. 2014. Somaclonal variation of *Chrysanthemum* propagated *in vitro* from different explants types. Acta Sci. Pol 13(2): 69-82.
- Misra P, SK Datta. 2007. Standardization of *in vitro* protocol in *Chrysanthemum* cv. Madam E Roger for development of quality planting material and to induce genetic variability using gamma radiation. Indian J Biotechnol 6(1): 121-124.
- Nahid JS, S Shyamali, H Kazumi. 2007. High frequency shoot regeneration from petal explants of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. *in vitro*. Pakistan J Biol Sci 10(19): 3356-3361.
- Nalini R. 2012. Micropropagation of *Chrysanthemum morifolium* using shoot tip as explant. international journal of food, agriculture and veterinary sciences

2(2): 62-66.

- Nencheva D. 2006. *In vitro* prediction of plant height for *Chrysanthemum x grandiflorum* (Ramat.) Kitam. J Fruit Ornamental Res 14(1): 223-232.
- Saptowo, J.P, 2012. Regenerasi Tanaman secara *in vitro* dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. [http : // biogen. Litbang deptan.go.id](http://biogen.litbang.deptan.go.id).
- Shatnawi M, AA Fauri, H Megdadi, MKA Shatnawi, R Shibli, SA Romman, ALA Ghzawi. 2010. *In vitro* multiplication of *Chrysanthemum morifolium* Ramat and its responses to NaCl induced salinity. Jordan J Biol Sci 3(3): 101-110.
- Smith RH. 2013. Plant tissue culture: techniques and experiments. Academic press. Texas.
- Velma OP. Standardization of auxin concentration for root induction in *Chrysanthemum morifolium*. advances in applied science research 3(3): 1449-1453.
- Wattimena, G. A. (1991). Bioteknologi Tanaman, Pusat Antar Universitas. Bogor: Penerbit ITB.
- Winarsih, S dan Priyono, 2000. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Pembentukan dan Pengakaran Tunas Mikro pada Asparagus Secara *In Vitro*. Jurnal Hortikultura 16(1), 11-17
- Wirawati, T., Wijayani, A., dan Srilestari. 2010. Perakitan Tanaman Krisan “*Sakuntala*” menggunakan Metode *In Vitro*. Penelitian Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Waseem K, MS Jilani, MS Khan, M Kiran, G Khan. 2011. Efficient *in vitro* regeneration of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* L.) plantlets from nodal segments. african journal of biotechnology 10(8): 1477-1484.
- Yuwono T. 2006. Bioteknologi Pertanian. Univ Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Zafarullah S, S Ilyas, S Naz, F Aslam, F Manzoor. 2013. Effect of culture media and growth regulators on *in vitro* propagation of *Chrysanthemum indicum* L. Pakistan J Sci 65(4): 462-466.
- Zalewska M, A Tymoszek, N Miler. 2011. New *Chrysanthemum* cultivars as a result of *in vitro* mutagenesis with the application of different explant types. Acta Sci Pol 10(2): 109-123.

# NANOPARTIKEL KITOSAN UNTUK PENINGKATAN ADSORPSI ZAT WARNA METHYL ORANGE

RR Endang Sulistyawati, Tunjung Wahyu Widayati, Lingga Cahya Putranto,  
Bagus Heri Purnomo dan Fajar Rizqy Widyawan  
Prodi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
email: [endang.sulist@yahoo.co.id](mailto:endang.sulist@yahoo.co.id)

## Abstrak

Penggunaan kitosan sebagai adsorben limbah cair yang mengandung zat warna *methyl orange* dapat ditingkatkan efektivitasnya dengan modifikasi secara fisika dan kimia kitosan yang berukuran standar menjadi berukuran nano. Pembuatan nanopartikel kitosan pada penelitian ini menggunakan metode gelas ionik dengan pelarut asam asetat dan *crosslinker* Na-Tripolyphosphat sebagai penstabil. Pengecilan ukuran dilakukan dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan pengadukan yang divariasi. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan derajat deasetilasi sebesar 16,96% menjadi 72,03% dengan ukuran partikel terkecil 885 nm. Hasil relatif baik diperoleh pada pemakaian 3g kitosan, 1000 mL pelarut asam asetat 2% dan 200 mL Na-Tripolyphosphat 0,1%, dengan waktu pengadukan selama 60 menit pada kecepatan pengadukan 1200 rpm dan diperoleh daya serap sebesar 8,1404 mg/g..

**Kata kunci:** kitosan, nanopartikel, adsorpsi, *methyl orange*

## 1. Pendahuluan

*Methyl orange* ( $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$ ) adalah zat warna sintetis yang banyak digunakan sebagai pewarna pada industri tekstil, kertas, cat dan industri lainnya, sedangkan di laboratorium digunakan sebagai indikator titrasi. Seperti diketahui zat warna sintetis umumnya bersifat karsinogenik jika dikonsumsi, dapat menyebabkan iritasi dan alergi bila bersentuhan dengan kulit dan sulit terdegradasi. Selain itu keberadaan zat warna dalam limbah industri akan sangat mengganggu lingkungan meskipun dalam konsentrasi rendah, karena menimbulkan warna yang pekat.

Molekul zat warna *methyl orange* tersusun dari senyawa organik tidak jenuh, yang mempunyai sistem kromofor gugus azo ( $-N=N-$ ) bermuatan negatif dan mengandung gugus sulfonat berikatan dengan gugus aromatik. Sebagaimana senyawa azo, *methyl orange* sulit terdegradasi tetapi lebih mudah diadsorpsi (Singh et al., 2008) Oleh karena itu, sebagai salah satu upaya untuk menghilangkan zat warna dalam limbah adalah melalui proses adsorpsi. Salah satu jenis adsorben yang dapat digunakan adalah kitosan.

Kitosan, lazimnya disintesis dari reaksi deasetilasi kitin ( $(C_6H_{13}NO_5)_n$ ) yang dapat diisolasi dari binatang bercangkang (*crustacea*) misalnya udang, kepiting, dan rajungan. Kitosan sebagai suatu senyawa alami memiliki karakteristik biokompatibel, biodegradable, bioaktif dan tidak beracun sehingga aman untuk digunakan dan tidak merusak lingkungan. Menurut Banu et.al, 2006 dan Sey et.al, 2008, kitosan sebagai koagulan alami lebih efektif dibandingkan koagulan mineral seperti karbon aktif.

Kitosan (poly- $\beta$ -1,4-glucosamine) merupakan padatan amorf yang mempunyai gugus fungsi hidrosil -OH dan gugus amino -NH<sub>2</sub>. Kitosan dalam bentuk terprotonasi mempunyai kerapatan muatan yang tinggi dan bersifat sebagai polielektrolit kationik, sangat efektif berinteraksi dengan molekul bermuatan negatif dan biomolekul permukaan. Dalam kondisi asam berair gugus (-NH<sub>2</sub>) kitosan akan menangkap H<sup>+</sup> dari lingkungannya sehingga terprotonisasi menjadi -NH<sub>3</sub><sup>+</sup>. Gugus -NH<sub>3</sub><sup>+</sup> inilah yang menyebabkan kitosan bertindak

sebagai garam sehingga mudah larut dalam air dan dapat dimanfaatkan untuk adsorpsi zat warna yang bersifat anionik (Singh et al., 2008). Berdasarkan kajian pustaka, kitosan tanpa modifikasi telah digunakan oleh Sye et,al., 2008 dan Annadural, G, et.al, 2008 yang melakukan penelitian pengolahan limbah zat warna industri tekstil.

Kitosan sebagai penjerap (adsorben) masih dapat ditingkatkan daya serapnya dengan modifikasi secara kimia maupun fisika menjadi partikel berukuran nano. Nanopartikel adalah partikel yang berukuran antara 1-1000 nm (Rachmawati, 2007). Keunggulan Nanopartikel kitosan karena mempunyai kemampuan difusi dan penetrasi yang lebih baik ke dalam lapisan mukus. Ukuran partikel yang kecil menyebabkan bidang sentuh dengan zat akan dijerap semakin besar sehingga memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih besar dibanding dengan kitosan dalam ukuran mikron. Pembuatan nanopartikel kitosan pada penelitian ini dilakukan dengan proses gelasi ionik yaitu salah satu metode *bottom up* menggunakan *crosslinker* atau pengikat silang polianion TriPoly-Phosphate (Na-TPP) dan *sizing reducing* (pengecilan ukuran). Metode ini memiliki keunggulan yakni sederhana, dapat menggunakan pelarut organik, dan dapat dikontrol dengan mudah (Etik M.,dkk. 2012). Untuk mendapatkan kondisi proses yang optimal dan nanopartikel kitosan dengan tingkat monodispersitas dan stabilitas yang tinggi serta mengetahui efektifitas nanopartikel kitosan sebagai bahan penjerap, maka dilakukan penelitian dengan dengan bahan uji zat warna *methyl orange*.

Adsorpsi terjadi apabila permukaan padatan dipaparkan pada molekul adsorbat. Adsorbat akan membentur permukaan padatan, sehingga sebagian akan menempel dan terjerap, sedangkan sebagian yang lain terpantul kembali. Adsorpsi zat warna orange akan berlangsung dengan baik bila garam kitosan kuarterner sebagai penjerap terprotonasi, sehingga dapat berikatan dengan gugus sulfonat pada zat warna. Hal ini disebabkan bahwa mekanisme adsorpsi yang terjadi adalah interaksi gugus amonium kuarterner dengan gugus sulfonat zat warna. Peningkatan adsorpsi dipengaruhi jumlah adsorben, suhu, dan konsentrasi zat warna (Sugita P,dkk.,2009 ). Faktor-faktor yang ditinjau dalam penelitian ini adalah pengaruh kecepatan pengadukan pada proses pembuatan nanopartikel kitosan, terhadap peningkatan daya serap nanopartikel kitosan pada larutan *methyl orange* diberbagai waktu adsorpsi.

## 2. Metodologi Penelitian

Bahan yang digunakan kitosan dengan derajat deasetilasi 55,07% asam asetat (Merck) Na-Tripolyphosphat (Sigma), serbuk *methyl orange* dan aquades.

### Sintesis Nanopartikel kitosan

Kitosan dengan massa 3g dilarutkan ke dalam 1000 mL larutan asam asetat 2%. Campuran diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu kamar hingga semua kitosan terlarut. Ke dalam larutan kitosan ditambahkan 200 mL Na-TPP dengan konsentrasi 0,1 % tetes demi tetes dan diaduk dengan kecepatan pengadukan yang divariasasi 100 rpm, 300rpm, 600rpm, 900 rpm, 1200 rpm sehingga diperoleh suspensi kitosan. Pengadukan dilanjutkan selama 1 jam agar proses *crosslinking* berlangsung sempurna. Pembentukan nanopartikel dilakukan dengan mengeringkan suspensi kitosan menggunakan pengering semprot (*spray dryer*). dengan medium pemanas udara yang dihembuskan dari *heater* pada suhu 130°C dengan arah berlawanan sehingga terbentuk butiran kitosan berukuran nano.

### Proses Adsorpsi

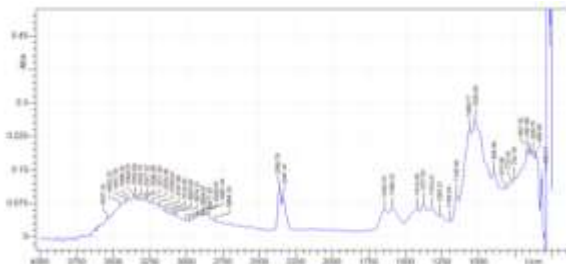
Hasil nanopartikel kitosan diuji daya jerapnya terhadap 50 mL larutan *methyl orange* 10 ppm, menggunakan kitosan 0,05 g dan waktu kontak 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit.

Konsentrasi larutan *methyl orange* dianalisis menggunakan spektrofotometer. Hasil optimasi daya serap, dianalisis nilai derajat deasetilasi dan ukuran butiran nanokitosan menggunakan *Fourier Transform InfraRed (FTIR)* dan *Scanning Electron Microscopy (SEM)*

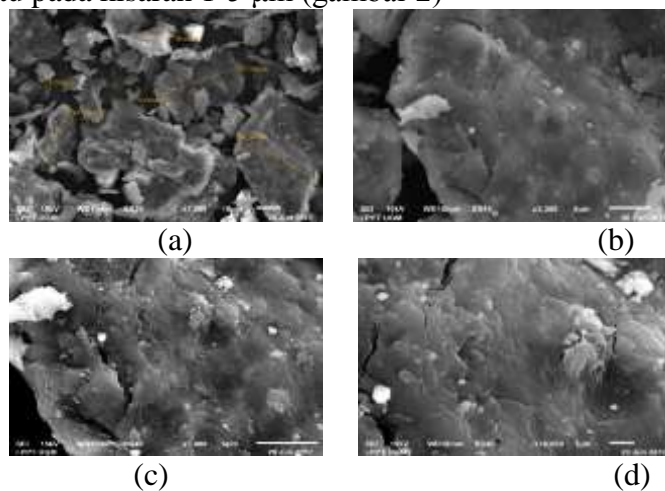
### 3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik kitosan bahan baku diuji menggunakan FTIR dan SEM. Hasil analisis menggunakan ditunjukkan pada gambar 1 dan gambar 2.

Gambar 1. Spektrum Kitosan bahan baku



Kitosan berdasarkan struktur molekulnya mempunyai gugus fungsi hidroksil -OH dan gugus amino -NH<sub>2</sub>. Penyusuran dilakukan pada daerah frekuensi 4000 – 400 cm<sup>-1</sup>. Gambar 1 menunjukkan gugus-OH dan -NH<sub>2</sub> kitosan masing-masing terletak pada angka gelombang 3450 dan 1665 cm<sup>-1</sup>. Derajat deasetilasi kitosan ditentukan dengan *base line method* dan diperoleh nilai 55,07% sehingga belum memenuhi standar mutu kitosan komersil yaitu ≥ 70%. Hasil analisis menggunakan SEM untuk mengetahui ukuran partikel kitosan. pada pembesaran 1000x, sampai dengan 10000x menunjukkan bahwa ukuran partikel kitosan tidak seragam yaitu pada kisaran 1-5 μm (gambar 2)



Gambar 2. Hasil Foto SEM terhadap Butiran Kitosan dengan Pembesaran: 1000x(a) 3300x (b), 5000x (c) dan 10000x (d).

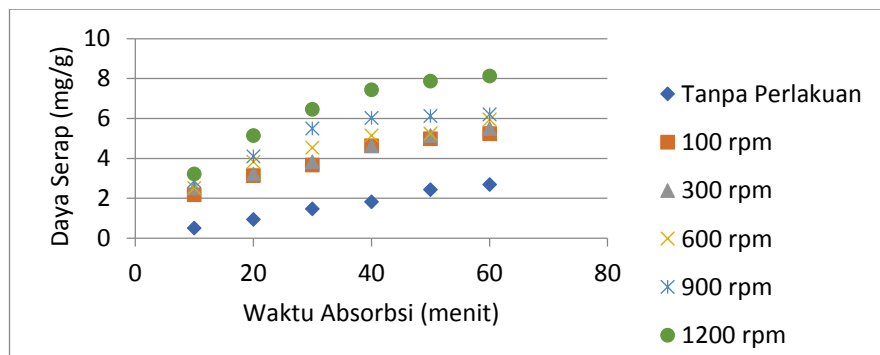
### Pengujian kemampuan daya serap kitosan

Pengujian kemampuan daya serap kitosan dibuat dengan bahan uji larutan *methyl orange* sebagai adsorbat. Hasil pengamatan secara visual terlihat adanya perubahan warna larutan *methyl orange* dari warna jingga menjadi bening. Secara kuantitatif pengamatan konsentrasi *methyl orange* sisa dilakukan menggunakan *spektrometri-visible* dengan mengukur nilai absorbansi pada panjang gelombang 482 nm . Hasil selengkapnya disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pengaruh Kecepatan Pengadukan terhadap Daya Serap pada Berbagai Waktu Adsorpsi (massa kitosan= 3g ; volume asam asetat 2%=1000 mL ; Na.TPP 0,1%= 200 mL; larutan *methyl orange* 10 ppm=50 mL; massa adsorben= 0,05g)

Waktu Adsorpsi (menit)	Daya Serap (mg/g)					
	Kitosan bahan baku	Kecepatan Pengadukan, rpm				
		100	300	600	900	1200
10	0,5088	2,1754	2,5263	2,5263	2,8772	3,2281
20	0,9474	3,1404	3,2281	3,8421	4,1053	5,1579
30	1,4737	3,6667	3,8421	4,5439	5,5088	6,4737
40	1,8246	4,6316	4,6316	5,1579	6,0351	7,4386
50	2,4386	4,9825	5,1579	5,2456	6,1228	7,8772
60	2,7018	5,2456	5,5088	5,9474	6,2105	8,1404

Hasil analisis menunjukkan bahwa secara umum daya serap nanokitosan terhadap konsentrasi zat warna *methyl orange* pada berbagai waktu lebih besar dibanding kitosan bahan baku. Perbedaan yang paling jauh yaitu 2,7018 dan 8,1404 mg/g Hal ini menunjukkan nanokitosan mempunyai luas permukaan yang lebih besar. Tabel 1 dan gambar 3 menunjukkan semakin lama waktu kontak, semakin banyak partikel yang mampu terikat oleh adsorben. Pengaruh kecepatan penga-



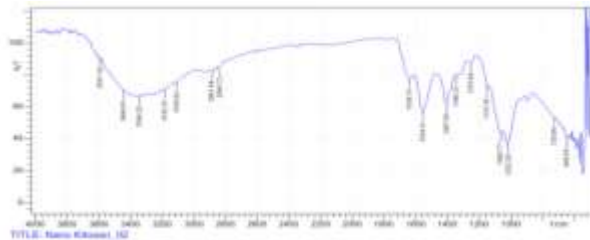
Gambar 3. Hubungan Daya Serap dengan Waktu Adsorpsi pada Berbagai Kecepatan Pengadukan

dukan terhadap daya serap *methyl orange* pada berbagai waktu juga meningkat, karena banyak partikel yang mampu terikat oleh adsorben sehingga larutan *methylorange* semakin jernih. Penggunaan kecepatan pengaduk yang tinggi dapat membantu kelarutan kitosan sehingga zat tersebut mengalami homogenisasi jauh lebih sempurna dibandingkan dengan kecepatan pengadukan yang lebih rendah sehingga nano kitosan yang dihasilkan memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dengan luas permukaan yang besar. Luas permukaan yang besar menyebabkan bidang sentuh dengan zat akan dijerap semakin besar sehingga kapasitas adsorpsi menjadi lebih besar. Penjerapan yang relatif baik dicapai pada menit ke-60 dengan kecepatan pegadukan 1200 rpm dengan daya serap 8,1404 mg/g.



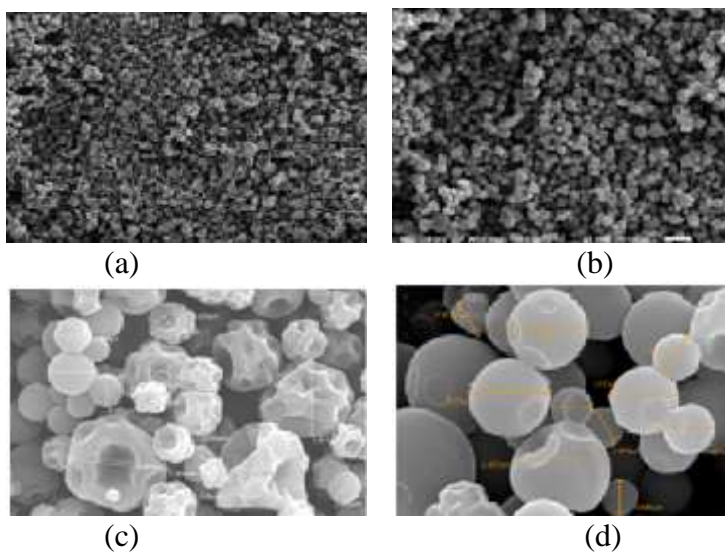
## Karakteristik Nano Kitosan

Analisis menggunakan FTIR dan SEM dilakukan pada nano kitosan dengan daya serap relatif baik. Gambar 4 menunjukkan gugus-OH dan -NH<sub>2</sub> nanokitosan masing-masing berada pada angka gelombang 3440,76 dan 1647,09 cm<sup>-1</sup>. Derajat deasetilasi nano kitosan meningkat 16,96% menjadi 72,03%, Peningkatan derajat deasetilasi dikarenakan adanya pemutusan rantai polimer menjadi monomer-monomer akibat proses gelasi ionik sehingga gugus amino nanokitosan bertambah dan daya serapnya menjadi lebih baik.



Gambar 4. Spektrum FT-IR Nano Kitosan

Hasil analisis menggunakan SEM dengan perbesaran 500x sampai dengan 10.000x terlihat telah terbentuk partikel berukuran nano yakni 885nm, walaupun masih terdapat partikel yang berukuran terbesar 2507 nm. akan tetapi



Gambar 5. Hasil foto SEM Nanokitosan pada Kecepatan Pengadukan 1200 rpm, perbesaran (a) 500x, (b)1000x, (c) 5.000x dan (d) 10.000x

telah mengalami pengecilan dari yang semula 5000 nm. Penyebab timbulnya ukuran mikropartikel disebabkan pada larutan yang dibuat telah terjadi proses aglomerasi yang menyebabkan partikel ukuran nano berubah menjadi partikel mikro sehingga menyebabkan ukuran partikel tidak beraturan dan tidak seragam hal ini diduga pengaruh saat pemakaian alat *spray dryer* dan reaksi *Na-TPP* belum mencapai batas reaksi sehingga tidak dapat menstabilkan larutan. Secara fisik, pada kitosan tidak terjadi perubahan bentuk sedangkan pada nanokitosan ditandai terbentuknya serabut atau sayatan-sayatan tipis sehingga membantu proses penyerapan.

#### 4. Kesimpulan

Nanopartikel kitosan dibuat dengan metode gelasi ionik menggunakan pelarut asam asetat dan *crosslinker* Na-Tripolyphosphat. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan nilai derajat deasetilasi dari 55,07% menjadi 72,03% dan pengecilan ukuran dari 1-5  $\mu\text{m}$  menjadi 885-2507 nm. Daya serap relatif baik sebesar 8,1404 mg/g diperoleh menggunakan kitosan 3 g, 1000 ml pelarut asam asetat 2% dan 200 ml Na-TPP 0,1% dengan kecepatan pengadukan 1200 rpm dan waktu adsorpsi 60 menit.

#### 5. Daftar Pustaka

- Annadural, G, Ling LY, Lee JF, 2008, *Adsorption of Reactive Dy from An Aqueous Solution by Chitosan: Isotherm, Kinetic And Thermodynamic Analysis*, *J Hazard Mater* 152:337-346
- Banu, L Agneista M, Grazina Z.T. 2006, *Sorption Kinetic of Zinc and Nickel Ions on Chitosan and Activated Carbon*. The Annals of the University Dunarea deJos of Galati, Fascicle VI-Food Technology.
- Etik Mardiyati,dkk. 2012. *Kitosan –Trypolyphosphate Dengan Metode Gelasi Ionik: Pengaruh Konsentrasi dan Rasio Volume Terhadap Karakteristik Partikel*. Pusat Teknologi Farmasidan Medika – BPP
- Purwantiningsih Sugita, Wukirsari, T. Sjahriza, Ahmad., & Wahyono, D. 2009. *Kitosan Sumber Biomaterial Masa Depan*. IPB Pres. Bogor
- Rachmawati H., Reker-Smit C., Hooge M. N. L.,Loenen-Weemaes A. M. V.,Poelstra K., Beljaars L., 2007, *Chemical Modification of Interleukin-10 with Mannose 6-Phosphate Groups Yields a Liver-Selective Cytokine*, *DMD*, 35: 814-821
- Singh V, Sharma AK, Tripathi DN, Sanghi R.,2008, *Poly(methylethacrylate) Grafted Chitosa: An Efficient Adsorbent forAnionic Azo Dyes*. *J Hazard Mater* doi: 10.1016/j.jhazmat. 2008.04.096
- Sye WF, Lu LC, Tai JW. 2008, *Application of Chitosan Beads and Porous Crab Shell Powder, Combined with Solid-phase Microextraction for Detection and the Removal of Colour from Textile Waste Water*, *Carbohydrate Polym* 72: 550-55

**PARAMETER KUALITAS BATUBARA PERINGKAT RENDAH  
LAPISAN WARA FORMASI WARUKIN  
KALIMANTAN SELATAN**

Oleh:

**Sudaryanto dan Edy Nursanto**

Jurusan Teknik Pertambangan

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

*Abstrak*

Batubara telitian berasal dari pertambangan PT. Adaro Indonesia terletak pada Formasi Warukin yang banyak mengandung endapan batubara yang diselingi oleh batulempung dan batupasir. Sampel telitian diambil dari blok Wara. Sampel diambil pada lapisan Wara 120. Analisis kimia batubara dilakukan dengan analisis ultimat yang meliputi unsur-unsur pada batubara seperti C, H, O, N dan S.

Hasil analisa ultimat yang telah dilakukan pada batubara lapisan Wara sebagai berikut: untuk lapisan Wara 120 secara berturut-turut kandungan unsur karbon adalah (57,11-61,52)%. Unsur hidrogen adalah (5,37-6,24)%. Unsur oksigen adalah (29,07-34,07)%. Unsur nitrogen adalah (0,52-0,68)%. Parameter kualitasnya adalah : Abu 3,57-6,11% , kandungan air 21,27-30,90% , zat terbang 35,28-49,67 dan fixed karbon 19,29-28,94%. Parameter kualitasnya adalah : Abu 3,57-6,11% , kandungan air 21,27-30,90% , zat terbang 35,28-49,67% dan fixed karbon 19,29-28,94 %.

Kandungan unsur kimia batubara paling penting dan mempunyai persentase paling banyak adalah unsur karbon. Batubara Formasi Warukin termasuk batubara peringkat rendah jenis lignit dengan kandungan unsur karbon paling besar 61,52% dan hidrogennya 6,24%.

**Kata kunci : Kimia dan Parameter Kualitas Batubara, Batubara, Formasi Warukin**

## **A. PENDAHULUAN**

### **A.1. Karakteristik Kimia**

#### **1. Karbon dan Hidrogen**

Kandungan karbon dan hidrogen sekitar 70-90% dan 2-6% (daf) (Speight, 1994) yang merupakan bahan organik pada batubara dan merupakan komposisi yang paling penting. Hidrogen terdapat dalam batubara dalam bentuk kombinasi alifatik dan aromatik. Selama proses pembatubaraan jumlah hidrogen berangsur-angsur semakin berkurang terutama oleh evolusi gas metan. Dengan demikian hidrogen merupakan parameter penting dan menentukan peringkat batubaranya. Kandungan hidrogen sekitar 5-6% dalam lignit, 4,5-5,5% dalam batubara bituminus dan sekitar 3-3.5% dalam semi-antrasit dan antrasit.

#### **2. Oksigen**

Oksigen terjadi secara alamiah dalam batubara sebagai hydroxyl, carboxyl, methoxyl dan grup carbonyl serta sebagai unit-unit struktural fundamental yang dikenal sebagai oksigen tak reaktif. Kadar oksigen dari suatu batubara berkurang selama proses pembatubaraan oleh adanya evolusi uap air dan oksida karbon dan oksigen ini merupakan parameter yang sangat menentukan peringkat batubara. Kadar oksigen dalam basis dmmf sangat bervariasi dari sekitar 20% dalam lignit, sampai 4-10% dalam batubara bituminous dan sekitar 1,5-2% dalam antrasit dan semi-antrasit.

### 3. Nitrogen

Sedikit sekali informasi yang diperoleh mengenai terjadinya nitrogen dalam batubara kecuali bahwa nitrogen tersebut merupakan bagian substansi batubara organik. Kadar nitrogen biasanya berkisar 0,5-2,0% (dmmf) dan tidak terkait dengan peringkat batubara walaupun sebagian nitrogen tersebut bisa hilang selama proses pembatubaraan. Kadar nitrogen biasanya diukur dengan reduksi ammonia dan dilaporkan dalam basis dmmf sebagai bagian dari analisa ultimat.

## A.2. Parameter Kualitas Batubara

### 1. Kandungan air

Kandungan air dalam batubara secara umum ada dua yaitu air permukaan (free moisture) dan kandungan air bawaan (inherent moisture). Kandungan air permukaan secara mekanis terdapat dalam permukaan dan retakan-retakan serta kapiler-kapiler besar (makro kapiler) batubara dan mempunyai tekanan gas normal. Jumlah kandungan air bebas secara prinsip tergantung dari kondisi yaitu dari lembab sampai kering. Hal tersebut juga tergantung dari penambangan, benefisiasi, transportasi, penambangan dan penyimpanan juga distribusi ukuran butirnya. Kandungan air bawaan berada pada mikro pori, yang mempunyai tekanan lebih rendah dari tekanan uap normal.

Kandungan air bawaan ini penting diketahui, karena dapat digunakan untuk mengindikasikan peringkat batubara. Semakin tinggi kandungan air bawaan pada batubara, peringkatnya makin rendah dan demikian juga sebaliknya.

- Pengurangan kandungan air  
Kandungan air dalam batubara basah biasanya dapat berkurang oleh daerah yang berventilasi dan berdrainase baik. Batubara yang berukuran halus mempunyai kapasitas absorpsi air yang tinggi sehingga membutuhkan proses penghilangan air. Untuk menghilangkan kandungan air dari batubara halus dapat dihilangkan atau dikurangi dengan cara mekanis dan panas. Secara mekanis contohnya dengan dewatering, sedangkan untuk kandungan air bawaan dilakukan dengan cara pengeringan yang bermacam-macam seperti *steam drying*, *hot water drying* maupun *oil drying*.
- Pengaruhnya dalam handling dan grinding  
Kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan masalah dalam handling (penanganan) serta dengan grinding (peremukan). Jika jumlahnya tinggi akan menambah biaya produksi yang sangat signifikan. Oleh karena itu perlu penanganan yang khusus, seperti bagaimana design dari peralatannya dan perlu tidaknya menggunakan peralatan tambahan. Batubara basah serta ukuran butir yang relatif kecil mengalami kecenderungan menggumpal dalam *bunker* dan *chute*, oleh karena itu dalam penanganannya diperlukan suatu peralatan dengan design yang cocok seperti *vibrating chute* atau *chain feeder*. Dalam grinding kandungan air yang tinggi akan menyebabkan kapasitas alat berkurang karena ketidakmampuan sistem pengeringan.
- Pengaruhnya dalam pembakaran

Kandungan air akan menyulitkan dalam pembakaran, karena sebagian dari panas akan terbuang sebagai *sensible heat* untuk menguapkan air, jadi ada kehilangan panas. Kehilangan panas tersebut bisa mencapai 0,2 % dari nilai kalor untuk setiap kenaikan 1 % kandungan air. Tetapi dalam jumlah sedikit air tetap diperlukan untuk dapat mengontrol pembentukan  $\text{NO}_x$  dan smoke.

- Pengaruhnya dalam pembuatan kokas

Kandungan air bawaan yang ada dalam mikro pori sangat berhubungan dengan sifat *swelling* (pengembangan) dari batubara. Jika batubara mengandung air bawaan 1,5 – 2,5 % mempunyai sifat *swelling* tinggi sedangkan jika kandungan air bawaan lebih besar dari 4 % mempunyai sifat *swelling* yang rendah.

## 2. Kandungan abu

Seperti telah diketahui bahwa kandungan batubara terdiri dari 3 unsur yaitu air, material batubara (*coal matter*) dan material batubara (*mineral matter*). Mineral matter terdiri atas 2 macam yaitu mineral matter bawaan (*inherent mineral matter*) dan mineral matter dari luar batubara (*extraneous mineral matter*). *Inherent mineral matter* (IMM) berhubungan dengan tumbuh-tumbuhan yang hidup dirawa-rawa dan sulit dipisahkan dari batubara, biasanya berjumlah 0,5-1,0% . *Extraneous mineral matter* (EMM) terjadi saat terambil waktu penambangan (*parting*), terbawa waktu terjadi banjir ke lapisan batubara pada waktu pembentukannya. EMM dapat dipisahkan dari batubara dengan proses pencucian.

Apabila batubara dipanaskan, maka mineral matter tersebut akan mengalami perubahan secara kimia menjadi abu. Perubahan kimia tersebut antara lain sebagai berikut:

- Kehilangan air dari senhyawa-senyawa yang mengandung hidrogen.
- Kehilangan  $\text{CO}_2$  dari karbonat.
- Oksidasi  $\text{FeS}_2$  menjadi besi sulfida dan magnesium oksida.
- Penguapan dan penguraian dari alkali *chloride*.

Secara umum untuk memperkirakan jumlah mineral matter dapat dicari dari rumus :  $\text{MM} = 1,1 \times \text{kandungan abu}$  atau  $\text{MM} = 1,08 + 0,55\text{S}$ , A = kandungan abu S = kandungan sulfur

## 3. Zat Terbang

Zat terbang terdiri dari *combustible* gases (gas-gas yang mudah terbakar) seperti gas Hidrogen, CO dan  $\text{CH}_4$  serta gas-gas yang dapat dikondensasikan seperti tar dengan sejumlah kecil gas-gas yang tidak mudah terbakar seperti  $\text{CO}_2$  dan air yang terbentuk karena hasil dehidrasi dan kalsinasi. Zat terbang juga dapat digunakan sebagai ukuran untuk menentukan peringkat batubara.

Pengaruh dalam preparasi batubara adalah jika kandungan zat terbang tinggi (>24%) maka batubara akan mudah terbakar. Untuk mengatasi hal tersebut sebaiknya batubara tidak dilakukan penggerusan terlalu halus, karena sanga berpotensi untuk mudak meledak.

## 4. Fixed Carbon

Sebagai komponen dari analisis proksimat, Fixed Carbon dihitung dari :

$$\text{FC} = 100 - (\text{A} + \text{VM} + \text{IM})$$

Rasio Fixed Carbon dengan *Volatile matter* (zat terbang) disebut dengan *FR (Fuel Ratio)*.

FR juga dapat digunakan sebagai pegangan untuk menentukan peringkat batubara.

## 5. Nilai Kalor

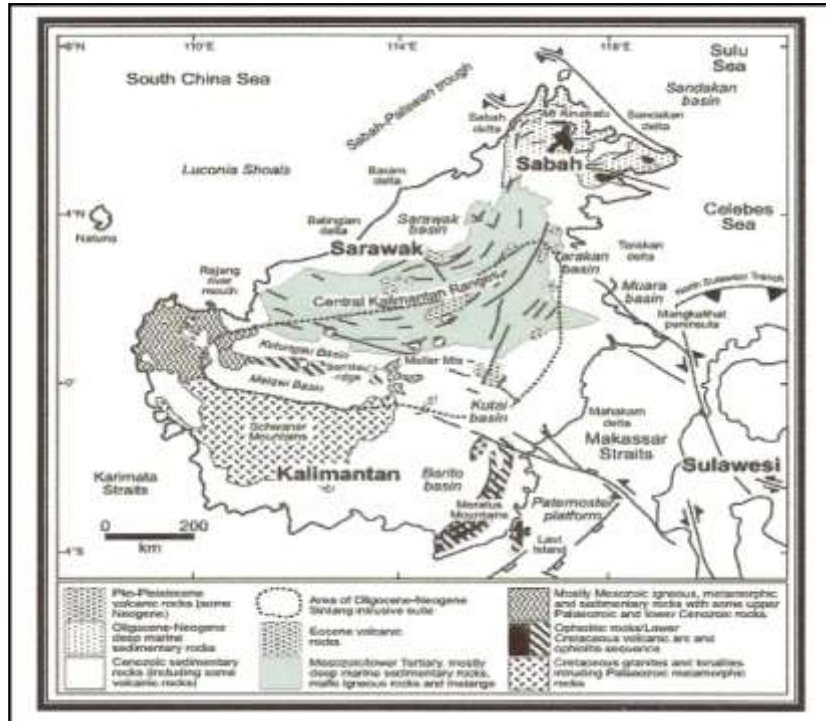
Nilai kalor dari batubara merupakan jumlah panas dari komponen yang terbakar seperti karbon, hidrogen dan sulfur dikurangi panas penguraian dari material karbonan dan ditambah atau dikurangi dengan panas reaksi eksotermis atau endotermis yang terjadi dari pembakaran komponen pengotor.

## B. TINJAUAN GEOLOGI

Batubara telitian berasal dari pertambangan PT. Adaro Indonesia terletak pada Formasi Warukin yang banyak mengandung endapan batubara yang diselingi oleh batulempung dan batupasir. Sampel telitian diambil dari blok Wara.

Berdasarkan tatanan tektoniknya, daerah penelitian merupakan Cekungan Barito yang berada di Pulau Kalimantan. Darman dan Sidi (2000) menjelaskan, Cekungan Barito berada sepanjang batas tenggara dari Pegunungan Schwaner pada Kalimantan bagian selatan (Gambar 1).

Cekungan ini dibatasi oleh Pegunungan Meratus pada bagian timur dan patahan Adang pada bagian utara. Cekungan Barito mempunyai bentuk cekungan yang tidak simetri, berupa foredeep pada bagian timur dan bentuk Schwaner atau Pegunungan Kalimantan Barat pada bagian barat. Cekungan Barito memiliki bentuk cekungan yang arahnya memanjang dari timur laut-barat daya, bentuk ini memiliki arah yang sama dengan bentuk Pegunungan Meratus yang menjadi batas bagian tenggara cekungan. Cekungan Barito adalah cekungan asimetri, terbentuk di daerah foredeep pada bagian Timur dan sebuah platform berdekatan dengan Schwaner atau Shield Kalimantan Barat. Cekungan Barito mulai terbentuk pada akhir Kapur, bersamaan dengan tumbukan antara Paternosfer dengan South-West Borneo microcontinent.



Gambar 1. Tatanan tektonik dan geologi Kalimantan (Setyana et al., 1999)

Pada Kala Miosen proses regresi terjadi yang mengakibatkan Cekungan Barito menjadi transisi yaitu mulai dari dataran banjir, saluran limpahan, dan rawa yang mengendapkan

Formasi Warukin berupa batulumpur dengan sisipan batupasir dan batubara (Heryanto, 2008).

Formasi Warukin terdiri dari tiga anggota, dari tua ke muda yaitu:

- a. Warukin Bawah, merupakan selang-seling napal, batugamping, serpih, dan serpih gampingan.
- b. Warukin Tengah, terdiri dari napal, lanau, lempung dan lapisan pasir tipis dengan sisipan batubara.
- c. Warukin Atas, terdiri dari batubara dengan sisipan lempung karbonat dan batupasir.

Formasi Warukin berumur Miosen Awal-Miosen Akhir. Formasi Warukin pertama kali ditemukan di Desa Warukin, Tanjung Raya, Kalimantan Selatan.

### **C. KIMIA DAN PARAMETER KUALITAS BATUBARA**

Pengambilan sampel batubara dilakukan pada pertambangan PT. Adaro Indonesia. Sampel diambil pada lapisan Wara 120. Analisis kimia batubara dilakukan dengan analisis ultimat yang meliputi unsur-unsur pada batubara seperti C, H, O, N dan S. Standar analisa ultimat yang dipakai adalah: ASTM D 3176-89 (2009), ASTM D 4239-10 (2010), ASTM 5373-08 (2009).

Hasil analisa ultimat yang telah dilakukan pada batubara lapisan Wara sebagai berikut: untuk lapisan Wara 120 secara berturut-turut kandungan unsur karbon adalah (57,11-61,52)%. Unsur hidrogen adalah (5,37-6,24)%. Unsur oksigen adalah (29,07-34,07)%. Unsur nitrogen adalah (0,52-0,68)%. Parameter kualitasnya adalah : Abu 3,57-6,11% , kandungan air 21,27-30,90% , zat terbang 35,28-49,67% dan fixed karbon 19,29-28,94%.

### **D. KESIMPULAN**

1. Kandungan unsur kimia batubara paling penting dan mempunyai persentase paling banyak adalah unsur karbon. Parameter kualitasnya kandungan paling besar adalah : Abu 6,11% , kandungan air 30,90% , zat terbang 49,67% dan fixed karbon 28,94%.
2. Batubara Formasi Warukin termasuk batubara peringkat rendah jenis lignit dengan kandungan unsur karbon paling banyak 61,52% dan hidrogen rata-rata 6,24%.

### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Edy N., 2014, Karakteristik Maseral, Mineralogi dan Geokimia Batubara Formasi Warukin pada Cekungan Barito-Kalimantan Selatan dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Pencairan Batubara, Disertasi, Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada, 307 hal.
2. Darman H. dan Sidi , F.H., 2000, An Outline of The Geology of Indonesia, Indonesian Association of Geologist (Ikatan Ahli Geologi Indonesia-IAGI), p.69-73 (2000).
3. Heryanto R., 2008, Paleogeografi Cekungan Tersier Barito, Kalimantan, Prosiding Pertemuan Tahunan IAGI ke-37, pp.238-257.
4. Speight J.G., 1994, The Chemistry and Technology of Coal, Marcel Dekker Inc., New York, 642 p.

5. Setyana A.H., Nugroho D., Surantoko I., 1999, Tectonic Controls on The Hydrocarbon Habits of The Barito, Kutai, and Tarakan Basins, Eastern Kalimantan, Indonesia: Major Dissimilarities in Adjoining Basins, *Journal of Asian Earth Sciences*, Vol. 17, pp. 99-122.

Tabel 1. Kimia dan Parameter kualitas Batubara

<b>Lapisan</b>	<b>Abu (%)</b>	<b>IM (%)</b>	<b>VM (%)</b>	<b>FC (%)</b>
Wara 120	3,57-6,11	21,27-30,90	35,28-49,67	19,29-28,94
IM = Kadar air, VM = Zat terbang, FC = Fixed Carbon				
<b>Lapisan</b>	<b>C (%)</b>	<b>H (%)</b>	<b>N (%)</b>	<b>O (%)</b>
Wara 120	57,11-61,52	5,37-6,24	0,52-0,68	24,61-33,33



# CONTROL OF GEOLOGY STRUCTURE ON GEOMETRY AQUIFER OF GROUNDWATER IN “NON-GROUNDWATER BASIN” AREA IN GEDANGSARI, GUNUNGKIDUL, DIY

**Bambang Prastistho\*) Puji Pratiknyo\*) Achmad Rodhi\*) C. Prasetyadi \*)**

\*) Geological Engineering, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. SWK St. 104, Condongcatur, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta, Postal Code 55283. E-mail: *bprastistho@yahoo.com*

## ABSTRACT

Ground water is one of natural resources that serves to support life and development activities. Until now, groundwater is still the main source to meet the water needs for the population, both for drinking water, households, irrigation water and industrial water, so that groundwater is a natural wealth that fulfills the livelihood of many people. Efforts for the effectiveness and efficiency of groundwater use need to be done continuously and continuously, especially to meet basic daily needs, followed by the use of groundwater for other purposes, such as agriculture, environmental sanitation, industry, tourism etc.

The existing “non-groundwater basin” zone in Gunungkidul Regency, especially in Gedangsari sub-district is controlled by a fracture system that can be divided into two systems, such as fractures as tunnel or tract or fracture as a trapped water or in other words as a groundwater aquifer. The method applied in this research is geological and hydrogeological loading. Hydrogeological mapping includes the research of dug wells, boreholes, springs, supported by geoelectric measurements of the Sounding Schlumberger and Dipole-Dipole methods.

Distribution of groundwater based on dug wells, springs, and geoelectric data was found in the valley where the valleys found more geological structures and complexes. Based on geoelectric measurements, the aquifer system is controlled by a geological structure as a secondary porosity (fracture) in which groundwater trapped, which is configured with surface geological data as a fault zone and a water-saturated layer of rock and weathering zones. Geometry of groundwater aquifers horizontally spread over the valleys of the E-W Baturagung Mountains with aquifer depths of 10-200 meters

**Keywords:** groundwater, geological structure, groundwater basin.

## 1. INTRODUCTION

Groundwater is one of natural resources that serves to support life and development activities. Until now, ground water in the Gunungkidul area is still the main source to meet the raw water demand for the population, whether for drinking water, households, irrigation water and industrial water, so that ground water is a natural wealth that fulfills the livelihood of many people. The important role of ground water, when over-exploited exceeds the available potential, would have a negative impact on the quantity and quality of the groundwater itself and the environment.

Groundwater basins are naturally constrained by hydraulic borders controlled by local geological and hydrogeological conditions. The northern Gunungkidul area is classified as “non-groundwater basin” (ESDM, 2008) controlled by volcanic clastic product which have been solid and unfavorable as aquifer with primary porosity. Therefore, it is necessary to have a structural study as a secondary prosity discourse to determine the boundaries of

groundwater zone that can be used in the region as a supporting tool for the region and the community in the framework of groundwater management.

To that end, the authors conducted research related to the geometry of the aquifer based on the geological structure symmetry configured with geological and hydrogeological mapping data and geoelectric survey to technically determine the boundaries of the groundwater zone in the northern Gunungkidul region, either horizontally or vertically by determining detailed hydrogeological configuration of the groundwater zone.

## **2. RESEARCH METHODS**

The research method used is mapping of surface geology both geomorphological observation, geological structure and stratigraphy; as well as hydrogeological mapping in the form of measurement of dug wells, springs and geoelectric surveys of Schlumberger and Dipole-Dipole sounding methods. Groundwater level mapping through measurement of dug wells and springs as a basis for making groundwater maps and groundwater flow maps. While the surface geology data used as a reference as the basics of groundwater zone determination are correlated with the geoelectric survey results. Groundwater with different hydraulic conductivity values can be affected by evolving geological structures characterized by the discovery of dug wells with groundwater elevations close to topography. While springs appearing on geological structures can indicate that the geological structure acts as a channel where groundwater flows onto the surface.

Geological and hydrogeological mapping conducted by Gedangsari Sub-district and surrounding areas were found 9 geological structure observation stations, 76 measurement points of dug well, 11 measurement points of springs, correlated with 9 points of Sounding Schlumberger, 3 lines of Dipole-Dipole, and 1 wellbore point in the groundwater maps and geological structures (**Fig. 1**).

## **3. RESULTS**

Geology of research areas based on stratigraphic state and geological structure shows the layering of rock in general has a relative slope to the south, with the dominant lithology of clastic volcanic rock. Systematic fractures are heavily controlled by the fault as a form of secondary porosity. The fault distribution can be grouped into 3 general direction patterns such as N-S, NE-SW and NW-SE. The NE-SW and NW-SE direction is the pattern that controls the aquifer's spread of the research area. Among these faults is an important fault because it controls the geomorphology of the fault valleys, the emergence of springs and is the controller of a groundwater geometry system (aquifer system). While the N-S pattern is a fault pattern perpendicular to the direction of the morphology of homoclin hills that act as groundwater channels out as run-off.

Hydrogeological mapping includes the mapping of wells, springs and supported by geoelectric mapping Sounding Schlumberger and Dipole-Dipole methods. Distribution of dug wells are mostly in the valleys and lowlands, while the springs are on a slope bend between the morphology of the hills and valleys. Based on the mapping, the groundwater pattern can be known to the central part of the valley Gedangsari precisely in Hargomulyo. The direction of this flow is the indicator that the hills are an affixed area, while the valley of "Baturagung depression" is a discharge area with Juwetand Ngalang rivers as the channel of groundwater flow collected in this "Baturagung depression" becomes run-off.

Based on geoelectric measurements, it is shown that the aquifer system is controlled by the geological structure as the secondary porosity of groundwater trapped, indicated by a low resistivity value. The result of the geoelectric measurement of the Sounding

Schlumberger method, resistivity shows the stratigraphic distribution of both water-saturated and non-saturated (**Fig. 2**). Based on the measurement point indicated the saturated zone has a resistivity value ranging from 2-32 ohm.m, and the unsaturated zone between 44-55 ohm.m. While the geometrical measurements of the Dipole-Dipole method show the resistivity anomaly indicated as the fault zone and rock bedding (**Fig. 2**). On the lines of Dipole-Dipole shows an anomalous pattern tilted to the north as a fault and anomalous patterns tilted to the south as layers of rock. The aquifer distribution of this path is controlled by a fault structure indicated by a resistivity value <35 ohm.m, while the groundwater aquifer basement is indicated by a resistivity value > 35 ohm.m.

Geological measurements, the hydrogeology is configured into several block diagrams and cross-sections resulting in vertical dispersion orientation, then geophysical data as interpretation controllers and basic drawings of configuration and hydrostratigraphic cross-sections (**Fig. 3** and **Fig. 4**).

#### 4. CONCLUSION

Research indicates that the geological structure of the study area controls both vertical and horizontal exploitation as well as the abundance of groundwater in the Gedangsari aquifer geometry, Gunungkidul.

The geomorphological observations show the relative distribution of a relatively E-W elongated fault valve which is flanked by homoclin hills in the direction of the stocky and cesarean distribution as a fault zone and fracture with high intensity forming as a secondary porosity in the aquifer of the study area. Systematic fractures are controlled by the formation of faults that are grouped into three general directions. Geometry of groundwater aquifer is horizontally related to the distribution pattern of geologic structure of NE-SW and NW-SE direction including Terbah, Hargomulyo and Mertelu.

Hydrogeological mapping shows dug wells spread over the valleys and lows, while the springs are on a slope bend between the morphology of the hills and valleys. A vertical geometry based on geoelectric measurements shows that the aquifer is at a depth between 2-200 meters, indicated by a resistivity value ranging from 2-32 ohm.m.

#### ACKNOWLEDGEMENT

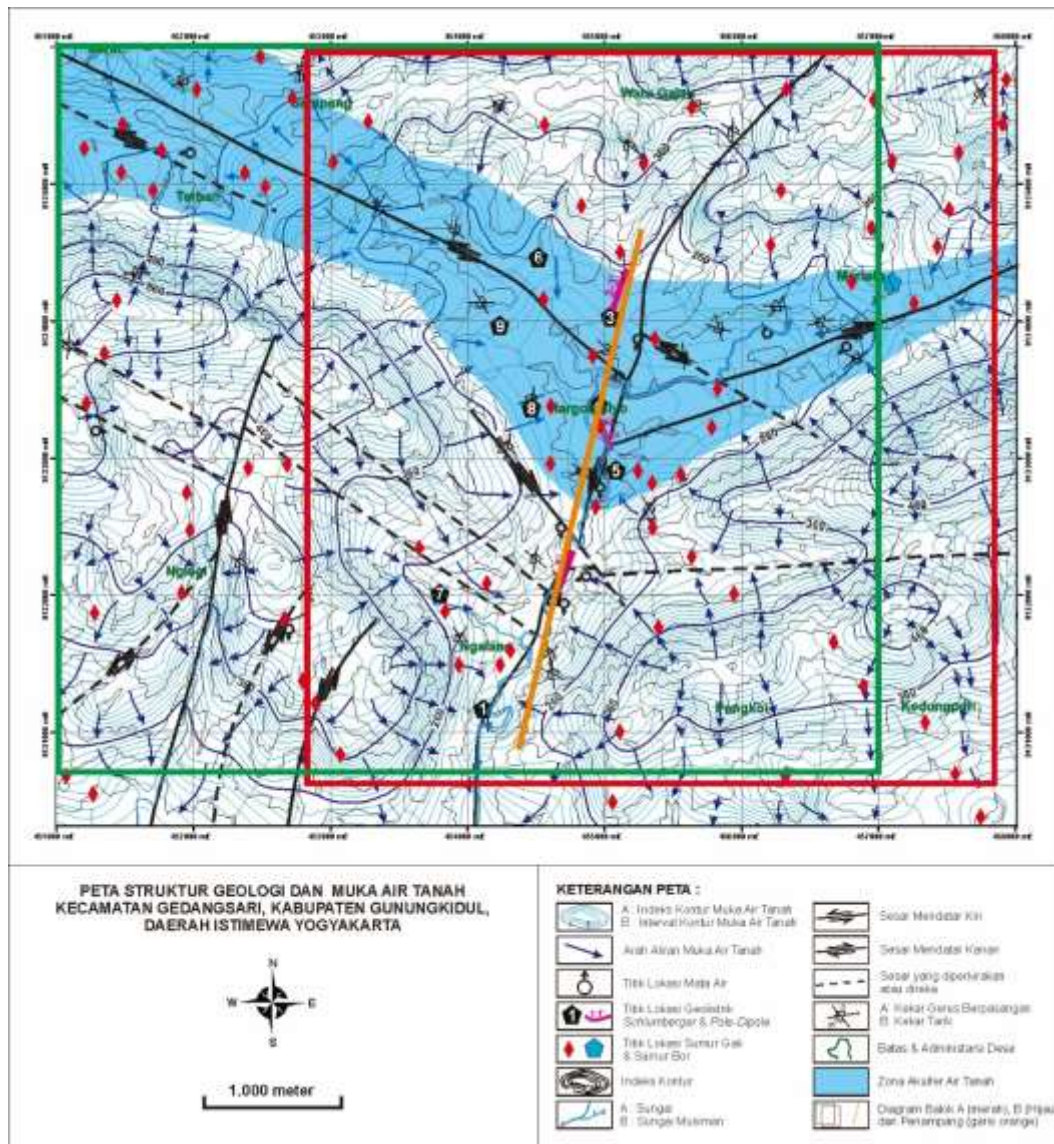
This research is granted by the Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) Program which hold by Director of Research and Community Services, Directorate of General Higher Education, Ministry of Education and Culture. We appreciate to the opportunity.

#### REFERENCES

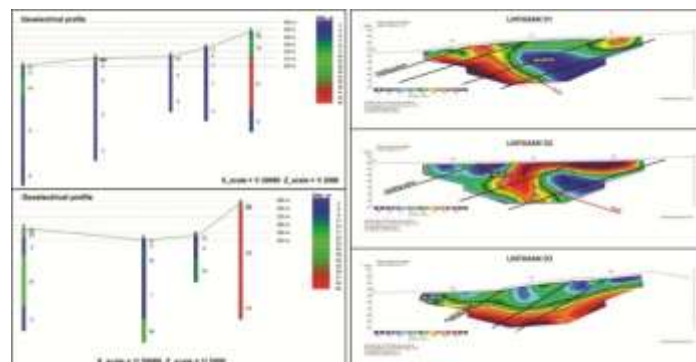
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kabupaten Gunungkidul. (2011). *Publikasi Data Spasial*, *bappeda.gunungkidul.go.id*. Yogyakarta: Bappeda Gunungkidul.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Gunungkidul. (2015). *Gunungkidul Dalam Angka 2015*. Yogyakarta: Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Gunungkidul.
- Rodhi, A., Edi Indrajaya, C. Prasetyadi, Jatmiko Setiawan and Puji Pratiknyo. (2016). *Fractures Control of Groundwater Aquifer Configuration at Baturagung Volcanic Range, A Potential New Geosite of Gunung Sewu Geopark*. In Regional

- Geoheritage Conference 2016 the 9th Indonesia-Malaysia Conference, 24-25, Yogyakarta.
- Surono, Sudarno, Ign, dan Toha B. (1992). *Peta geologi Lembar Surakarta-Giritontro*, skala 1:100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Todd, D.K. (1980). *Groundwater Hydrology*. New York: John Wiley and Sons.
- U. S. Geological Survey (USGS). (2000). *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1-Arc Second (30 meters)*, <https://earthexplorer.usgs.gov/>, was flown aboard the space shuttle Endeavour February 11-22, 2000.
- Wartono, R., dkk. (1995). *Peta Geologi Lembar Yogyakarta*, skala 1:100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

ATTACHMENT



**Figure 1.** Map of geological structures and groundwater table, dispersion of geoelectric survey points of the Sounding Schlumberger and Dipole-Dipole methods and the calibration of faults geological structures based on field data (outline) and estimated faults (dashed lines)



**Figure 2.** Results of Geoelectric Survey Measurement in Hargomulyo,

Sounding Schlumberger method (left) and Dipole-Dipole method (right)

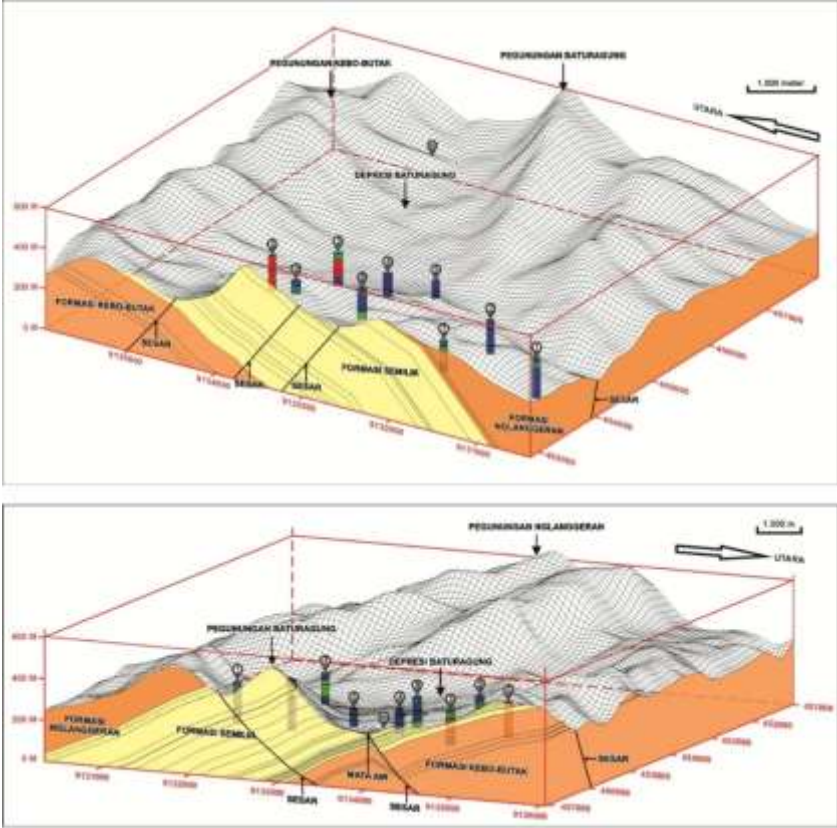


Figure 3. Block diagram of rocks units on research area based on geological surface mapping and geoelectric resistivity profile

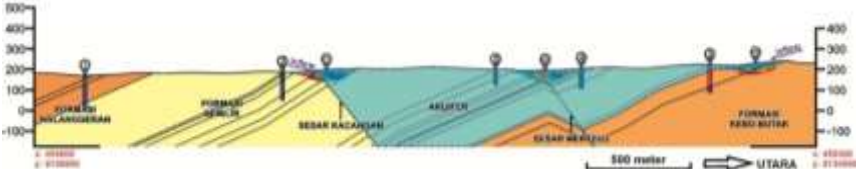


Figure 4. Detail cross section of rocks units and aquifer on research area based on geological surface mapping and geoelectric resistivity profile



# MODEL KARAKTERISASI AKUIFER FORMASI HALANG, BERDASARKAN KAJIAN LITOFASIES DAERAH BRUNOREJO DAN SEKITARNYA, KECAMATAN BRUNO, KABUPATEN PURWOREJO, JAWA TENGAH

Oleh: Teguh Jatmiko, Puji Praktinyo, Sugeng Widada. (\*)

(\*) Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, FTM-Teknik Geologi, Jl.SWK 104 (lingkar Utara Condongcatur, Yogyakarta)

## SARI

Satuan perselingan batupasir, batulanau, batulempung dengan sisipan batupasir konglomeratan adalah penyusun Satuan Batupasir Halang, di daerah Brunorejo dan sekitarnya, Purworejo, Jawa Tengah, terletak pada 375900 mE – 383000 mE dan 9160000 mN - 91651000. Secara fisiografi termasuk zona Cekungan Serayu Selatan

Ciri fisik variasi batupasir satuan ini adalah: warna, abu-abu (segar) – coklat (lapuk), berukuran butir pasir halus - pasir sangat kasar, membundar sampai menyudut tanggung, terpilah baik hingga sedang, kemas *grain supported* hingga *matrix supported*, komposisi: litik, plagioklas, piroksen, hornblende, dan matriks batulempung, semen silika dan semen karbonat. Struktur sedimen: masif, , laminasi sejajar, laminasi bergelombang, dan jejak suling. Jenis batupasirnya yaitu *Lithic Wacke*, dan *Arkosic Wacke*. Variasi batupasir tersebut terdistribusi di Fasies *Classical Turbidit* (CT), *Massive Sandstone* (MS), dan Fasies *Pebbly Sandstone* (PS) dalam asosiasi fasies pengendapan *Suprafan lobe on Midfan*. Diendapkan pada bathymetri batyal atas - bawah

Karakterisasi *Reservoir Rock Tipe* (RRT) batupasir Formasi Halang, berdasarkan analisis petrografi, dan analisis *core* diperoleh warna: abu-abu, pasir halus - pasir kasar (0.5-1.0 mm), membundar sampai menyudut tanggung, terpilah sedang - baik-, kemas *grain supported*, komposisi: feldspar (22-50%), litik (2-13%), kuarsa 1-3%, mafic mineral (5-17%), matriks berukuran lempung, semen silika. Porositas 9-15,4%, terdiri dr porositas *intra/inter partikel*, *dissolution* (*channel*, *vuggy*, *Moldic*), dan *Fracture*, permeabilitas 104–350mD, mengalami diagenesa stadia *mesogenesis-telogenesis*.

Secara umum batupasir Formasi Halang yang terdistribusi di daerah telitian, berdasarkan kajian aspek lithofasies *contact index* (CI), *Tight Packing Index* (TPI) dan kajian hidrogeologi, terdapat tiga klas reservoir (*reservoir rock type/RRT*) yang berperan sebagai akuifer yaitu RRT- 1 sebagai Akuifer Brunorejo dengan karakter: litofasies PS dan MS, RRT -2 sebagai Akuifer Blimbing dengan karakter litofasies MS, dan RRT-3 sebagai akuifer Tegalrejo dengan lithofasies CT.

**Kata kunci:** *Lithofasies, Reservoir Rock Type, akuifer*

## I. PENDAHULUAN

Secara regional daerah penelitian termasuk pada Cekungan Serayu Selatan, dimana. menunjukkan ciri khas produk interaksi konvergen antara lempeng samudera Indo – Australia dan lempeng benua Eurasia). Pertemuan lempeng ini menghasilkan busur vulkanik busur (*volcanic arc*) dan jalur penunjaman (*subduction zone*), atau palung (*trench*), dan telah berlangsung sejak zaman akhir Kapur – Paleosen (100 – 52 juta tahun) (Simandjuntak dan Barber, 1996).

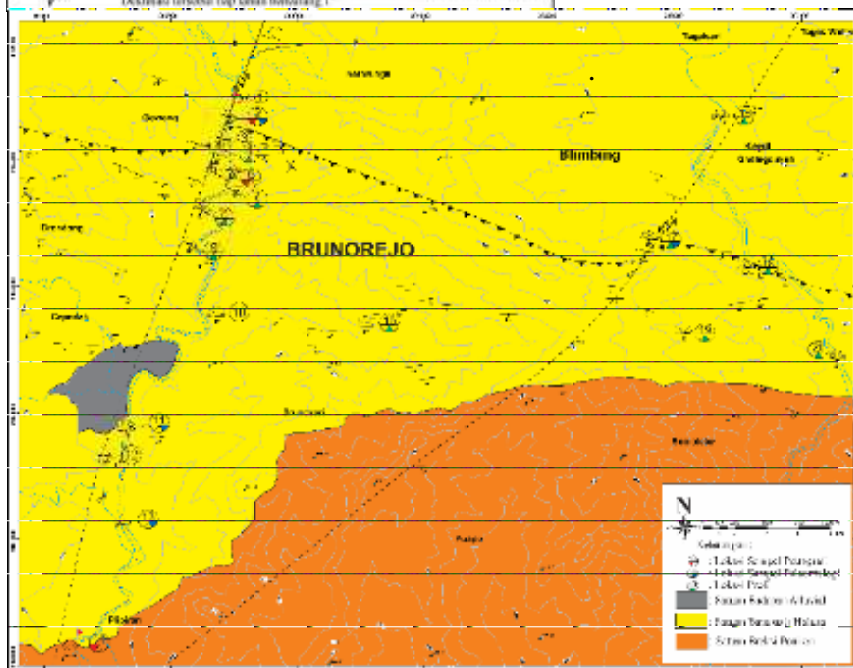
Pada daerah telitian terdapat Formasi Halang yang merupakan satuan batupasir, berumur Miosen Tengah – Pliosen Awal. Formasi ini merupakan kumpulan sedimen turbidit

bersifat fasies *distal* sampai *proximal* dan diendapkan di bagian bawah sampai tengah pada kipas bawah laut (Asikin, Handoyo, Hendrobsono, dan Gafoer, 1992). Hal ini menarik dijadikan studi lebih lanjut, untuk mengetahui potensi batupasir tersebut sebagai batuan reservoir.

Lokasi penelitian secara administratif terletak di Desa Brunorejo dan sekitarnya, Kecamatan Bruno, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis terletak pada 380800mE – 387400mE dan 9160000mN – 9165100mN. Penelitian mandiri ini dilaksanakan dalam waktu kurang lebih 1 semester yang dilakukan pada bulan Maret 2017 – Juni 2017. (**Gambar 1**)



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian, Kec Bruno, Kab Purworejo, Jawa Tengah



**Gambar 2.** Peta Geologi dan Lokasi Pengamatan (observasi) penelitian (modifikasi dari Dekarini Saputri, dkk, 2016)

Berdasarkan peneliti terdahulu, Satuan batupasir Halang di daerah telitian merupakan satuan tertua dengan ketebalan > 824,53 meter, berumur Miosen Akhir – Pliosen Awal ( N 16 – N 19), diendapkan pada lingkungan laut dalam yaitu pada fasies *Lower Fan* hingga *Mid – fan suprafan lobes*. Secara selaras beda fasies diendapkan Satuan breksi Peniron, tebalan > 418 meter, yang merupakan sedimen turbidit hasil pelongsoran akibat gaya berat dari bahan rombakan yang diendapkan di daerah kipas-atas (*Upper Fan*) bawah laut. (Dekarini Saputri, dkk, 2016) (**Gambar 2**)

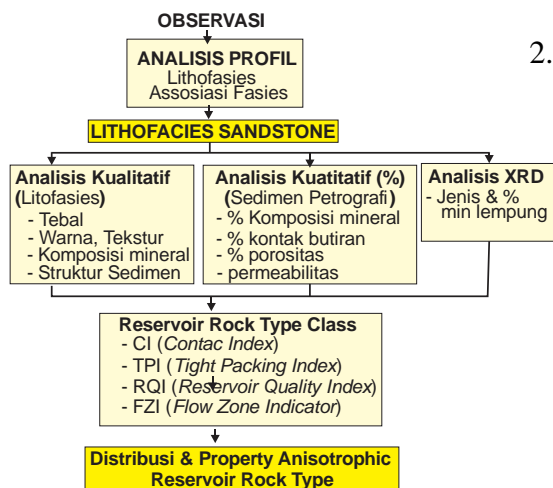


Batupasir adalah batuan sedimen yang berpotensi sebagai batuan reservoir. Properti reservoir antara lain: nilai porositas, permeabilitas, serta nilai kejenuhan fluida dalam pori, yang kualitasnya sebagai batuan reservoir (*reservoir rock type*) ditentukan dari gejala geometri butiran penyusun batuan tersebut. Berdasarkan asumsi tersebut peneliti bertujuan mengidentifikasi dan menghitung aspek butiran seperti ukuran, bentuk, derajat pemilahan, hubungan dan kontak butiran, serta petrogenesanya.

## II. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan ini adalah deskriptif, analitis dengan melakukan pembuatan profil singkapan satuan batupasir Halang terpilih di lapangan dan mengintegrasikan dengan data uji laboratorium sedimen petrografi, dengan tahapan sbb: **(Gambar 3)**

2.1. Tahapan awal berupa Studi Pustaka, dan observasi di lapangan untuk mendapatkan lokasi terpilih dalam melakukan pembuatan profil ideal yang dapat memberikan informasi tentang karakteristik fisik lapisan batupasir yang dijadikan target penelitian.



2.2 Tahapan pembuatan profil terpilih. (*Geological Analysis*). Target dari pekerjaan ini adalah untuk mengukur geometri dan mendeskripsi keberadaan lapisan batupasir tertentu tentang tebal, warna, tekstur, komposisi mineral, struktur sedimen yang terkandung, ciri khusus lapisan di atasnya (*Roof*) dan lapisan di bawahnya (*floor*), sehingga dapat memberikan gambaran karakteristik lithofasies lapisan batupasir yang dijadikan objek penelitian. Dilanjutkan dengan pengambilan contoh batupasir tersebut untuk dilakukan uji laboratorium.

**Gambar.3.** Diagram Alir Penelitian

2.3 Tahap uji laboratorium

*Petrography Analysis*. Dilakukan sampling 14 contoh batuan (*handspiceman*). Dari contoh batuan yang disayat, menjadi keping sayatan tipis (*thin section*) yang siap diamati dengan mikroskop polarisasi. Pengamatan sayatan tipis dan perhitungan dengan metoda *point counting* ini dapat memberikan data

- Geometri butiran penyusun batuan, seperti: ukuran butir, bentuk, derajat pembundaran, hubungan antar butir, jenis dan prosentase kontak butiran seperti: % F (*floating*), P (*Point*), L (*Long*), C (*Conave-Concave*), dan S (*Suture*) Dengan mengidentifikasi sifat optis mineralnya, maka dapat dikumpulkan data tentang komposisi mineral batupasir tersebut tentang penyusun mineral utama, mineral tambahan dan ciri-ciri khusus lainnya
- Menghitung prosentase mineral penyusun batuan, seperti: K.F (*K-Feldspar*), Plg (*Plagioclase*), Q (*Quars*), L (*lithic*), Px (*Pyroxsin*, Hbl (*Hornblende*), F (fossil), Lmpg (mineral lempung), Mo (Mineral opak), Cal (Kalsit), S (semen).
- Prosentase jenis porositas: Iap (*Intrapartikel*), Iep (*Interpartikel*), Ch (*channel*), V (*vuggy*), Mol (*Moldic*), F (*Fracture*). **(Tabel.1)**

- CI (*Contact Index*), TPI (*Tight Packing Index*), : *Reservoir Quality Index* (RQI) dan dan dengan metoda FZI (*Flow Zone Indicator*)(Amaefulle, 1993), didapat harga  $FZI = RQI/\Phi_z$ .

Sehingga akan didapat nilai potensi batupasir sebagai batuan reservoir (*Reservoir Rock Type/RRT Class*).

Dimana  $CI = (F+P+L+S)/\text{Jmlh butiran.}$

$$I_{rq} = 0.0314\sqrt{(k/\Phi_e)}$$

$$\Phi_z = \Phi_e/(1-\Phi_e)$$

$TPI = (L+C+S)/\text{Jmlh butiran}$

- Dari pengamatan secara petrografis juga didapat gejala-gejala litifikasi (diagenesa) batupasir tersebut tentang adanya data proses kompaksi, pelarutan, sementasi, rekristalisasi/ *replacement*, sehingga dapat diidentifikasi tahap petrogenesanya Tahap Uji laboratorium yang berikutnya adalah melakukan preparasi untuk dilakukan analisis batuan inti dari 6 (enam) contoh batupasir terpilih, ini diharap mendapatkan data: nilai porositas dan permeabilitasnya. Dari 3 (tiga) contoh batuan selanjutnya diidentifikasi jenis merial lempung nya dengan uji laboratorium. Dimana keberadaan jenis mineral lempung merupakan unsur yang sangat mempengaruhi ilia kelulusan pori terhadap fluida (permeabilitas)

2.4. Tahap Penyusunan Laporan Penelitian. Sistematika penyusunan laporannya adalah:

- Pendahuluan, yang meliputi latarbelakang, tujuan, Lokasi dan waktu penelitian.
- Metodologi dan Pengumpulan Data.
- Hasil dan Pembahasan yang meliputi integrasi dari analisis data geologi lapangan (litofasies), analisis petrografi, analisis batuan inti, analisis jenis mineral lempung . Kontrol keragaman geometri batupasir, terhadap potensi batupasir terpilih didaerah penelitian sebagai batuan reservoir (RRT)
- Kesimpulan

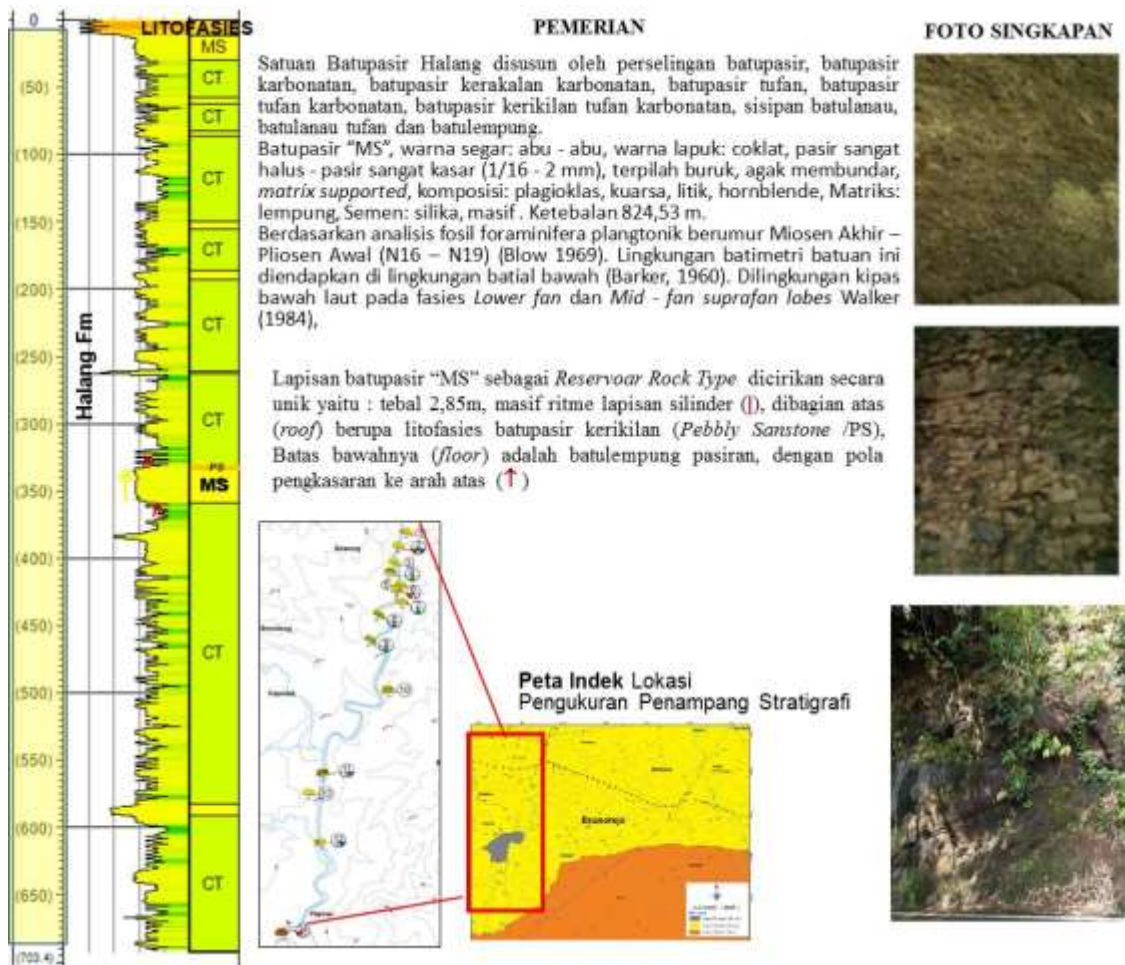
### III. PENGUMPULAN DAN ANALISIS DATA

Data yang dikumpulkan adalah data geologi lapangan, berupa profil di 6 (enam lokasi pengamatan) untuk dilakukan analisis profil, data enam contoh batupasir untuk analisis petrografi dan analisis batuan inti, dan tiga contoh batupasir untuk analisis jenis mineral lempungnya .

3.1.Kajian Data Geologi Lapangan.

Berdasarkan penyebaran Satuan batupasir Halang, di daerah penelitian (**Gambar 2**), serta ciri litologi penyusun, dan hubungan satuan dengan satuan yang lebih muda di atasnya, dimana, satuan tersebut terdiri dari perselingan (*flysh*) batupasir, batupasir tuffan, batupasir karbonatan, batulanau tuffan, dan batulempung. Satuan ini diendapkan dengan mekanisme arus turbid, dimana banyak ditemukan perulangan tersebut *ritme/pola menghalus ke atas (fining upward)* (**Gambar 4**).

Berdasarkan analisa profil di singkapan Lokasi Pengamatan: ST 04, 08, 09, 15, 16, dan ST 20, maka dapat diidentifikasi jenis lithofasies, assosiasi fasies, fasies pengendapannya. Geometri dan ciri unik dari lapisan batupasir terpilih



**Gambar 4.** Kolom Stratigrafi terukur (*Meusering Section*), Daerah Telitian

### 3.2. Kajian Data Uji Laboratorium.

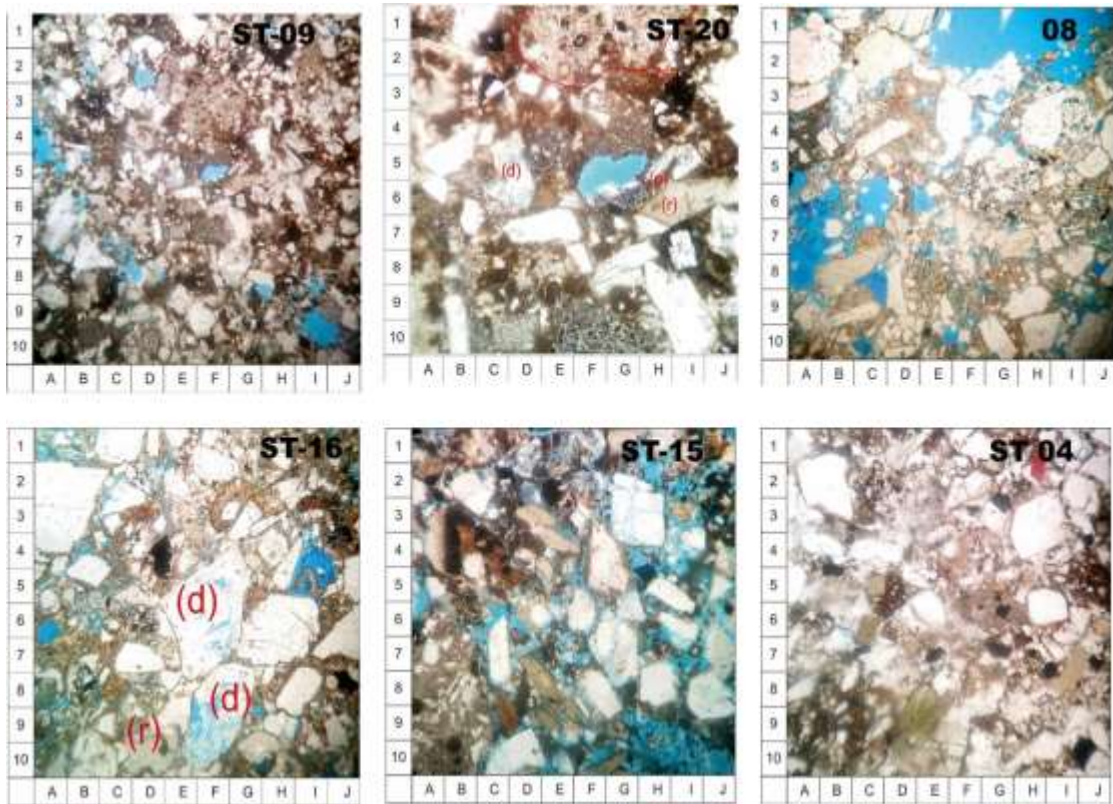
Berdasarkan pengamatan petrografi melalui sayatan tipis dari 12 sampel batupasir terpilih yang merupakan karakter/ sifat-sifat optis mineral berupa warna, jenis belahan, sudut pemadaman, *birefringence*, tingkatan relief, kembaran, sudut pemadaman, dan ciri struktur, keterdapatannya *zoning*, *fracture*, inklusi, maka didapat prosentase mineral penyusun batupasir seperti: feldspar (K-Feldspar & Plagioklas), Kuarsa, Lithik (batuan beku, metamorf, sedimen), mineral-mineral tambahan (opak), semen (silica, Kalsit) batuan tersebut, dapat diketahui prosentase komposisi mineral penyusun batupasir. (**Gambar 5**)(**Tabel.1**)

Berdasarkan pengamatan petrografi melalui sayatan tipis dari 12 sampel batupasir tersebut selanjutnya, dapat diidentifikasi perubahan tekstur dan mineralogi (diagenesa) akibat perubahan arus sedimentasi. Proses diagenesis dari litofasies batupasir yang telah diamati pada asosiasi fasies ini adalah kompaksi, sementasi, pelarutan, rekristalisasi, dan *replacement* (**Gambar 5**)(**Tabel.2**)

Berdasarkan analisa batuan inti, akan didapat nilai porositas, permeabilitas dan densitas batuan. Dan dengan diintegrasikan data jenis mineral lempung, maka dapat di



dapat analisis batupasir sebagai batuan reservoir akan meningkatkan keyakinan hasil penelitian.



**Gambar 5.** Foto sayatan tipis (*thinsection*) batupasir, posisi nikol sejajar. No sampel ST 09, 20, 08, 16, 15. dan ST 04. Keterangan: c (kompaksi), d (Pelarutan), r (*replacement*), s (sementasi), p (porositas)

**Tabel.2.** Tabulasi Pengamatan Prosentase Komposisi Mineral dan Prosentase Porositas Batupasir Formasi Halang

No	No sample	Komposisi (%)									Porositas (%)						Nama Batuan		
		L	Plg	KF	Q	Hbl	Px	F	min lp	min opak	Kal sit	lep	lap	C	V	M		F	$\Sigma\Phi$
1	ST-01	5	23	15		5	10		18	2	10	4		4				8	Cal Vol_Wacke
2	ST-02	3	17	20			10	14	15	2		2		1	3	2		8	Cal Vol_Wacke
3	ST-03	13	20	30			8		19	5				3				3	Vol_Wacke
4	ST-04	5	25	20	1	3	13		20	2		8		1				9	Arkosit wacke
5	ST-05	5	30	20			15		17	3		2	5	1				8	Vulkanik wacke
6	ST-07		10	17	1	3	14	0	38	3	1	7		3				10	Vulkanik wacke
7	ST-08	5	18	10	2	0	7	3	39	5	3	3	1	1	1			6	Arkosit Wacke
8	ST-09		24	21	2	4	12		15	4		13		2				15	Arkosit Wacke
9	ST-10	10	20	15	2	3	2		15	5	10		8	3				11	Cal Vol_Wacke
10	ST-11		2	2				60		2		3			2			5	Packstone
11	ST-12	5	5	15			5	52			10	1		2	2			5	Packstone
12	ST-13	5	3	5			2	60				3		2				5	Rudstone
13	ST-15	2	20	18	3	0	2	3	34	3	5	4	0	1	3			8	Arkosit wacke
14	ST-16	2	15	13		7	5	14	15	6	17	4	2					6	Cal Arkosit Wacke
15	ST-17		25	10			5		25	5									andesit
16	ST-20	4	23	15			10		25	5		14		4				18	Arkosit Wacke

Pengamatan terhadap geometri butiran, jenis porositas, dan menghitung prosentase jenis kontak antar butiran, dilakukan untuk mendapatkan nilai-nilai *Rocktype* (FZI Methode) (Tabel 3)




**Tabel.3.** Prosentase jenis kontak butir, dan parameter *rock type* batupasir Formasi Halang.

No	No sample	% jenis Kontak antar butir									Nama Batuan
		Floating	Point	Long	C-C	Suture	Tot btrn	CI	TPI	CI/TPI	
1	ST-09	3.00	3.40	3.40	0.40	0.45	105.00	0.1014	0.0405	0.3991	Arkosic Wacke
2	ST-20	1.78	4.30	1.50	2.10	1.20	167.00	0.0652	0.0287	0.4412	Arkosic Wacke
3	ST-08	1.50	1.80	1.60	1.20	0.34	156.00	0.0413	0.0201	0.4876	Arkosic Wacke
4	ST-16	4.12	0.98	1.25	0.50	-	139.00	0.0493	0.0126	0.2555	C_Arkosic wacke
5	ST-15	1.78	2.40	3.40	1.78	0.50	168.00	0.0587	0.0126	0.5761	Vulkanik wacke
6	ST-04	2.00	3.20	1.50	0.67	-	95.00	0.0776	0.0224	0.2944	Arkosic wacke

**Tabel.4.** Harga property FZI dan parameter *rock type* batupasir Formasi Halang

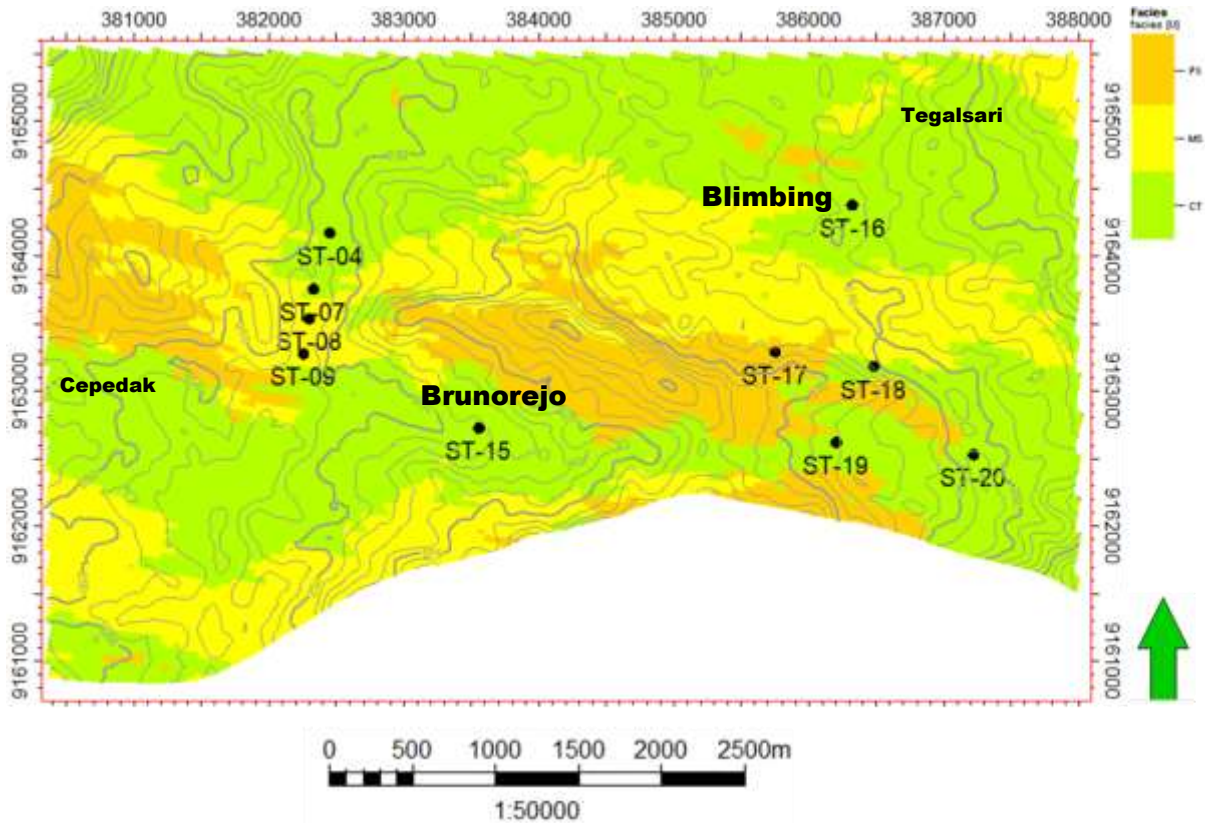
No	No sample	Rock Type							Nama Batuan
		density	Φe	permeabilitas	RQI	PhiZ	FZI	RRT	
1	ST-09	2.63	0.120	368.00	1.58688	0.1400	9.4250	1	Arkosic Wacke
2	ST-20	2.64	0.100	104.00	0.82985	0.1100	4.7433	3	Arkosic Wacke
3	ST-08	2.64	0.095	118.00	0.95826	0.1230	6.6049	2	Arkosic Wacke
4	ST-16	2.63	0.145	142.00	1.42310	0.1600	7.1241	2	C_Arkosic wacke
5	ST-15	2.64	0.130	305.00	1.82033	0.1400	7.6765	2	Vulkanik wacke
6	ST-04	2.64	0.125	153.00	0.12676	0.1525	9.1351	1	Arkosic wacke

Berdasarkan identifikasi 6 profil, dimana dapat diinterpretasikan Penyebaran 3 lithofasies (CT, MS, PS) dimana satuan batupasir MS, menyebar relative barat –timur (**Gambar 9**).

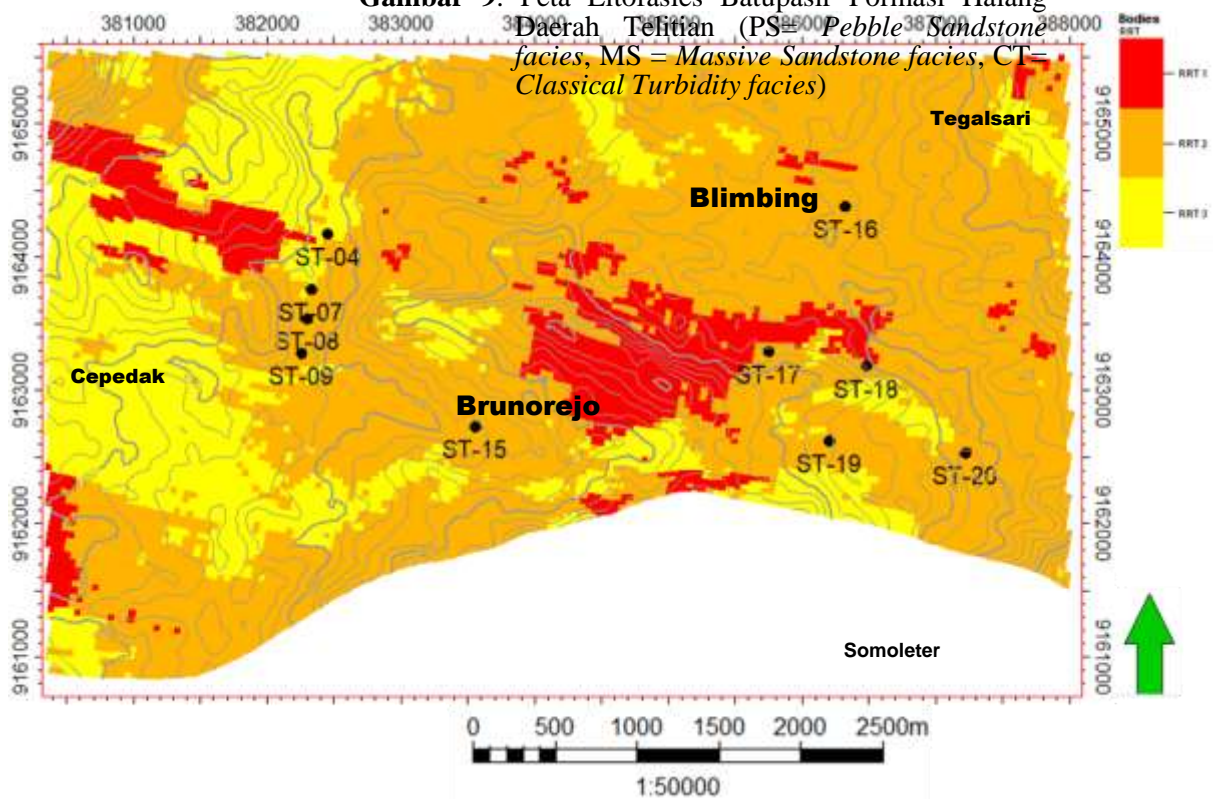
Rock type	Lithofasies	Nilai Properti	Foto
RRT-1	Arkosic Wacke, Fine-coarse sand, s-rounded, Qz 1-3%, Plag 2-10%	F: 11-15%, k 150-350 mD	
RRT-2	Arkosic Wacke, Fine-coarse sand, s-rounded-Angular, Qz 1-3%, Plag 5-18%	F: 12-15%, k 118-340 mD	
RRT-3	Calcareous Arkosic Wacke, Fine-coarse sand, s-rounded-Angular, Qz 1-3%, Plag 5-18%	F: 9-14%, k 104-250 mD	

**Gambar. 8.** Tiga tipe reservoir di batupasir Halang, berdasarkan yaitu: RRT 1, RRT 2, dan RRT 3)





**Gambar 9.** Peta Litofasies Batupasir Formasi Halang Daerah Telitian (PS = Pebble Sandstone facies, MS = Massive Sandstone facies, CT = Classical Turbidity facies)



**Gambar 10** Peta Reservoir Rock Type (RRT), Batupasir Formasi Halang Daerah Telitian. (RRT-1 merupakan akuifer Brunorejo, RRT-2 merupakan akuifer Blimbing, dan RRT-3 merupakan akuifer Cepedak)

### 3.3. Kajian Data Hidrogeologi

Data yang dikumpulkan ada dua macam, yaitu data yang didapat dengan cara pengamatan/ pengukuran di lapangan, observasi, ketinggian dan kedalaman muka airtanah, fluktuasi muka airtanah, sifat fisika dan sifat kimia airtanah dan wawancara langsung dengan penduduk di lapangan, serta hasil analisa airtanah. Data lapangan, berupa ketinggian dan kedalaman muka airtanah, fluktuasi muka airtanah, sifat fisika dan sifat kimia airtanah pasokan kepada suatu sumur atau mata air. Berdasarkan penyebaran, batuan penyusun, tipe dan karakteristik hidroliknya, akuifer di daerah telitian dibagi 3 (tiga) yaitu : 1. Akuifer Brunorejo 2 Akuifer Blimbing, dan 3 Akuifer Cepedak. (**Gambar 10**)

Pengamatan dan pengukuran dilakukan terhadap air dari sumur gali (ST 09) dan mataair (ST08, 15,16, ST 19) meliputi: warna, bau, rasa, dengan menggunakan panca indera; pH dengan menggunakan pH-meter, TDS dan DHL dengan menggunakan alat EC meter. Hasil pengamatan dan pengukuran sumur gali di daerah telitian menunjukkan bahwa muka airtanah mempunyai kedalaman yang bervariasi antara 12,3 m hingga 21,5 m dengan fluktuasi airtanah antara 0,5 meter hingga 7,5 meter. Air sumur umumnya jernih namun ada juga yang keruh tidak berbau, tidak berasa, suhu 25°C hingga 29°C, nilai pH berkisar 6,12 sampai 7,30, nilai DHL antara 0,12 sampai 1,122 mS/cm, serta nilai TDS- 0,05 hingga 0,51 mg/l.

Setelah pengamatan dan pengukuran di lapangan selesai, dilakukan analisa kimia dan biologi terhadap sampel-sampel tersebut. Untuk analisa diambil dua sampel yang dianggap mewakili seluruh daerah telitian yaitu di contoh air di lokasi ST -04 dan ST-20.

Berdasarkan integrasi hasil kajian lithofasies dan kajian hidrogeologi, maka di daerah telitian terdapat, secara umum batupasir Formasi Halang yang terdistribusi di daerah telitian, berdasarkan kajian aspek lithofasies *contact index* (CI), *Tight Packing Index* (TPI) dan kajian hidrogeologi, terdapat tiga klas reservoir (reservoir rock type/RRT) yang berperan sebagai akuifer yaitu RRT-1 sebagai Akuifer Brunorejo dengan karakter: lithofasies PS dan MS, termasuk akuifer bercelah/ retakan, merupakan akuifer bebas, dengan muka airtanah freatik, mempunyai produktivitas rendah - tinggi (0.08 - 33,3 liter/detik), muka air tanah 4-12m, fluktuasi m.a.t 2-4m, pH 6.5 -8.5, RRT -2 sebagai Akuifer Blimbing dengan karakter lithofasies MS, dan RRT-3 sebagai akuifer Tegalrejo dengan lithofasies CT, dimana karakter sistim akuifernya tak banyak perbedaannya. (**Gambar.9 & 10**)

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Putri Ramadhina, Dekarini Saputra yang telah mengumpulkan data lapangan. Juga kepada Laboratorium Sedimentologi UPNYK, yang telah memberi fasilitas laboratorium untuk melakukan penelitian ini.

Kami ucapkan terimakasih kepada LPPM UPNYK, yang telah mendanai penelitian ini dengan memperkenankan makalah ini diterima dalam proceeding.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa yang telah dilakukan pada daerah penelitian, dapat disimpulkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan aspek-aspek fisik batuan, daerah penelitian dapat dibagi menjadi tiga satuan lithofasies, yaitu fasies CT, fasies MS, dan fasies PS, dimana fasies MS merupakan obyek utama pengamatan
2. Terdapat komposisi mineral batupasir yang terdiri dari feldspar mencapai 52%, mafik mineral 5-17% , dan hadir kuarsa dalam jumlah 1-3%, membuat

- keheterogenan jenis batupasir arkosik, vulkanik, calcareous arkoses, yang mempunyai porositas dissolution, intra/inter partikel, dengan stadia tellodiagenesa.
3. Berdasarkan metoda FZI, yaitu dengan mengkaji geometri butiran yang diwujudkan dalam nilai nilai *Contact Index (CI)*, *Tight Packing Indeks*, *Reservoir Quality Index (RQI)*, satuan batupasir daerah telitian dapat dibagi menjadi tiga klas potensi sebagai batuan reservoir, yaitu RRT, 1, RRT 2, dan RRT 3. RRT 1 mempunyai karakter: Arkosic Wacke, Fine-coarse sand, s-rounded, Qz 1-3%, Plag 2-10% ,  $\Phi$ : 11-15%, k 150-350 mD.
  4. Secara umum batupasir Formasi Halang yang terdistribusi di daerah telitian, berdasarkan kajian aspek lithofasies CI, TPI dan kajian hidrogeologi, terdapat tiga klas reservoir (RRT) yang berperan sebagai akuifer yaitu RRT- 1 sebagai Akuifer Brunorejo dengan karakter: litofasies PS dan MS, RRT -2 sebagai Akuifer Blimbing dengan karakter litofasies MS, dan RRT-3 sebagai akuifer Tegalrejo dengan lithofasies CT.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Syed A., 1981, *Sandstone Diagenesis Applications to Hydrocarbon Exploration and Production*, Pennsylvania: Gulf Science & Technology Company.
- BAPEDA Kabupaten Purworejo, 2011, *Executive summar*: penelitian dan Pemetaan Air Bawah Tanah di Kabupaten Purworejo. tidak diPublikasikan.
- Burley, Stuart D. Dan Worde, Richard H., 2003, *Sandstone Diagenesis: Recent and Ancient*, Oxford: Blackwell Publishing.
- Chester, J.S., Lenz S.C., Chester F.M., Lang R.A., 2004, *Mechanism of Compaction of Quartz Sand at Diagenetic Conditions*, *Earth and Planetary Science Letter* 220, Elsevier, hal 435-441.
- Dekarini, Saputra, dan Teguh Jatmiko, 2016, Geologi dan Fasies Pengendapan Formasi Halang Daerah Blimbing dan Sekitarnya, Kec Bruno, Kab Purworejo, Provinsi Jawa Tengah, tidak dipublikasikan, Skripsi, UPNV.Yogya, 105 hal
- Immenhauser, A., 2002, *Petrography of Siliclastic Rocks*, Netherland: Mineral and Petroleum Institute.
- Kameda, A, 2004, *Permeability Evolution in Sandstone: Digital Rock Approach*, Stanford: Stanford University.
- Keputusan Menteri Energi Dan Surnber Daya Mineral No. 1451 I/(10/MEIv1/2000, pedoman teknis Penyelenggaraan Tugas Pemerintahan Di Bidang pengelolaan Air Bawah tanah
- Mutti, E., 1992. *Turbidite Sandstones*. Instituto de Geologia Universita de Farma.
- Nichols, G., 2009 *Sedimentology and Stratigraphy Second Edition*. The Atrium, Southern Gate, Chicester, West Sussex U.K. Wiley-Blackwell., A John Wiley & Sons, Ltd Publication.
- R. Allan Freeze & John A. Cherry, *Grountlwater*, Department of Geological sciences, University or British Columbia, Vancouver, British Columbia, 1979
- Posamentier, H.W. dan Walker, R.G., 2006, *Deep Water Turbidite and Submarine Fans*, Society for Sedimentary Geology (SEPM) no 84, hal 399-520.
- Putri Ramadhina, dan Teguh Jatmiko, Geologi dan Studi Diagenesis Batupasir Formasi Halang, Daerah Cepedak dan Sekitarnya, Kec Bruno, Kab Purworejo, Provinsi Jawa Tengah, tidak dipublikasikan, Skripsi, UPNV.Yogya, 89 hal
- Satyana, A.H., 2007, *Central Java, Indonesia–A “Terra Incognita” in Petroleum Exploration: New Considerations on the Tectonic Evolution and Petroleum*



- Implications*, Proceedings Indonesian Petroleum Association, 31st Annual Convention and Exhibition (File: IPA07-G-085).
- Teguh Jatmiko, 1996, Studi Diagenesis Batupasir Formasi Penosogan, Daerah Widara dan Sekitarnya, Kec Karangsembung, Kab Kebumen, Provinsi Jawa Tengah, Perpustakaan Pusat, UPNV.Yogya e-print 6321, 48 hal
- Williams, H., Turner, F.J., dan Gilbert, C.M., 1982, *Petrography, An Introduction to The Study of Rocks in Thin Sections*, New York: W. H. Freeman and Company.
- Willumsen, P. Dan Schiller, D.M., 2006, *High Quality of Volcaniclastic Sandstone Reservoirs in East Java, Indonesia*. Proceeding Indonesian Petroleum Association, 23<sup>rd</sup> Annual Convention

**ANALISIS MIKROTREMOR BERDASARKAN *PEAK GROUND ACCELERATION*  
(PGA) DI KECAMATAN BERBAH,  
D.I YOGYAKARTA**

**Agus Santoso, Wiji Raharjo, Firdaus Maskuri, Iftitah Widowaty Putri, Indriati Retno  
Palupi**  
**Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta**  
Jl. SWK 104 Condongcatur Yogyakarta  
[wiji.raharjo@upnyk.ac.id](mailto:wiji.raharjo@upnyk.ac.id)

**INTISARI**

Kecamatan Berbah merupakan salah satu wilayah di Yogyakarta yang terlewati sasar Opak. Hal ini menyebabkan daerah Berbah rawan terhadap bencana alam gempa bumi. Upaya untuk mengetahui daerah rawan bencana gempa bumi yaitu dengan menggunakan mikrozonasi gempa bumi. Analisis mikrozonasi yang digunakan dengan menggunakan data pengukuran mikrotremor daerah Berbah meliputi 31 titik dengan jarak antar titik sejauh 1000 meter. Selanjutnya dilakukan pengolahan metode HVSR dan perhitungan nilai PGA metode Kanai untuk mengetahui nilai percepatan tanah maksimum. Nilai percepatan getaran tanah maksimum (PGA) berkisar antara 8 – 14 gal sehingga dengan nilai getaran tanah maksimum ini menunjukkan bahwa daerah Berbah memiliki daerah yang rawan bencana gempa bumi.

**Kata kunci** : HVSR, Percepatan tanah maksimum, mikrozonasi.

***ABSTRACT***

*Berbah district is one of area in Yogyakarta that passed by Opak fault. It is one of earthquake source, so ways to effort the risk of the disaster is important in Berbah. One of the method to realize that is earthquake microzonation by using microtremor. There are 31 point measurements in research area with space 1000 meters. By using HVSR and Kanai method for PGA calculation, the acceleration of the ground is known. PGA value in research area has range of 8 to 14 gal. It is indicated that research area is prone of earthquake disaster.*

*Keywords: HVSR, Peak ground acceleration, microzonation.*

## I. PENDAHULUAN

Belajar dari pengalaman kejadian gempa bumi Yogyakarta 2006 yang telah mengakibatkan korban ratusan ribu jiwa serta kerugian harta benda yang tidak sedikit, maka sangat diperlukan upaya-upaya mitigasi baik ditingkat pemerintah maupun masyarakat untuk mengurangi resiko akibat bencana gempa bumi. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi geologi dekat permukaan saat terjadi gempa bumi adalah metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* atau HVSR dari pengukuran mikrotremor. Metode HVSR ini akan menghasilkan nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan amplifikasi ( $A_0$ ) yang mencerminkan karakteristik dinamik tanah di suatu tempat. Salah satu upaya mitigasi gempa bumi yang dapat dilakukan adalah dengan mengidentifikasi karakteristik dinamik tanah di wilayah Berbah Yogyakarta. Karakteristik dinamik tanah yang diidentifikasi adalah nilai frekuensi dominan dan amplifikasi tanah. Dua parameter tersebut dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai periode dominan tanah, ketebalan lapisan sedimen, dan nilai kerentanan seismik. Informasi percepatan tanah juga dapat digunakan sebagai bahan acuan penanggulangan sejak dini mengenai resiko gempa bumi dan dapat digunakan untuk acuan dalam membuat bangunan tahan gempa pada wilayah Berbah, Yogyakarta.

## II. DASAR TEORI

### Geologi Regional Yogyakarta

Menurut Bammelen (1949), secara umum Yogyakarta merupakan sebuah cekungan yang dibatasi oleh gunung Merapi di utara, pegunungan selatan di daerah timur dan selatan, serta Kulon Progo di sebelah barat. Berdasarkan stratigrafi batuan, Yogyakarta tersusun oleh dua stratigrafi, yaitu: stratigrafi Kulon Progo dan Pegunungan Selatan, masing-masing stratigrafi ini mempunyai formasi penyusun yang berbeda. Stratigrafi Kulon Progo tersusun oleh Formasi Sentolo sebagai batuan dasarnya, sedangkan pada Formasi Pegunungan Selatan tersusun oleh Formasi Wonosari dan Nglanggran, di atasnya diendapkan endapan Merapi dan Alluvium.

Menurut Rahardjo, dkk (1995) Formasi Sentolo yang terdapat di sebelah barat tersusun oleh batu gamping, batu pasir serta tanah residu (lanau dan lempung). Formasi Nglanggran di sebelah selatan tersusun oleh breksi, serta lanau dan lempung. Dalam formasi ini terdapat sisipan lava yang sebagian besar mengalami breksiasi. Formasi Nglanggran menutup Formasi Semilir secara selaras. Formasi Wonosari berada jauh di atas formasi Nglanggran, tersusun atas batu gamping berlapis dengan lanau dan lempung. Dalam cekungan Yogyakarta terdapat banyak patahan yang tertimbun oleh material vulkanik Gunung Merapi. Menurut Mac Donald (1984) terdapat sesar besar yang berarah tenggara-barat laut di sepanjang Kali Opak.

### Mikrozonasi

Mikrozonasi kegempaan merupakan proses membagi suatu zona menjadi zona-zona kecil berdasarkan tanggap (response) geologi setempat terhadap gempa bumi. Metode HVSR dapat digunakan untuk estimasi frekuensi dominan yang tidak bergantung sumber dan waktu (Bonney-Claudet, 2006). Frekuensi dominan diketahui dari puncak HVSR, dan nilai puncak HVSR adalah amplifikasi. Polarisasi ratio H/V diperoleh dari hasil membandingkan spektral komponen horizontal dengan komponen vertikal seperti dirumuskan dibawah ini :

$$P(f) = \frac{[H_{EW}^2(f) + H_{NS}^2(f)]^{1/2}}{(V_{UD}(f))} \quad (1)$$

Nakamura (1989) mengembangkan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) untuk mengestimasi nilai frekuensi dan amplifikasi keadaan geologi setempat dengan membandingkan spektrum horizontal dengan vertikal. Metode HVSR dapat digunakan untuk mengidentifikasi frekuensi dasar lapisan lunak. Perbandingan tersebut dapat didefinisikan seperti pada persamaan (2) (Nakamura, 2000):

$$HVSR = T_{SITE} = \frac{S_{HS}}{S_{VS}} \quad (2)$$

Keterangan :

$S_{HS}$  : spektrum komponen horizontal (Hz)

$S_{VS}$  : spektrum komponen vertikal (Hz)

$T_{SITE}$  : efek lokal atau site effect.

HVSR yang terukur pada bangunan berkaitan dengan kekuatan bangunan dan keseimbangan bangunan (Nakamura, 2000). Berikut perhitungan frekuensi dominan ( $f_0$ ) menurut (Nakamura, 2000) :

$$f_0 = \frac{V_S}{4h} \quad (3)$$

Keterangan :

$f_0$  : Frekuensi dominan (Hz)

$V_S$  : Kecepatan rata-rata gelombang S (m/s)

$h$  : Ketebalan lapisan sedimen (m)

Nilai amplifikasi menunjukkan kontras akustik impedansi (AI) pada batuan dasar (*bedrock*) dan batuan sedimen. Berikut perhitungan nilai faktor amplifikasi ( $A_0$ ) menurut (Nakamura, 2000)

$$A_0 = \frac{V_b \cdot \rho_b}{V_s \cdot \rho_s} \quad (4)$$

Keterangan :

$A_0$  : Nilai faktor amplifikasi

$V_b$  : Kecepatan pada batuan dasar (m/s)

$V_s$  : Kecepatan pada batuan sedimen (m/s)

$\rho_b$  : Densitas pada batuan dasar (Kg/cm<sup>3</sup>)

$\rho_s$  : Densitas pada batuan sedimen (Kg/cm<sup>3</sup>)

Indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) merupakan indeks yang menggambarkan tingkat kerentanan lapisan tanah permukaan terhadap deformasi saat terjadi gempa bumi (Nakamura, 2008). Indeks kerentanan seismik didapat dari pergeseran regangan permukaan tanah dan strukturnya saat terjadi gempa bumi. Besarnya pergeseran regangan tanah dapat dihitung dengan persamaan (Nakamura, 1997) :

$$K_g = \frac{A_g^2}{fg} \frac{1}{(\pi^2 V_b)} \quad (5)$$

Keterangan :

$A_g$  : faktor amplifikasi

$fg$  : frekuensi pendominan (Hz).

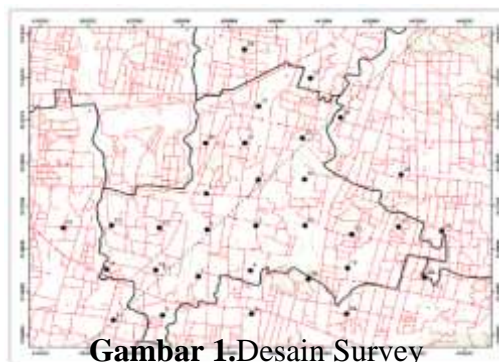
Percepatan Tanah Maksimum atau *Peak Ground Acceleration (PGA)* adalah nilai percepatan tanah maksimum pada permukaan yang pernah terjadi di suatu wilayah dalam periode waktu tertentu akibat getaran gempa bumi. Percepatan tanah maksimum bergantung pada penjalaran gelombang sismik dan karakteristik lapisan tanah di lokasi. Persamaan percepatan tanah maksimum menurut Kanai (1996) sebagai berikut:

$$PGA = \frac{5}{\sqrt{T_0}} 10^{(0.61M) - (1.66 + \frac{3.6}{R}) \log R + (0.167 \frac{1.83}{R})} \quad (6)$$

dengan  $T_0$  periode natural tanah, M adalah magnitudo gempabumi, R adalah hiposenter gempabumi yang terukur di dekat lokasi.

### III. METODE PENELITIAN

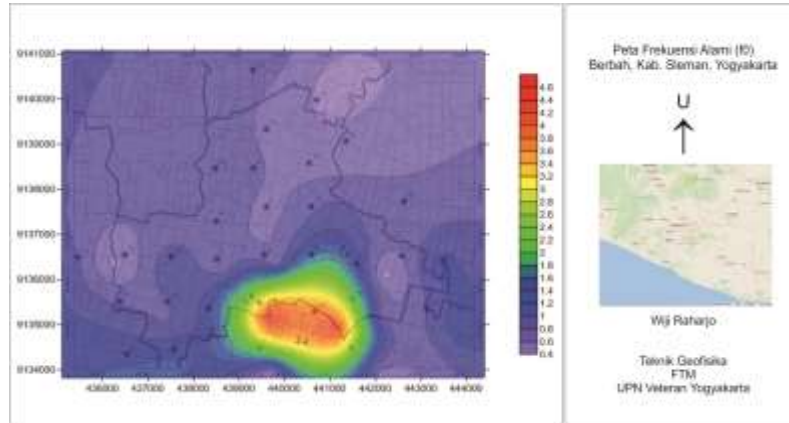
Penelitian dilakukan di daerah Berbah, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Luas cakupan daerah Berbah yaitu 2.299 Ha dengan titik pengambilan data sebanyak 31 titik secara grid dengan interval 1 km antar titik.



### IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

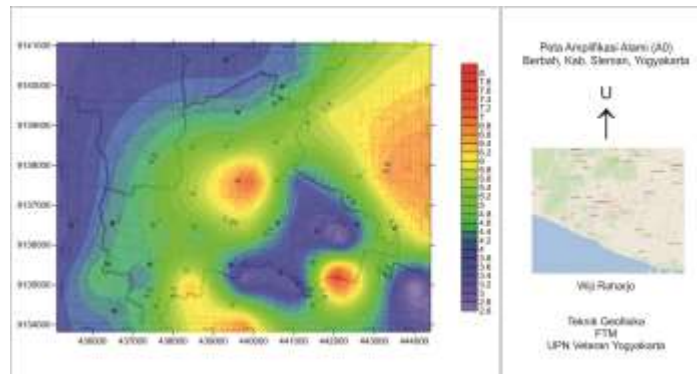
Peta frekuensi dominan ini menunjukkan nilai frekuensi yang sering muncul (dominan) sehingga nilai frekuensi tersebut dapat menunjukkan jenis dan karakteristik batuan di wilayah Berbah. Peta frekuensi dominan ( $f_0$ ) ini dapat pula menggambarkan tebal atau tipisnya lapisan sedimen/batuan. Ketebalan sedimen berhubungan dengan frekuensi dominan yang merupakan frekuensi resonansi lapisan sedimen permukaan saat mencapai nilai amplifikasi maksimum.

Dari tabel HVSR diperoleh peta frekuensi dominan (**Gambar 2**). Nilai  $f_0$  yang didapat merupakan titik puncak kurva H/V. Nilai dari frekuensi dominan dapat menunjukkan jenis dan karakteristik batuan Bagian utara, barat laut, barat dan barat daya menunjukkan nilai frekuensi dominan rendah berkisar (0,4 – 1,4) Hertz sedangkan pada bagian selatan ke tenggara menunjukkan nilai frekuensi dominansedang sampai tinggi berkisar (2 – 4,6) Hertz.



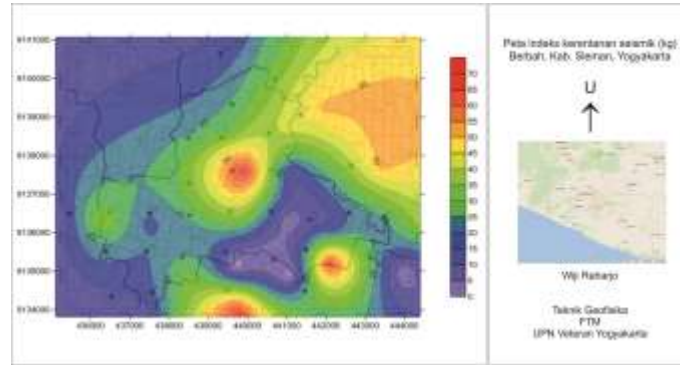
Gambar 2. Peta Frekuensi Alami ( $f_0$ )

Peta faktor amplifikasi ( $A_0$ ) ini dapat mencerminkan keras atau lunaknya lapisan sedimen atau batuan. Amplifikasi sendiri adalah penguatan gelombang seismik yang terjadi karena adanya perbedaan signifikan antar lapisan atau medium di bawah permukaan. Ketebalan lapisan lunak di permukaan sangat berperan terhadap saat terjadi gempa yaitu efek amplifikasi/ penguatan gelombang gempabumi. Pada **Gambar 3** bagian utara sampai barat daya mempunyai nilai faktor amplifikasi tinggi berkisar (4 – 8,4) pada bagian selatan menengah ke arah tenggara Daerah Berbah, Sleman, Yogyakarta memiliki nilai amplifikasi rendah berkisar (2,4 – 4) dengan nilai faktor amplifikasi sedang sampai tinggi yang bisa diartikan bahwa pada daerah telitian memiliki resiko yang lebih besar terkena gelombang seismik.



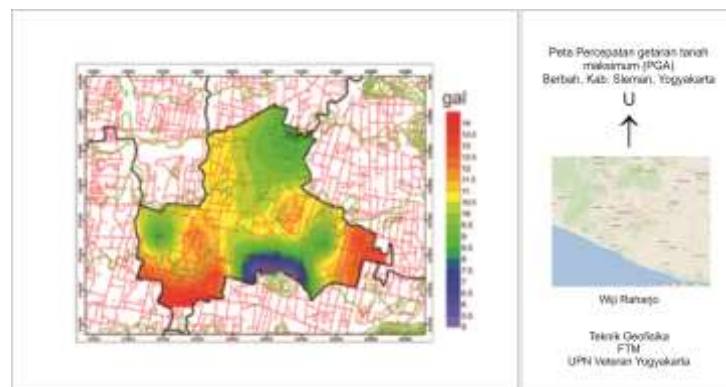
Gambar 3. Peta Amplifikasi Alami ( $A_0$ )

Peta kerentanan seismik ( $K_g$ ) menunjukkan indeks nilai kerentanan tanah terhadap gerakan tanah atau gelombang seismik. Nilai kerentanan seismik tersebut diperoleh dari perhitungan nilai frekuensi dominan dan faktor amplifikasi. Tingkat kerentanan batuan akan berpengaruh terhadap kestabilan suatu daerah terhadap guncangan saat terjadi gempa. Berbah bagian utara (**Gambar 4**) mempunyai nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) sedang sampai besar berkisar  $30 - 70 (x 10^{-6})s^2/cm$ , daerah tersebut sangat rentan terkena gelombang seismik atau gerakan tanah. Didasarkan dari hasil pengamatan dilapangan, lokasi pada titik yang mempunyai nilai indeks kerentanan seismik tinggi berada di daerah endapan *aluvial* yang cukup tebal. Sedangkan pada daerah barat daya menunjukkan nilai indeks kerentanan seismik sedang  $20 - 25 kg (x 10^{-6})s^2/cm$ , daerah tersebut mempunyai dampak yang tidak terlalu besar terkena gelombang seismik. Pada bagian selatan menengah ke timur laut mempunyai nilai indeks kerentanan seismik yang rendah berkisar  $0 - 15 kg (x 10^{-6})s^2/cm$ .



Gambar 4. Peta Indeks Kerentanan Seismik (Kg)

Respon Percepatan Tanah Maksimum dapat membantu memberikan gambaran efek paling parah yang pernah terjadi di suatu tempat. Semakin besar nilai PGA, maka akan semakin besar dampak resiko gempa bumi yang akan dialami wilayah tersebut. Nilai PGA pada peta ini akan mempresentasikan bahaya guncangan tanah yang dapat menimbulkan tingkat kerusakan jika gempa bumi terjadi di kemudian hari. Nilai percepatan getaran tanah maksimum (PGA) gambar 5. berkisar antara 8 – 14 gal sehingga dengan nilai getaran tanah maksimum ini menunjukkan bahwa daerah Berbah memiliki daerah yang rawan bencana gempabumi.



Gambar 5. Peta Percepatan Getaran Tanah Maksimum (PGA)

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini menunjukkan daerah Berbah mempunyai frekuensi dominan ( $f_0$ ) rendah dengan range nilai antara 0.4-1.4 Hz sedangkan nilai amplifikasi tanah ( $A_0$ ) cenderung tinggi di bagian utara dengan range nilai antara 4-8.4. indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) mempunyai nilai  $5 \times 10^{-6}$  -  $70 \times 10^{-6}$   $\text{cm/s}^{-2}$  untuk nilai percepatan getaran tanah maksimum (PGA) berkisar antara 8 – 14 gal sehingga dengan nilai getaran tanah maksimum ini menunjukkan bahwa daerah Berbah memiliki daerah yang rawan bencana gempabumi.

## VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dana penelitian ini.

## VII. DAFTAR PUSTAKA

- Wathelet, M. (2005). *Array Recordings of Ambient Vibrations: Surface-Wave Inversion*. *PhD thesis*, Universit e de Li ge, Belgium.
- Bammelen., van, R.W., (1949). *The Geology of Indonesia*. Martinus Nyhoff. The Haque. Nederland.
- Rahardjo, Wartono, dkk., (1995). *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung
- Bonnefoy-Claudet, Bonnefoy-Claudet, S., Cotton, F., Bard, PY., Cornou, C., Ohrnberger, M., Wathelet, M.(2006), "Robustness of the  $h/v$  ratio peak frequency to estimate  $1d$  resonance frequency", Third International Symposium on the Effects of Surface Geology on Seismic Motion Grenoble, France, 30 August - 1 September 2006, hal.85
- Nakamura, Yutaka (1989), *A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface*. Quarterly Report of the Railway Technology Research Institute. Japan ;30(1):25–33.
- Nakamura, Yutaka (2000). *Clear identification of fundamental idea of Nakamura's Technique and its application*. Proc XII World Cnf. Earthquake Engineering, New Zealand, 2656
- Nakamura, Yutaka (2008) Yukata. 2008. *On The H/V Spectrum*. The 14th World Conference on Earthquake Engineering October 12-17, 2008, Beijing, China
- Nakamura, Yutaka. (1997). *Seismic vulnerability indices for ground and structures using misrotremor*. Proceedings of world congress on Railways Research. November. Florence.
- Kanai, K. (1996). *Improved Empirical formula for characteristics of Stray (Sic) Earthquake Motions*. Page 1-4 of: Proceedings of the Japanese Earthquake Symposium not seen. Reported in Trifunac & Brady (1975)



# THE EFFECTIVENESS OF SOIL TILLAGE IN REDUCING WHITE GRUB POPULATION IN PEANUT PLANTATION

**Mofit Eko Poerwanto and Djoko Mulyanto**  
Fakulty of Agriculture, UPN “Veteran” Yogyakarta  
email: mofit.eko@upnyk.ac.id

## Abstract

White grub attacks in Indonesia lead to the decrease of productivity of peanuts from 2.5 - 3.0 tonnes/Ha into 1.33 tonnes/Ha. Various control techniques that rely on chemical control is not successful in reducing the population of white grub. Soil tillage before planting is expected to provide an effective control technique. Research was conducted by collecting soil sample in 10 plots of cultivated land (9 m<sup>2</sup> per plot), with three replicates. Soil samples were taken one day before and after first soil tillage and one day after second soil tillage by digging three holes in each plot diagonally (deep 20 cm, width 20 cm, and length 20 cm). Conventional soil tillage was conducted by one plowing, with a disk plow, followed by a leveling disk harrow. White grub eggs or larvae were counted. Soil tillage is unreliable to control the white grub in the absence of other control techniques. White grub population was not significantly reduced after the first and the second soil tillage. The white grub population tended to increase with the increase of vegetation density that provides organic material

**Keywords:** soil tillage, white grub, peanut

## 1. INTRODUCTION

Peanut production in Indonesia in 2015 with harvested area of 454,063 Ha, reached 605,449 tons. Its productivity only reached 1,333 tons / Ha (BPS, 2017). The results of peanut research on fertile land are able to reach 2.5 up to 3.0 tons / ha of dry pods, but difficult to achieve on a wide scale of business. One of the problems is related to white grub attack (*Lepidiota stigma* larvae). This pest attacks the plant at the root. These pests are not only attack peanuts and soybeans but also other crops of beans. The white grub attack in Gunung Kidul district, DIY at the end of December 2008 reached 94 ha, located in ten sub-districts and at the beginning of 2009 has expanded to 146 ha in 14 districts. The attack has caused a lot of destruction of crops that are very harmful to farmers and endanger the availability of food (Government of Gunung Kidul District, 2009).

During this time the white grub pest is controlled mechanically by cultivating the soil and picking up the white grub larvae and eggs that appears during the processing of the soil tillage. Another way is to use a systemic insecticide, sprinkled into the soil around the crop. Although synthetic insecticides are faster, easier and cheaper in their use, their effectiveness is still lower when compared to mechanical means (Poerwanto & Solichah, 2010). In addition, insecticides in the soil will be difficult to decompose and increase environmental pollution, especially in ground water (Noegrahati, 1987).

Based on this, a more appropriate way of white grub pest control is needed. One of them by soil tillage on the land infected by white grub. More information regarding to the effect of soil tillage to the white grub population is needed for constructing integrated pest management.

## 2. METHODS

Ten plots with the size of each plot was 300x300 cm, with three replications was set up for peanut cultivation. Distance between experimental plots was 50 cm and between blocks was 100 cm. Observation of the white grub population was conducted a day before and after first soil tillage and a day after second soil tillage. Second soil tillage was conducted a week after the first soil tillage. Conventional soil tillage was conducted by one plowing, with a disk plow, followed by a leveling disk harrow.

The soil samples were taken by digging 3 holes per plot diagonally 20 cm deep, 20 cm wide, 20 cm long. Soil excavated in the filter by using a rough filter to separate the soil with eggs or white grub larvae. Further, eggs or larvae were found to be identified and be counted.

Paired t-test was performed to observe the effect of soil tillage at 95% level. (Gomez and Gomez, 1984). Data analysis was performed using SPSS 10.0.5 (SPSS, 1999).

## 3. RESULT AND DISCUSSION

Prior to soil tillage, all plots are found in the white grub infestation. All of them are larvae of *Lepidiota stigma*. Egg is not observed in all plots. This shows that the field has been infected with the white grub population evenly. After the soil tillage all plots are still infested by white grub larvae (Table 1.). In average, the population decreases up to 32.96%. Only on the fourth plot is free of white grub population (0). Soil tillage is recommended to be conducted not just for increasing the porosity of the soil, but also for reducing the population of white grub by destructing its larvae and eggs (Gupta & Gavkare, 2014). The white grub population is getting higher with the increase of plots number. In plots one to five white grub populations are only 0.33 larvae / 400 cm<sup>2</sup>. Whereas in the sixth to tenth plots the population increases, and the highest is in the plot ten (5.33 larvae / 400 cm<sup>2</sup>). Allegedly the irrigation channel next to the tenth plot causes the soil more moist and stimulate overgrown vegetation (weeds). The amount of vegetation will provide abundant organic material that will invite the presence of white grub. White grub is more like a sandy environment and contains lots of organic matter. In addition, the beetles also prefer to lay eggs on soils rich of organic matter (Harjaka, *et al.*, 2011).

After the second soil tillage, white grub populations tend to increase. However the increase of white grub population is not significant. Population reduction due to the first soil tillage is rapidly followed by the invasion of new population from nearby area. Soil tillage is able to reduce in site white grub population, however it is not able to avoid its invasion. The same result was observed by Oliviera *et al.*, (2000), that the conventional soil tillage was not able to decrease the population of white grub. Timing and system of soil tillage were crucial in management of white grub, and they cannot be generalized for all plantation and soil condition. This suggests that the effectiveness of soil tillage is low for decreasing white grub populations. The low decline of white grub population indicates that soil tillage is unreliable to control the white grub in the absence of other control techniques.

Tabel 1. White grub population before soil tillage, and after first and second soil tillage

Plot number	Grub population/400 cm <sup>2</sup>										Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Before soil tillage	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.67	2.67	3.33	4.33	5.33	<b>1.79p</b>
After first soil tillage	0.33	0.33	0.33	0.00	0.33	0.67	1.67	2.00	3.00	3.33	<b>1.20p</b>
After second soil tillage	0.67	0.00	0.33	0.00	0.33	1.00	2.00	2.33	3.00	2.67	<b>1.23p</b>

Note: Numbers followed by the same letters are not significantly different (t-test,  $\alpha$ :5%)

#### 4. CONCLUSION

The white grub population will be higher with the increase of vegetation density that provides organic material. Soil tillage is not effective to decrease white grub populations.

#### 5. ACKNOWLEDGEMENT

Acknowledgments are sent to LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta which has supported the financing of research with applied research scheme for budget year 2017

#### 6. REFERENCES

- BPS. 2017. Tanaman kacang tanah per provinsi. <https://data.go.id/dataset/tanaman-kacang-tanah-per-provinsi>. Accessed at 6 Agustus 2017.
- Gomez, K. A and Gomez, A. A. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research, 2nd edition John Wiley and Sons, New York, 680 PP.
- Gupta, S and Gavkare, O. 2014. White grub, brahmina coriacea, a potential threat to potato. Journal of Industrial Pollution Control 30(2). 357-359
- Harjaka, T., Martono, E., Witjaksono, Sunarminto, BH. 2011. Potensi jamur *Metarhizium anisopliae* untuk pengendalian uret perusak akar tebu. Seminar Pesnab IV. Jakarta 15 Oktober 2011. P: 91-102
- Noegrahati, s. 1987. Dinamika dan AnaLisis Residu Pestisida di Lingkungan symposium Nasional pestisida pertanian di Indonesia. 8-10 Januari 1987 'Yogyakarta- 15 hal'.
- Oliveira, LJ., Campo, CBH., Garcia, MA. 2000. Effect of soil management on the white grub population and damage in soybean. Pesq. agropec. bras. 35 (5). 887-894
- Poerwanto, ME., Solichah, C. 2010. Perilaku uret pada campuran kompos dengan limbah tanaman tembakau. Prosiding seminar nasional ketahanan pangan & energi 2010. Fakultas Pertanian UPNVYK
- SPSS Inc. 1999. SPSS® for Windows™ Version 10.0.5. Chicago: SPSS Inc.White.

**PENDEKATAN SISTEM DINAMIS DALAM  
ANALISIS DEMAND-SUPPLY DAGING SAPI DI DAERAH ISTIMEWA  
YOGYAKARTA**

**Puspitaningrum, Dwi Aulia<sup>1\*</sup>, Masyhuri<sup>2</sup>, Hartono, Slamet<sup>3</sup> and Jamhari<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Departement Agribisnis. Fakultas Pertanian. Universitas Pembangunan Nasional (UPN) "Veteran" Yogyakarta

<sup>2</sup> Department Agribisnis, Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Indonesia

<sup>3</sup> Department Agribisnis, Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Indonesia

<sup>4</sup> Department Agribisnis, Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Indonesia

\*Contact Person : e-mail: [auliayk@yahoo.com](mailto:auliayk@yahoo.com) atau [dwi.aulia.p@mail.ugm.ac.id](mailto:dwi.aulia.p@mail.ugm.ac.id)

Mobile Phone : 081392781717 Or 081228055877 (WA)

***Abstract***

*Beef cattle in Indonesia grows up in a number of 2 % per year paralel with its demand of beef in this area. The demand of beef in Indonesia rises rapidly in a number of 4 % per year (BPS,2015) This unbalanced condition could have a negative impact to food security in this country. The government of Republic Indonesia has been promoting many kind of programs to increase the numbers and the productivity of domestic cattle herd and to import beef from other countries to fullfill the demand regarding the growing of population in middle class economic. The purpose of this study was to inquaery supply-demand of beef in Indonesia especially in Yogyakarta region. We incorporated dynamic system approach. A Causal-loop model was proposed to achieve the objective of the study. The result of the research showed that with three sub-systems in system of beef supply-demand : (1) the demand of beef (2) the supply of beef (3)the market and consumer. By using the causal-loop model, we could concluded that if the demand of beef increase, the veterinity beef on farm will also productivity increase and it will be a positive (+) influence It mean the avaibility of beef also will be increase. By simulation of Dynamic system we concluded that if the demand of beef increase 20 %,the all of supply chain in beef agroindustry must be increase too..*

**Keywords :** *Beef, Dinamic System , Supply, Demand, DIY*

**1. PENDAHULUAN**

Konsumsi daging sapi mencapai 21 % dari jumlah konsumsi daging nasional (Ditjennak dan Keswan, 2013). Laju peningkatan produksi sapi potong hanya 2 %/tahun yang lebih kecil dari laju peningkatan konsumsi daging sapi 4 %/tahun, sehingga diperkirakan dalam jangka waktu ke depan akan terjadi kekurangan pasokan daging sapi di Indonesia, walaupun hal ini sudah ditunjang dengan daging sapi import dan daging unggas

(Ditjennak dan Keswan,2016). Kondisi ini memungkinkan akan berpengaruh pula terhadap industri industri yang berbahan baku daging sapi potong di Indonesia tak terkecuali juga di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Kondisi pasar daging sapi di DIY selama kurun waktu 2015-2016 (Januari –Desember) menunjukkan kondisi yang sedikit fluktuatif dengan harga tinggi yang tidak pernah bisa turun di bawah harga Rp.100.000/kg. Kondisi ini diduga diakibatkan karena adanya ketimpangan pasokan (*supply*) dan permintaan (*demand*) di seluruh rantai pasok dan rantai pemasarannya. Hal ini perlu dicermati dan dikaji secara lebih mendalam, karena persoalan tidak hanya di pemasaran, namun dimungkinkan terjadi di tingkat sisi penawaran (*Supply*) seperti ketersediaan(pakan,semen,bibit), potensi lahan dalam penyediaan hijauan ternak, keberadaan penyuluh, keberadaan rumah pemotongan hewan, populasi ternak sapi , populasi sapi siap potong di DIY dan sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis dinamika ketersediaan daging sapi potong berbasis *supply-demand* dengan pendekatan model sistem dinamis..Atas dasar latar belakang tersebut maka penelitian ini dilakukan .

## 2. KAJIAN LITERATUR

### 2.1.Analisis Model Sistem Dinamis sebagai Dasar Pembuatan Kebijakan

Model penawaran dan permintaan dinamis menggambarkan hubungan jumlah permintaan dan penawaran dengan harga barang itu sendiri dan faktor lainnya misalnya harga barang substitusi dan harga barang komplementerer serta lainnya. Hal yang paling penting dalam model dinamis adalah adanya distribusi lag (*distributed-lag models*). Sistem dinamis merupakan suatu metodologi untuk memahami berbagai masalah kompleks. Metode sistem dinamis mempelajari masalah dengan sudut pandang sistem, dimana elemen-elemen sistem tersebut saling berinteraksi dalam suatu hubungan umpan balik sehingga menghasilkan suatu perilaku tertentu. Interaksi dalam struktur ini diterjemahkan ke dalam model-model matematik yang selanjutnya dengan bantuan komputer disimulasikan untuk memperoleh perilaku historisnya (Wirabhuna, 2007).Sistem dinamik merupakan salah satu model yang dikemukakan pertamakali hasil uji coba dari Jay Forrester di tahun 1958 dan ditulis dalam *Harvard Bussiness Review* dengan judul *Industrial Dynamics* (Scholl,2008). Model sistem dinamis kemudian di kembangkan oleh Sterman di tahun 1989, dengan publikasi hasil penelitian terusan dari Forrester berjudul “*How subject play the classical beer distribution game* “ dan di publikasi lainnya berupa simulasi model ekonomi untuk menyesuaikan permintaan dan penawaran pada industri beer tersebut. Sesuai dengan namanya yakni sistem dinamis maka metode ini erat hubungannya dengan pertanyaan pertanyaan tentang tendensi tendensi sistem dinamik yang kompleks, berupa tingkah laku atau pola pola tingkah laku yang dibangkitkan oleh sistem dengan bertambahnya waktu. Asumsi utama dalam paradigma dinamika sistem adalah adanya tendensi dinamik yang *persistent* (Terjadi terus menerus) pada setiap sistem yang kompleks yang bersumber dari struktur kausal yang membentuk sistem itu. Tujuan yang utama dalam pemodelan sistem dinamik adalah meningkatkan pemahaman tentang hubungan yang terjadi diantara struktur umpan balik dan perilaku dinamis dari suatu sistem, sehingga dapat dikembangkan berbagai kebijakan dalam rangka memperbaiki permasalahan yang terjadi di sekitar kita (Musyafak,2015).Sistem dinamis mengkombinasikan struktur komponen-komponen yang memiliki aktivitas, misalnya sistem aliran sungai, sistem kerja mesin, sistem sosial, dan sebagainya. Kedinamisan sebuah sistem ditunjukkan oleh perubahan kondisi sistem sebagai reaksi.Menurut Sterman(1984);Andersen(1997); Sterman (2002); Lane(2008); Mananoma (2008); Widodo(2010) yang dimaksudkan dengan model adalah representasi sederhana dari

sesuatu yang nyata untuk memudahkan dalam mempelajari perilaku sistem nyata. Dengan demikian sebuah model diperlukan bila mana percobaan dengan sistem nyata menjadi terhalang karena mahal, berbahaya ataupun merupakan sesuatu yang tidak mungkin untuk dilakukan. Mereka juga menyatakan bahwa asumsi sistem nyata diwujudkan dari sistem nyata dengan menentukan faktor-faktor dominan (variabel, kendala, dan parameter) yang mengendalikan perilaku dari sistem nyata. Dengan demikian menjadi jelas bahwa untuk kondisi tertentu diperlukan penyusunan sebuah model yang mewakili sistem nyata untuk mempermudah dalam mempelajarinya. Model sistem dinamis bukan dibuat untuk memahami karakteristik dan perilaku mekanisme proses internal yang terjadi dalam suatu sistem tertentu. Sistem dinamis sangat efektif digunakan pada sistem yang membutuhkan tingkat pengelolaan akan data yang banyak dengan baik. Dengan fleksibilitas yang dimiliki maka hal ini akan membantu dalam melakukan proses formulasi model, penentuan batasan model, validasi model, analisis kebijakan, serta penerapan model (Wirabhiana, 2007).

#### a. Causal Loop Diagram

Struktur dari sebuah metode sistem dinamis ditunjukkan melalui *causal loops (influence) diagrams*; sebuah *causal loop diagram* menangkap mekanisme umpan balik yang penting. Mekanisme ini dapat berupa *loop* umpan balik negatif (menyeimbangkan) atau positif (menguatkan). Sebuah *loop* umpan balik negatif menunjukkan sifat yang mencari tujuan: setelah sebuah gangguan, sistem akan mencari jalan kembali ke situasi equilibrium. Dalam sebuah *loop* umpan balik positif, sebuah gangguan awal akan membawa perubahan yang jauh, memberikan kesan kehadiran keadaan equilibrium yang tidak stabil. Kesemuanya di sebut "*Thinking in System*" atau sistem *thingking*. *Causal loop diagrams* memiliki dua peran penting dalam sistem dinamis (Donella, 2009) yaitu :1. Dalam pengembangan model berperan dalam sketsa awal dari hipotesis model sebab-akibat dan 2. Dapat merepresentasikan model secara sederhana. Struktur dari model sistem dinamis terdiri dari *stock (state) variable* dan *flow (rate) variable*. *Stock variable* merupakan sebuah akumulasi (contohnya *inventory*) dalam sebuah sistem, sedangkan *flow variable* merepresentasikan aliran dalam sebuah sistem (contohnya tingkat pemesanan). Struktur model dan hubungan antar variabel ditunjukkan melalui *stock-flow diagram*. Pemetaan matematis dari sebuah *stock-flow diagram* sistem dinamis terjadi melalui sebuah sistem persamaan *differential* yang dipecahkan secara numeral melalui simulasi (Georgiadis *et all* 2005; Widodo, 2010).

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang meliputi empat (4) kabupaten dan satu (1) kotamadya yakni Kabupaten Sleman, Kabupaten Bantul, Kabupaten Kulon Progo, Kabupaten Gunung Kidul dan Kota madya Yogyakarta. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan teknik *triangulasi* yakni pengumpulan data dengan kajian segitiga yang dalam operasional pelaksanaannya dilakukan meliputi telaahan data sekunder, wawancara semi struktural dengan responden yang diamati dan observasi langsung di Lapangan (Kerlinger, 2007). Data yang digunakan dalam penelitian sebagian besar berupa data sekunder dari dinas dan kementerian terkait, dan data primer dari seluruh pelaku usaha dalam agroindustry daging sapi dari rantai hulu sampai hilir.

Guna mendekati tujuan penelitian yakni mengetahui ketersediaan daging sapi DIY berbasis permintaan (*demand*) dan penawaran (*supply*) daging sapi di DIY digunakan analisis sistem dinamik dengan bantuan software Powersim studio versi 2010 .

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

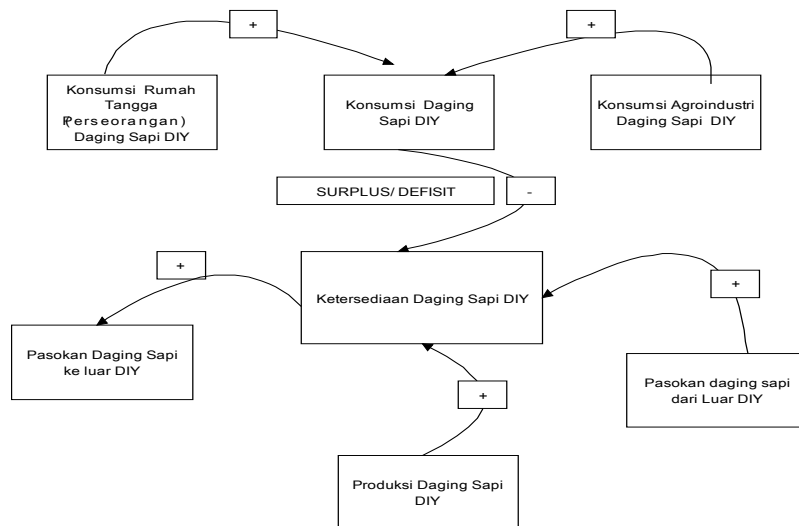
##### 4.1. Kondisi *Demand –Supply* Daging Sapi DIY

Pada sisi *supply* yang berhubungan dengan pasokan dan persediaan daging sapi pertamakali dilihat dari sisi peternaknya. Dalam sistem tersebut peternak menyediakan sapi untuk kebutuhan pasar ataupun untuk para pelanggannya. Peternak sapi dari wilayah DIY terbesar beras Gunung Kidul. Sapi yang dipasarkan di DIY .Pasar hewan terbesar di wilayah DIY adalah pasar hewan Ambarketawang dan pasar hewan Jangkang Sleman, Pasar Hewan Imogiri Bantul, Pasar Hewan Siyono dan Munggi Gunungkidul dan Pasar Hewan Pengasih Kulon Progo.

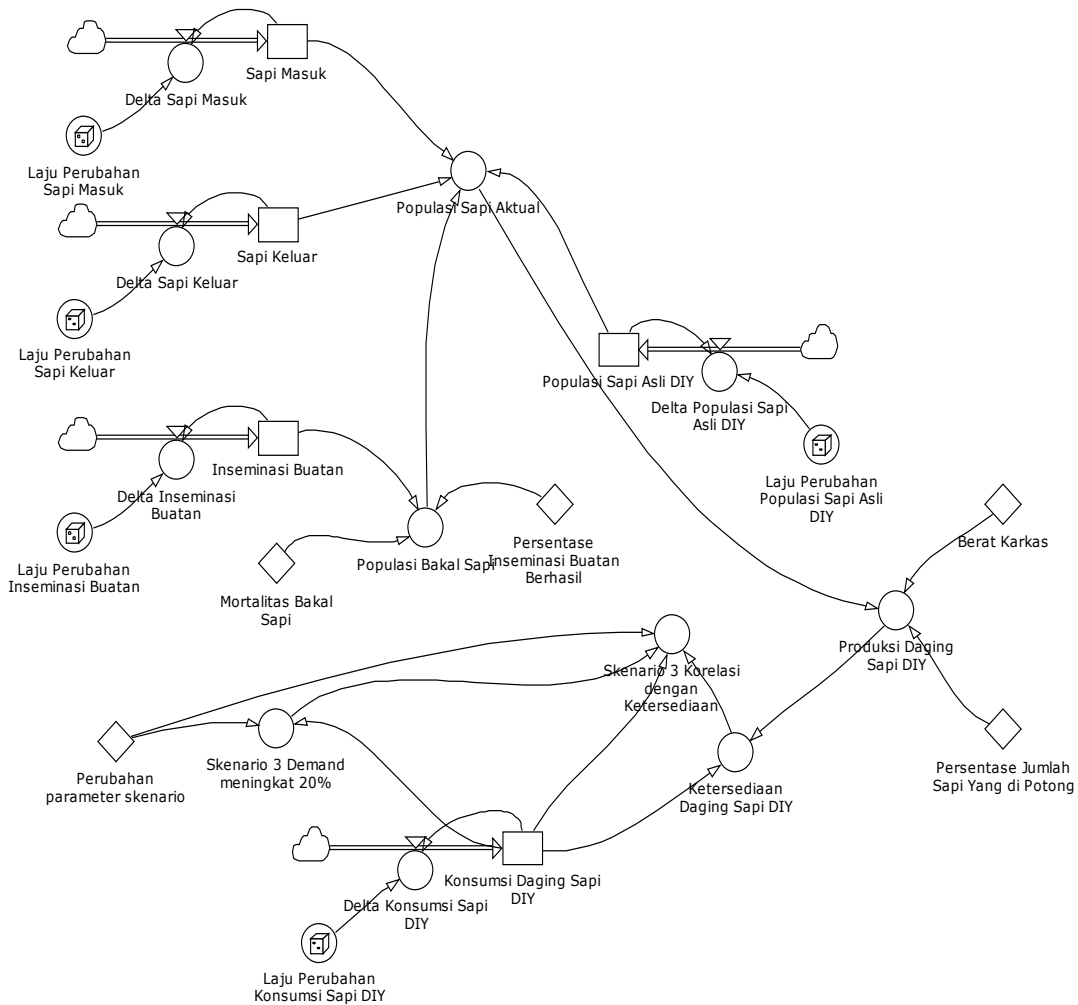
Berdasarkan data SUSENAS BPS tahun 2010-2011 sisi *demand* (permintaan) daging sapi Konsumen daging sapi terdiri dari konsumen industri dan konsumen rumah tangga. Konsumen industri adalah kelompok Horekawa (Hotel, Restoran, Kafe, Warung). 80 % merupakan pedagang industri bakso. Sedangkan konsumsi rumahtangga di DIY berkisar antara 0,8 gr/hari/kapita (Kota) dan 0,008 gr/kapita/hari (desa ).

##### 4.2. Causal Loop Daging Sapi DIY 1995-2015

Diagram sebab akibat (*Causal loop*) digunakan untuk menggambarkan keterkaitan antar elemen sistem yang menunjukkan kedinamisan sistem. Diagram sebab akibat ini digunakan untuk mengetahui sisi penawaran dan permintaan di suatu daerah.



Gambar 1. Kerangka Diagram Sebab Akibat (*Causal Loop*) Sistem Ketersediaan daging sapi berbasis Permintaan dan Penawaran Daging Sapi DIY, 2016

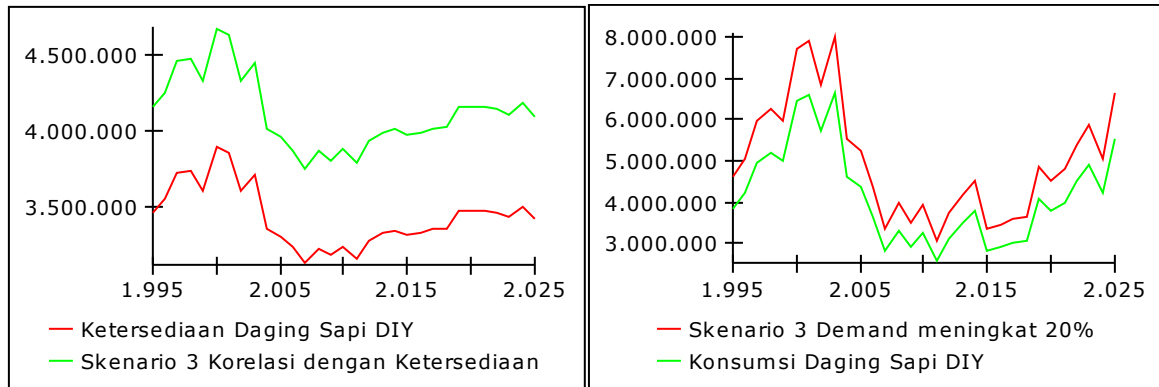


Gambar 2. Model Sistem Dinamis dalam Permintaan-Penawaran Sapi DIY,2016

#### 4.3. Validasi Model dalam Penggunaan Causal Loop

Uji scenario dengan mata uji jika permintaan daging sapi naik Validasi model menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Dari hasil uji MAPE pada seluruh variable permintaan dan penawaran menunjukkan nilai MAPE 4,89% yang berarti model dapat merepresentasikan sistem nyata. Hasil simulasi scenario ditunjukkan dalam gambar 3. Hasil menunjukkan bahwa jika *demand* (permintaan daging sapi) naik 20 % di tahun 2017 dari 3.000.000 kg menjadi 3 600.000 kg yang ditunjukkan dalam parameter konsumsi daging sapi maka ketersediaan daging sapi dalam kurun waktu tersebut harus tersedia dari 3.500.000 kg menjadi 4.100.000 kg . Ini menunjukkan bahwa daging sapi tidak dapat di penuhi dari wilayah DIY sehingga perlu dilakukan pasokan daging sapi dari luar DIY atau bahkan dari import Luar negeri. Ini yang bisa dilakukan oleh Pemerintah agar ketersediaan daging sapi di DIY bisa maksimal.





Gambar 2. Hasil Simulasi Scenario dengan Peningkatan 30 % *Demand* Daging sapi

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Penawaran dan permintaan akan daging sapi di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) terlihat belum seimbang. Dalam periode 1995-2016 terbukti laju tingkat persediaan daging sapi (di sisi supply) adalah sebesar 2 %/tahun lebih kecil dibandingkan laju konsumsi daging sapi (di sisi demand) sebesar 4 %/tahun .
2. Pasar yang terjadi di sisi supply masih terlihat sebagai pasar oligopoli, di mana penentu pasar di setiap rantai pelaku rantai persediaan yakni pedagang, pasar hewan, blantik, pejagal, dan Rumah Pemotongan Hewan (RPH) hanya beberapa saja. Pasar belum berjalan dalam pasar persaingan.
3. Permintaan dalam tahun 2017 dalam simulasi kondisi system dinamik jika naik demand akan daging sapi 20% maka selama 2018-2025 ketersediaan daging sapi DIY tidak mencukupi sehingga harus dilakukan pasokan dari luar DIY atau import daging sapi dari luar negeri.

### 5.2. Saran

Penelitian ini hanya mengambil data yang terbatas dari tahun 1995 -2015 sehingga perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam lagi dengan menambah berbagai variabel yang mungkin akan lebih bisa menjelaskan tentang kondisi per sapi dan seluk beluk agroindustri berbasis daging sapi dari mulai hulu di tingkat petani sampai dengan tingkat hilir di tingkat konsumen.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Biro Pusat Statistik(BPS) DIY.2015. *Perkembangan Eksport Import DIY Bulan Januari 2015*.Berita Resmi Statistik. No. 14/02/34/Th.XVII, 16 Februari 2015.
- Boyer,N.C;Brorsen,B.W. 2013. *Changes in Beef Packers' Market Power After The Livestock Mandatory Price Reporting Act: An Agent-Based Auction*. American Journal Agricultural Economic. 95(4): 859-876; doi:10.1093/ajae/aat005.
- Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2013,2014,2015,2016. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan*. Naskah non publikasi.

- Donella H.Meadows.2009. *Thinking in System. A Primer*. EarthScan. Publishing for Suistanable Future. London. Sterling. VA.
- Emmanoulides,C.J;Fousekis,P. 2015. *Vertical Price Dependence Structures:Copula-Based Evidence From The Beef Supply Chain in The USA*.European Review of Agricultural Economics. Volume 42(1) (2015): 77 – 97.
- Ferichani. 1997. *Analisis Permintaan Daging Sapi di Propinsi DIY*. Thesis S-2. Program Studi Magister Manajemen Agribisnis. Universitas Gadjah Mada.
- Georgiadis,P;Vlachos,D; Iakovou,E. 2004. *A System Dynamics Modelling Framework For The Strategic Supply Chain Management of Food Chains*.Journal of Food Engineering. 70(2005):351-364. [www.elsevier.com/located/jfoodeng](http://www.elsevier.com/located/jfoodeng).
- Musyafak,A. 2015. *Analisis Model Sistem Dinamis untuk kebijakan Pembangunan Pertanian*. Modul pelatihan disampaikan dalam workshop model sistem dinamis untuk kebijakan pembangunan pertanian. Yogyakarta. 10-11 Juni 2015.
- Piewthongngam,K;Vijtnopparat,P;Pathummnakul,S;Chumpatong,S. 2014. *System Dinamics Modelling of An Integrated Pig Production Supply Chain*. Journal of Science Direct.Elsevier Publiser. 127(2014): 24-40
- Piggott,NE dan Marsch.T.L.2004.*Does Food Safety Information Impact U.S.Meat Demand?*. J. American Journal Of Agricultural Economics. 154-174.
- Scholl,H.J.2008. *Looking Across The Fence: Comparing Findings From SD Modelling Efforts With Those of Other Modelling Techniques*. University at Albany/SUNY. Centre For Technologi in Government. Albany, New York.
- Sterman,J.D; 1984. *Appropriate Summary Statistics For Evaluating The Historical Fit Of System Dynamic Models*. Paper unpublised.Massachusetts Institute of Technology.
- Widodo, K.H. DKK, 2010. *Supply Chain Management Agroindustri yang Berkelanjutan*. Buku Pemenang Hibah penulisan buku teks Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Penerbit Lubuk Agung Bandung.

# OPTIMALISASI LAHAN PASIR PANTAI MELALUI PENERAPAN TEKNOLOGI PEMUPUKAN ORGANIK DAN MINERAL ZEOLIT UNTUK MENINGKATKAN HASIL UBIJALAR

Tutut Wirawati <sup>\*</sup>), Sugeng Priyanto, dan Ami Suryawati  
Prodi Agroteknologi, Fak. Pertanian  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
<sup>\*</sup>Email : tututwirawati@yahoo.com

## RINGKASAN

Usaha pemerintah Indonesia untuk melakukan diversifikasi pangan terkendala oleh sempitnya lahan pengembangan. Lahan Pesisir Pantai Selatan DIY merupakan lahan marjinal yang berpotensi bagi usaha pertanian apabila dilakukan input teknologi yang tepat. Tujuan penelitian adalah menentukan kombinasi dosis pupuk kotoran sapi dan zeolit yang tepat untuk pertumbuhan dan hasil ubijalar. Penelitian dilaksanakan bulan Mei sampai dengan Nopember 2017, di lahan pasir pantai Selatan DIY di Dsn Ngepet, Desa Srigading, Kab. Bantul, DIY. Metode penelitian adalah percobaan lapangan, perlakuan faktorial (4x4) yaitu dosis pupuk kotoran sapi (0, 20,25 dan 30 ton/ha) dan dosis zeolit (0, 250, 500 dan 750 kg/ha). Di design dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara perlakuan. Pupuk zeolit 750 kg/ha dan pupuk kandang 20 ton/ha merupakan kombiasi terbaik pada jumlah umbi.

Kata kunci : ubijalar, lahan pasir, pupuk kotoran sapi, zeolit

## PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan bagian yang strategis dalam ketahanan nasional. Sebagai Negara agraris yang besar dan berdaulat, pemerintah Indonesia memberikan prioritas yang tinggi terhadap pembangunan ketahanan pangan nasional yang berdasarkan azas kemandirian pangan. Indonesia memiliki beragam sumber bahan pangan bagi penduduknya yang memiliki potensi cukup besar berasal dari umbi-umbian diantaranya adalah ubijalar.

Ubijalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) merupakan salah satu jenis tanaman penghasil karbohidrat yang pengembangannya ditujukan untuk menunjang program diversifikasi pangan non beras karena memiliki nilai gizi yang cukup tinggi dan mengandung enzim alfa dan beta amylase yang sangat berguna untuk memproduksi sirup dengan maltose tinggi (Rahayuningsih *et al.*, 2004). Disamping itu ubijalar yang diformulasikan dengan kacang-kacangan baik untuk menjadi bahan baku industri terutama industri “*baby food*”. Produk-produk ubijalar dapat diproyeksikan sebagai bahan baku industri seperti pakan ternak, plastik yang mudah terurai (*biodegradable*) (Antarlina,1993).

Indonesia berupaya melakukan pengembangan produk komoditi pangan, dengan sasaran produksi tiap tahun 2.031.000 ton pada luas panen 194.000 ha. Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki lahan pasir pantai selatan seluas 9.000 hektar, lahan ini merupakan lahan marjinal di sepanjang pantai, sekitar 60% nya belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan lahan pasir pantai saat ini sudah mulai di kembangkan dan cukup berhasil terutama setelah dibangunnya jaringan irigasi (sumur renteng). Pemanfaatan lahan sementara ini masih berkisar pada jenis sayuran yaitu bawang merah dan cabe (Lagiman, 2006 ; Kastono, 2007). Terbatasnya jenis tanaman disebabkan karena berbudidaya tanaman di lahan pasir bukanlah hal yang mudah, karena sifat fisik, biologis dan kimia tanah yang tidak mendukung untuk pertumbuhan tanaman karena lahan pasir pantai dicirikan oleh tekstur

pasiran, kandungan hara yang rendah, daya menyimpan air rendah dan suhu tanah yang tinggi. Kecepatan angin yang tinggi menyebabkan tingginya evapotranspirasi tanaman. Suhu tanah harian lahan pasir pantai cukup tinggi, dengan suhu siang hari mencapai 30-40°C. Hal ini menyebabkan tanaman mengalami kekeringan (Partoyo, 2006). Kondisi kekeringan menyebabkan produksi umbi colocasia menurun hingga mencapai 10 – 40% dan menurunkan jumlah butir-butir pati (Ravi dan Chowdhury (2000), perakaran tanaman kentang tidak adaptif berkembang (Opena dan Porter, 1999), pembentukan umbi kentang terhambat dan kadar pati umbi menurun (Geigenberger *et al.*, 2002), jumlah sel endosperm turun (Brocklehursts *et al.*, 1998).

Pupuk kandang adalah pupuk organik, digunakan untuk mengatasi kendala yang berkaitan dengan sifat fisik dan kimia tanah. Selain memberi asupan hara bagi tanah, pupuk kandang juga bersifat dapat menahan air. Pupuk kotoran sapi merupakan teknologi dalam rekayasa sifat lahan, selain memberi unsur hara juga mampu mempertahankan kandungan lengas dalam tanah. Sayangnya pupuk kotoran sapi harus dalam jumlah banyak karena unsur hara makronya yang rendah sehingga menyulitkan aplikasinya, terutama bila pupuk kandang sulit tersedia. Penambahan pupuk kandang di lahan pasir 25 ton/ha mampu meningkatkan hasil bawang merah (Lagiman, 2006). Darini dan Sunaryo (2002), pemberian pupuk kandang sapi atau ayam 20 ton/ha pada lahan pasir pantai dapat meningkatkan hasil bawang merah 9 – 12%.

Zeolit, merupakan batuan Alumina Silika berpori yang mengandung banyak mineral seperti Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na), dan Kalium (K). *Zeolit* (batuan organik) dapat menyerap/mengikat, menyimpan, memudahkan lalu mengatur kebutuhan unsur hara ke tanaman, sesuai dengan tahap-tahap pertumbuhan dan perkembangannya. Dengan demikian, pupuk yang ditaburkan petani ke lahan pertanian akan terserap maksimal oleh tanaman (Sastiono, 2004). *Zeolit* juga mampu mempercepat mineralisasi bahan organik tanah, dengan harapan hal ini mempercepat pula bagaimana tanah-tanah kita ini kembali ke kondisi yang sehat. Selain itu, batuan zeolit mampu mengkondisikan pH tanah, memperbaiki struktur tanah, aerasi tanah, meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, meningkatkan daya pegang air. Hasil pengkajian pada tanaman bawang merah menunjukkan bahwa perlakuan amelioran *soil conditioner* zeolith dengan dosis 750 kg/ha dapat meningkatkan produksi bawang merah 2 kali lipat, mencapai 12,5 t/ha kering panen dibandingkan dengan hanya pemberian pupuk kandang saja, produksi bawang merah hanya mencapai 6 t/ha. Kombinasi dosis zeolit 750 kg ha<sup>-1</sup> dengan dosis urea 50 kg ha<sup>-1</sup> menunjukkan hasil terbaik terhadap luas daun, tinggi tanaman dan bobot kering total/tanaman jagung dibandingkan dengan perlakuan dosis urea 300 kg ha<sup>-1</sup> tanpa pemberian zeolit (Budiyanto, 2005).

Meskipun pengembangan Zeolit di bidang pertanian sudah lama dipromosikan tetapi penggunaannya belum banyak diketahui petani. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang hasilnya dapat diinformasikan kepada pelaku usaha tani.

## **BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan bulan Mei sampai dengan Nopember 2017, di lahan pasir pantai Selatan DIY di Dsn Ngepet, Desa Srigading, Kab. Bantul, DIY. Metode penelitian adalah percobaan lapangan, perlakuan faktorial (5x4) yaitu dosis pupuk kotoran sapi (0, 20, 25, 30, dan 35 ton/ha) dan dosis zeolit (0, 250, 500 dan 750 kg/ha). Di design dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan 3 ulangan. Bahan tanam berupa stek pucuk, panjang 15-20 cm ditanam pada guludan dengan jarak tanam 30 cm x 80 cm dalam petak pertanaman berukuran 4 m x 3 m. Pemupukan dilakukan menggunakan pupuk kandang pada takaran sesuai perlakuan diberikan saat pengolahan lahan dan pupuk zeolit sesuai perlakuan

diberikan 1/3 dosis saat tanam dan 2/3 dosis saat tanaman berumur 60 hst. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan cara terpadu, terutama melalui pencegahan.

Variabel pengamatan meliputi pengamatan agronomis yang kemudian dianalisis menggunakan anova taraf 5 % dan uji lanjut BNT 5 %.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada ubi jalar, berat kering tertimbun dalam bagian tanaman yang secara ekonomi penting diantaranya adalah akar umbi. Di lapangan, pembentukan umbi sangat dipengaruhi oleh lingkungan pada 20 hari yang pertama setelah penanaman. Analisis ragam terhadap jumlah, panjang dan bobot umbi (Tabel 1, 2, dan 4), menunjukkan ada interaksi antara perlakuan Zeolit dengan dosis pupuk kandang sapi tetapi tidak pada diameter umbi. Hal ini menunjukkan bahwa untuk jumlah, panjang dan bobot umbi, perlakuan zeolit dipengaruhi oleh dosis pupuk sapi, sebaliknya dosis pupuk sapi dipengaruhi oleh zeolit. Perlakuan dosis pupuk hanya berpengaruh terhadap diameter umbi (Tabel 3).

Tabel 1. Rerata jumlah umbi per tanaman (buah)

Perlakuan <b>Zeolit</b>	<b>Dosis pupuk kandang ( ton/ha)</b>					Rerata
	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	
<b>0 kg/ha</b>	<b>4.54 b</b> q	5.44 b p	4.77 b q	4.61b q	5 b pq	4.89
<b>250 kg/ha</b>	4.99 b q	5.66 b pq	5.55 b q	6.55 ab P	5.55 ab q	5.66
<b>500 kg/ha</b>	4.88 b r	4.66 c s	5.22 ab qr	5.44 b q	6.33 ab p	5.50
<b>750kg/ha</b>	7.66 a q	<b>7.99 a</b> p	7.22 a s	7.88 a p	7.44 a r	7.63
	5.51	6.18	5.69	6.12	6.08	(+)

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf sama pada kolom (a,b,c) dan baris (p,q,r) menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5% (+) ada Interaksi

Tabel 1, menunjukkan bahwa jumlah umbi yang dihasilkan rata-rata berkisar antara terendah 5 (4,54) pada tanaman yang tidak menggunakan zeolit maupun pupuk kandang hingga tertinggi 8 (7,99) buah per tanaman pada tanaman yang dipupuk 20 ton/ha pupuk kandang dan zeolit 750 kg/ha.

Panjang umbi terendah 12 (12,36) cm terdapat pada interaksi perlakuan pupuk kandang 0 ton/ha dan zeolit 500 kg/ha. Tertinggi 19 (19,2) cm pada interaksi 25 ton/ha pupuk kandang dan 750 kg/ha pupuk zeolit (Tabel 2). Besarnya perbedaan hasil menunjukkan bahwa ada hubungan yang sinergis antara zeolit dan pupuk kandang sapi di dalam mempengaruhi pertumbuhan terhadap panjang umbi tanaman. Tabel 3, menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara kedua perlakuan. Penambahan zeolit berdampak positif terhadap penambahan diameter umbi yang dihasilkan, demikian juga pemberian pupuk kandang. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk berguna untuk pertumbuhan tanaman (Taiz and Zeiger, 1991; Gardner, 1990).

Tabel 2. Rerata panjang umbi per tanaman (cm)

Perlakuan <b>Zeolit</b>	<b>Dosis pupuk kandang ( ton/ha)</b>					Rerata
	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	
<b>0 kg/ha</b>	18.97 a P	14.36 c r	15.74 b Q	16.81 b q	17.9 a P	16.76
<b>250 kg/ha</b>	13.71 b	15.17 b	14.35 b	14.66 c	15.56 b	14.69

	R	p	Q	q	P	
<b>500 kg/ha</b>	<b>12.36 c</b> S	14 c q	13.44 b R	13.38 c r	14.94 b P	13.624
<b>750kg/ha</b>	18.42 a P	15.39 a r	<b>19.2 a</b> P	18.72 a p	17.18 a q	17.78
Rerata	15.86	14.73	15.68	15.89	16.39	(+)

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf sama pada kolom (a,b,c) dan baris (p,q,r) menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5% , (+) tidak ada Interaksi

Tabel 3. Rerata diameter umbi per tanaman (buah)

Perlakuan	Dosis pupuk kandang ( ton/ha)					Rerata
	0	20	25	30	35	
<b>Zeolit</b>						
<b>0 kg/ha</b>	5.13	5.38	5.15	5.03	5.45	5.22 b
<b>250 kg/ha</b>	7.03	6.71	5.46	6.74	7.2	<b>6.62 a</b>
<b>500 kg/ha</b>	5.96	6.2	6.87	6.15	6.18	6.27 a
<b>750kg/ha</b>	5.76	5.92	6.24	6.51	5.86	6.05 a
Rerata	5.97qr	6.05 q	5.93 r	6.10 pq	<b>6.17 p</b>	(-)

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf sama pada kolom (a,b,c) dan baris (p,q,r) menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%, (-) tidak ada Interaksi

Tabel 4, menunjukkan bahwa terdapat pengaruh dari kedua perlakuan dimana interaksi antara pengaruh perlakuan pemberian pupuk zeolit dan pupuk kotoran sapi nyata pada bobot umbi per tanaman. Bobot umbi yang terbaik nampak apabila dilakukan kombinasi pemupukan yang tepat. Bila tidak dilakukan penambahan zeolit maka kebutuhan pupuk kandang yang diperlukan untuk meningkatkan hasil umbi adalah sejumlah 35 ton/ha. Penambahan zeolit sejumlah 750 kg/ha nyata meningkatkan bobot umbi maksimal yaitu 445.28 g pada pemberian pupuk kandang hanya 25 ton/ha. Hal ini membuktikan bahwa penambahan zeolit mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kandang sapi, sehingga kebutuhan pupuk kandang sapi dapat dikurangi.

Tabel 4. Rerata bobot umbi per tanaman (g)

Perlakuan	Dosis pupuk kandang ( ton/ha)					Rerata
	0	20	25	30	35	
<b>Zeolit</b>						
<b>0 kg/ha</b>	289,08 b r	282,71b r	361.48 d q	262,07 c s	365.44 d p	371.01
<b>250 kg/ha</b>	<b>247,3 d</b> t	258,74 c r	379.01 c q	237,04 d s	441.72 a p	432.91
<b>500 kg/ha</b>	311,76 a R	325,78 a R	416.06 b P	317,64 a R	392.56 c q	397.39
<b>750kg/ha</b>	268,54 c s	295,5 b r	<b>445.28 a</b> p	283,47 b r	428.96 b q	421.61
Rerata	279,17	290,6825	400.45	275,05	407.17	(+)

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf sama pada kolom (a,b,c) dan baris (p,q,r) menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%, (+) ada Interaksi

## KESIMPULAN

Terbatas pada penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Antara perlakuan zeolit dan pupuk kandang sapi terdapat interaksi pada jumlah, panjang dan bobot umbi.
2. Pupuk zeolit 750 kg/ha dan pupuk kandang 20 ton/ha merupakan kombinasi terbaik pada jumlah umbi.
3. Pupuk zeolit 750 kg/ha dan pupuk kandang 25 ton/ha merupakan kombinasi terbaik pada bobot umbi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan yang tinggi disampaikan kepada kemenristek dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui skim penelitian Produk terapan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antarlina, S.S. 1993. *Pengolahan Tepung Ubijalar Menjadi Beberapa Kue*. Laporan Proyek Ubi-ubian. IDRC. 16 p.
- Brocklehurst, P.A., J.P. Moss, and W. Williams. 1998. Effects of Irradiance and Water Supply on Grain Development in Wheat. *Ann. Appl. Biol.* 84. 201-218.
- Darini, M. Th. dan Y. Sunaryo. 2002. Tanggapan Tanaman Bawang Varietas Lokal pada Kondisi Cekaman Air dan Macam Pupuk Kandang di Lahan Pasir Pantai. *Agrivet* 6 (2) : 119 - 128
- Frederique,R., Pascale, G., Dominique de Vienne, and Michel, Z. 2000. Protein change in Respon to Progressive Water Deficit in Maize. *Plant physiol.* 117 : 1253-1263
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, dan R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya* (terjemahan oleh Herawati Susilo). UI – Press. Jakarta.
- Geigenberger, P., B. Muller- Robert, and M. Stitt. 2002. Contribution of Adenosine 5-diphosphoglucose pyrophosphorylase to The control of Starch synthesis id Decreased by water stress in growing potato tubers. *Planta* 209 : 338-345
- Harjadi, S. S. dan S. Yahya. 1988. *Fisiologi Stres Lingkungan*. PAU. Bioteknologi. IPB. Bogor
- Kastono, D., D. Shiddieq, Tohari, E. Sulistyaningsih, dan Saporso. 2007. Pengaruh Pemberian Lapis Kedap Bentonit, Frekuensi dan Volume Pengairan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah di Lahan Pasir Pantai. *Prosiding Seminar Nasional HITI*. Fakultas Pertanian UPN. Yogyakarta. 2007.
- Lagiman. 2006. Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Bawang Merah di Lahan Pantai dengan Variasi Pupuk Kandang dan Bahan Berlempung. *Agrivet. Vol. 10. NO. 2 Desember 2006* : 132-141
- Maestri, B., F.M. Da Matta, A.J. Regazzi, and Barros. 2001. Accumulation of Proline and Quartenary Ammonium Compounds in Mature Leaves of Water Stressed Coffee Palnts. *Hort Science.* 70(2) : 229-233.

- Opena, G.B. and G.A. Porter. 1999. Soil management and Supplemental irrigation effect on Potato : Root Growth. *Agron. J.* 91: 43-431.
- Pangaribuan, Y. 2001. Studi Karakter Morfologi Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pembibitan terhadap Cekaman Kekeringan. Makalah Seminar Pascasarjana IPB Bogor. (tidak dipublikasikan)
- Partoyo. 2006. Perkembangan Profil Tanah Di Lahan Pertanian Gumuk Pasir Pantai Samas Yogyakarta. *Jurnal Tanah dan Air.* Vol. 7 No. 1. Juni 2006.
- Rahayuningsih, St. A, Y. Widodo, dan M. Yusuf. 2004. Keragaman Bibit Penjenis Varietas Unggul Ubijalar Pada Berbagai Tingkat Pemupukan dalam Teknologi Inovatif Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Untuk Mendukung Ketahanan Pangan. Puslitbang. Tan. Pangan.
- Ravi, V. and S.R. Chowdhury. 1999. Growth and Yield Response of Colocasia Accessions to Drought Stress. Science Publihers Inc, America.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. Plant Physiology. The Benjamin/ Cummings Publising Company Inc.
- Widyayanti, S., Lagiman, W. Widodo, Sarjiman. 2002. Peran Bahan Organik dan Frekuensi Penyiraman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah di Lahan Pasir pada Musim Kemarau. *Agrivet* 6(2) : 99 - 106



**PENENTUAN TIPE AKUIFER DAN ARAH ALIRAN AIR TANAH  
BERDASARKAN ANALISIS TAHANAN JENIS BATUAN  
DAERAH PEMBANGUNAN BANDARA TEMON  
KULONPROGO DIY**

**Ir. Purwanto, MT<sup>1)</sup>, Intan Paramita Haty, ST, MT<sup>1)</sup>  
Arif Rianto Budi Nugroho, ST.MSi<sup>1)</sup>,**

<sup>1)</sup>Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
email: purwantogeotek@yahoo.co.id

***Abstract***

*Comprehensive environmentally study of water utilization is necessary in the construction planning of new airport in Temon District, Kulon Progo, Yogyakarta. The purpose of this research is to provide aquifer system data and the direction of groundwater flow. The aim is to know the character of aquifer in the research area that can be used as comparison of groundwater utilization before and after the airport is completed. This study was conducted in three stages. The first stage is taking of geological data, hydrogeology data and the resistance of rock types. The second stage is laboratory analysis. The third stage is integration data to analyze the character of the aquifer. Wates Groundwater Basin is a Beach Aquifer System consisting of the Coastal Alluvial Subsystem and Sand Dune Subsystem, with shallow groundwater depths of 0.40 -19.50 m. The inner aquifer in 50 - 120 m, with a semi confined aquifer system, poor to medium productivity. The sand found in lenses layer in some places either east west and north south distribution. It makes the aquifer dissected.*

**Keywords : aquifer system, character aquifer, beach aquifer.**

## **1. PENDAHULUAN**

Perencanaan pembangunan bandara baru di Daerah Istimewa Yogyakarta di Wilayah Kecamatan Temon, Kabupaten Kulonprogo, memerlukan lahan 600 ha. Untuk itu perlu diadakan kajian berbagai aspek yang menyangkut kehidupan manusia termasuk dalam pengawasan pemanfaatan air bawah tanah secara menyeluruh serta berwawasan lingkungan, sebagai upaya konservasi dan pendayagunaan air bawah tanah yang berkelanjutan.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk penyediaan data sitem akuifer air bawah tanah serta arah aliran airtanah Kecamatan Temon, Kabupaten Kulonprogo dan sekitarnya. Sedangkan tujuannya adalah untuk mengetahui karakter akuifer di daerah penelitian yang dapat digunakan sebagai pembanding kondisi pemanfaatan airtanah sebelum dan setelah bandara selesai dibangun.

## **2. METODE PENELITIAN**

Penelitian penentuan tipe akuifer dan arah aliran airtanah dilakukan pada wilayah Cekungan Wates yang terdapat di Kabupaten Kulon Progo di Kecamatan Temon, diperlukan bahan dan alat, antara lain adalah: peta geologi regional, peta hidrogeologi regional, peta topografi, palu dan kompas geologi, alat sampling airtanah, pita ukur, *stop watch*, *water level meter*, geolistrik, serta peralatan laboratorium untuk analisis air tanah.

Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga tahap. Tahap pertama yaitu pengambilan data geologi, hidrogeologi dan tahanan jenis batuan (geolistrik). Tahap ke dua adalah tahap pekerjaan laboratorium. Tahap ke tiga adalah tahap integrasi data untuk menganalisis karakter akuifer. Pengamatan lapangan dilakukan terhadap morfologi, litologi dan air permukaan. Penentuan tahanan jenis batuan dilakukan dengan pengukuran geolistrik pada 50 titik duga. Berdasarkan tahanan jenis batuan tersebut dapat diketahui karakter akuifer Cekungan Air Tanah Wates dan karakternya.

### 3. GEOLOGI DAERAH TELITIAN

Stratigrafi daerah penelitian secara garis besar dapat di kelompokkan dalam dua satuan yaitu:

#### **Satuan Dataran Alluvial**

Satuan ini mempunyai penyebaran memanjang dari barat ke timur. Meliputi Kecamatan Temon, Wates, Panjatan, Galur dan sebagian Kecamatan Lendah dan Pengasih. Satuan ini menempati kurang lebih 60% dari daerah penelitian. Litologi satuan ini adalah endapan aluvium yang berupa endapan kerikil, pasir, lanau hingga lempung dengan pola pengaliran dendritik. Tata guna lahan pertanian, pemukiman, industri, dan perkotaan. Merupakan zona limpasan air tanah untuk Sistem Akuifer Wates.

#### **Satuan Dataran Pantai**

Mempunyai penyebaran di sepanjang pantai selatan Yogyakarta melampar dari barat ke timur meliputi Pantai Congot, Pantai Glagah, Pantai Trisik, dan Pantai Bugel. Secara administratif satuan ini terletak di Kecamatan Galur, Panjatan, Wates dan Temon. Menempati kurang lebih 40 % dari luas daerah penelitian dengan litologi berupa endapan aluvium., memiliki beberapa morfologi didalamnya seperti beting gisik, *sand dune* dan *swale*, beting Gisik (*beach ridges*) akibat rerosi sedimentasi pasir marin oleh aktivitas gelombang di sepanjang pantai (Santosa, 2010). Pola pengaliran yang berkembang pada satuan ini adalah dendritik yang mencerminkan satuan ini memiliki resistensi batuan yang seragam dan kontrol struktur tidak dominan (Srijono, et al., 2011). Pemanfaatan lahan pada satuan ini diperuntukkan sebagai pemukiman dan daerah pariwisata.

### 4. HASIL DAN DISKUSI

#### **Kondisi Hidrogeologi**

Kabupaten Kulon Progo termasuk dalam Cekungan Air Tanah Wates. Cekungan Air Tanah Wates ini merupakan suatu Sistem Akuifer Pantai (Coastal Aquifer System) dan pada sistem tersebut terdapat 2, yaitu: Subsistem Alluvial - Pantai dan Subsistem Gumuk Pasir.

**Subsistem Alluvial - Pantai** tersusun oleh akuifer Formasi Wates, Merapi, dan Sentolo. Sedangkan Subsistem Gumuk Pasir tersusun oleh akuifer gumuk pasir.

Menurut Mac Donald&Partners (1984), karakteristik Formasi Wates adalah termasuk ke dalam akuifer jelek, memiliki konduktivitas hidrolika akuifer rendah dengan debit kurang dari 5 l/detik. Sistem akuifer ini memiliki produktifitas yang sedang dan bersifat setempat karena akuifer tidak menerus dan relatif tipis (MacDonald&Partners, 1984).

**Subsistem Gumuk Pasir** merupakan sistem akuifer lokal. Sistem akuifer ini tersusun atas material pasir berbutir halus sampai kasar, dengan lebar rerata 1,5 km dan ketebalan mencapai 40 meter (MacDonald dan Partners, 1984; Santosa, 2004). Tipe akuifer pada subsistem ini adalah akuifer tidak tertekan yang menyerupai kantong-kantong air tanah, yang dikelompokkan dalam akuifer minor, dengan kandungan air tanah tawar. Akuifer ini pada sebelah utara berbatasan dengan Subsistem Alluvial - Pantai, sedangkan pada bagian selatan berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Bagian permukaan sistem akuifer ini berupa endapan pantai muda yang telah tertutupi oleh endapan pasir hasil aktivitas angin (*eolian*), yang biasa disebut gumukpasir; sedangkan bagian bawah berupa material pasir endapan beting gisik pantai purba (MacDonalds dan Partners, 1984).

### Kondisi muka air tanah

Kondisi muka airtanah dangkal dapat diketahui berdasarkan pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan *water level meter*, hasil dari pengukuran tersebut dapat diketahui bahwa pada umumnya muka airtanah dangkal pada daerah penelitian mempunyai kedalaman berkisar dari – 0,40 – 19,50 m (Tabel 1). Selanjutnya dari tabel tersebut dilakukan pengeplotan pada peta topografi untuk mengetahui kontur sebaran airtanah dangkal dan arah alirannya menjadi peta hidrogeologi (Gambar 1).

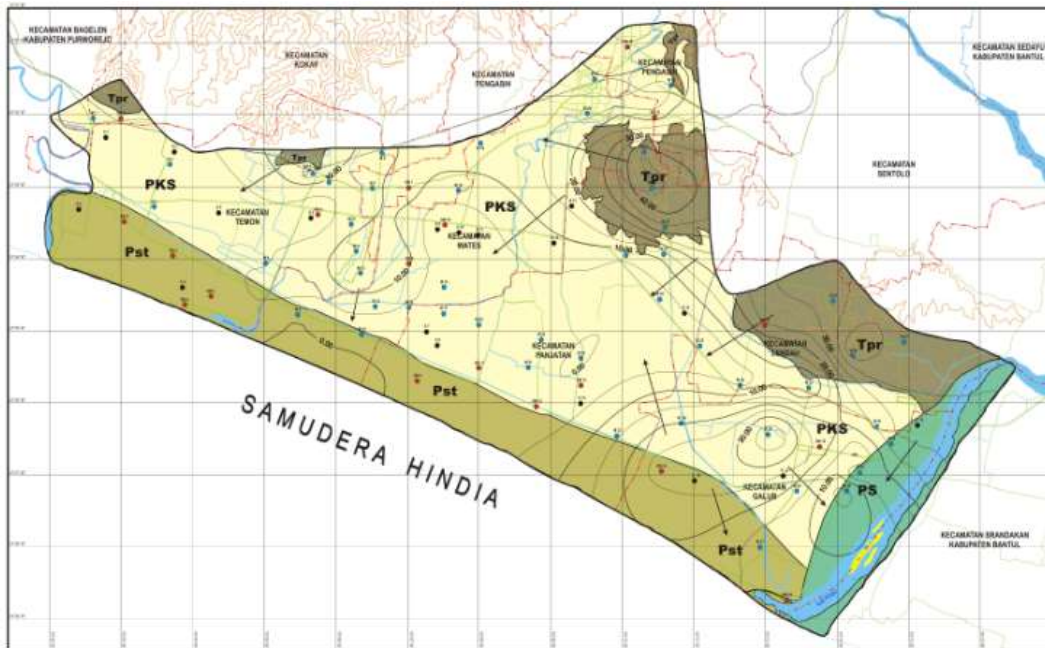
Berdasarkan peta tersebut dapat diketahui bahwa arah aliran airtanah dangkal adalah pada bagian barat relatif dari utara ke selatan, sedangkan pada bagian timur aliran airtanah dangkal berarah ke barat dan ke timur, hal ini menunjukkan bahwa arah aliran airtanah pada Cekungan Air Tanah Wates tidak seragam. Berdasarkan kandungan kimia air, setelah dianalisis dengan diagram Stiff menunjukkan bahwa kondisi sebaran airtanah dangkal pada daerah penelitian adalah saling berhubungan. Dengan litologi permukaan yang belum kompak dan tersusun oleh tanah yang mengandung pasir menyebabkan daerah penelitian rawan terhadap adanya pencemaran dari permukaan tanah.

Tabel 1. Pengukuran Kimia Air dan Elevasi Muka Airtanah

Kode	Koordinat	Sifat Kimia Air			Suhu (T) ( <sup>o</sup> C)		Elevasi m.a.t (m)
		ph	TDS (g/L)	DHL (mS/ L)	Air	Lapangan	
M-1	07 <sup>o</sup> 52' 03'' / 110 <sup>o</sup> 02' 35''	6,9	0,25	0,51	27,5	32,0	4,23
M-2	07 <sup>o</sup> 52' 33'' / 110 <sup>o</sup> 03' 41''	6,8	0,19	0,39	28,0	31,0	0,85
M-3	07 <sup>o</sup> 53' 14'' / 110 <sup>o</sup> 03' 26''	7,0	0,43	0,88	27,5	31,0	0,60

M-4	07° 54' 4" / 110° 05' 00"	7,1	0,16	0,34	28,0	29,0	4,00
M-5	07° 54' 45" / 110° 05' 29"	7,8	0,07	0,50	27,5	32,0	1,25
M-6	07° 52' 45" / 110° 05' 41"	7,1	0,34	0,71	27,0	29,0	17,00
M-7	07° 52' 52,3" / 110° 05' 50"	7,3	0,34	0,68	27,0	31,0	8,00
M-8	07° 52' 29,6" / 110° 06' 38"	7,2	0,30	0,62	26,5	28,0	7,95
M-9	07° 53' 02,4" / 110° 06' 30"	7,2	0,31	0,64	27,0	28,0	8,50
M-10	07° 53' 29,4" / 110° 06' 14"	7,1	0,38	0,78	28,0	27,0	8,00
M-11	07° 53' 43,6" / 110° 06' 23"	7,4	0,43	0,87	28,0	26,5	13,35
M-12	07° 54' 12,4" / 110° 06' 20"	6,9	0,89	1,80	28,0	26,5	16,25
M-13	07° 54' 39" / 110° 06' 28"	7,2	0,76	1,54	26,5	27,0	7,30
M-14	07° 55' 02" / 110° 06' 21"	7,4	0,26	0,54	27,0	28,0	1,43
M-15	07° 54' 41,8" / 110° 06' 59"	7,2	0,63	1,28	25,5	27,0	4,35
M-16	07° 54' 24,1" /	7,3	0,42	0,86	28,0	26,0	2,00

	110 <sup>0</sup> 07' 30"						
M-17	07 <sup>0</sup> 54' 45" / 110 <sup>0</sup> 07' 30"	7,1	0,30	0,62	28,0	27,0	5,30
M-18	07 <sup>0</sup> 52' 26" / 110 <sup>0</sup> 08' 09"	7,2	0,53	1,08	28,5	27,0	12,33
M-19	07 <sup>0</sup> 53' 9,1" / 110 <sup>0</sup> 07' 42"	7,1	0,38	0,78	28,0	26,0	7,90
M-20	07 <sup>0</sup> 54' 56,5" / 110 <sup>0</sup> 08' 00"	7,2	0,39	0,79	26,0	26,0	7,35
M-21	07 <sup>0</sup> 55' 30" / 110 <sup>0</sup> 08' 44"	6,9	0,62	1,25	25,0	26,5	1,10
M-22	07 <sup>0</sup> 55' 18,9" / 110 <sup>0</sup> 08' 57"	6,9	0,65	1,31	25,5	27,0	2,45
M-23	07 <sup>0</sup> 55' 28,2" / 110 <sup>0</sup> 09' 28"	6,9	0,73	1,43	25,0	26,0	- 0,40
M-24	07 <sup>0</sup> 51' 58,1" / 110 <sup>0</sup> 09' 30"	7,3	0,38	0,78	26,0	26,5	14,23
M-25	07 <sup>0</sup> 51' 30" / 110 <sup>0</sup> 09' 39"	7,2	0,24	0,50	26,0	28,5	19,50
M-26	07 <sup>0</sup> 51' 39,2" / 110 <sup>0</sup> 10' 39"	7,1	0,47	0,96	28,0	27,0	16,00
M-27	07 <sup>0</sup> 52' 30,6" / 110 <sup>0</sup> 10' 17"	7,7	0,36	0,73	25,0	27,5	43,58



Gambar 1. Peta Hidrogeologi Cekungan Wates

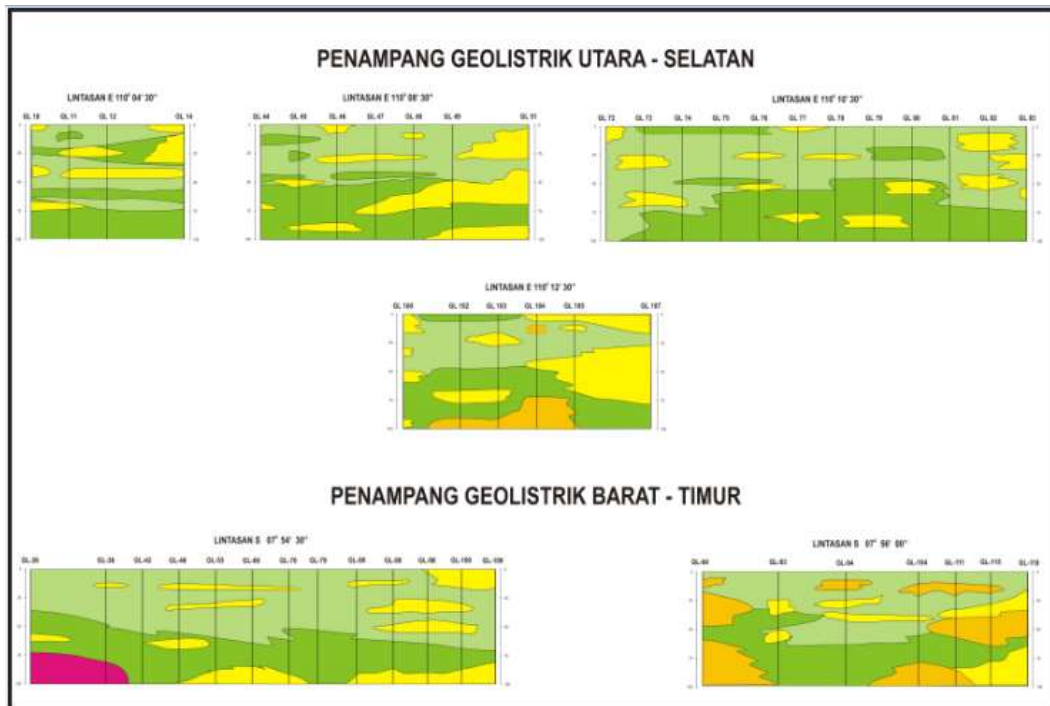
### Kedalaman akuifer

Hasil akhir dari pengukuran 50 titik geolistrik di Cekungan Air tanah Wates, (Gambar 2). Airtanah dangkal umumnya mempunyai kedalaman berkisar antara 2 sampai lebih dari 15 meter, pola penyebaran yang paling dangkal terdapat pada batuan pasir dan pasir lempungan yang terdapat di bagian selatan sampai tengah daerah penelitian yang paling dalam berada pada bagian utara.

Sedangkan airtanah dalam terdapat pada kedalaman antara 40 - 120 meter, pola penyebaran yang paling dangkal terdapat pada batuan pasir dan pasir lempungan yang terdapat di bagian timur sampai tengah daerah penelitian .

### Sistem konfigurasi akifer

**Sistem utara –selatan** berdasarkan penampang geolistrik yang melalui Temon, Pengasih – Panjatan, Pengasih – Galur, dan Lendah – Galur. Pada sistem ini dapat diketahui bahwa akifer dangkal disusun oleh litologi pasir lempungan, lempung pasiran dan lempung selang-seling tuff, produktifitas buruk. Pada kedalaman 50 - 100 m terdapat sistem akifer semi tertekan.



Gambar 2. Penampang berdasarkan nilai tahanan jenis batuan

**Sistem barat – timur** berdasar penampang yang melalui Temon – Pengasih, Wates – Lendah, dan Panjatan – Galur, didapat akifer dangkal disusun oleh litologi pasir lempungan, lempung pasiran, dengan produktifitas sedang.

Pada kedalaman 75 m – > 100 m diduga didapatkan litologi yang mengandung air asin, dengan sebaran melensa dan terjebak pada litologi yang cukup kedap (lempung tufan). Pada kedalaman 70 m sampai dengan dibawah 120 m diduga terdapat suatu sistem akifer semi tertekan, akifer tersebut disusun oleh pasir lempungan dan lempung pasiran.

## 5. KESIMPULAN

Cekungan Air Tanah Wates merupakan suatu Sistem Akuifer Pantai yang terdiri dari Subsistem Alluvial Pantai dan Subsistem Gumuk Pasir, dengan kedalaman muka airtanah dangkal 0,40 -19,50 m. Akifer dalam terdapat pada kedalaman 50 – 120 m, dengan sistem akifer semi tertekan dengan produktifitas buruk sampai sedang. Akifer dalam penyebarannya tersekat sekat akibat kondisi lapisan pasir yang ada terdapat secara melensa pada beberapa tempat baik sebaran timur – barat maupun utara – selatan.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Ditlitabmas Kemenristekdikti atas pembiayaan hibah bersaing untuk penelitian ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta yang telah memfasilitasi untuk kelancaran penelitian ini.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Abdel.A, Ismail.K, 1986, Groundwater Engineering, Mc Graw Hill Book Company, New York, Toronto.
- Bell,F,G,1980, Engineering Geology adn Geotechnics, Newnes Buterworths, London, Boston, Sidney, Torronto.
- Djaeni, A, 1982, Peta Hidrogeologi Indonesia Lembar Yogyakarta. Direktorat Geologi Tata Lingkungan Bandung.
- Imran, A.D.H. 2009, Pasang Surut Laut ([http: //www.rageaga\\_inst. Multiply /com.](http://www.rageaga_inst.Multiply/com) ).
- Freeze, R.A, and Chery, J.A, 1979, Groundwater, Prentice Hall, Inc.Engelwood, Cliffs N.J.
- Purwanto, 1997, Pengaruh Hujan Terhadap Kestabilan Lereng Endapan Lahar Gunung Merapi di Lereng Selatan DIY, Tesis Magister, ITB, Bandung.
- Purwanto dan R. Suryati, 2004, Kontrol litologi dan konstruksi tempat pembuangan akhir terhadap serapan logam berat pada tanaman jagung, Agrivet Vol. 8 No. 2 :82-154.
- PDAM Semarang, 2004, Penelitian Sumur Bor Dalam di Wilayah Pantura, Semarang.
- Telford, W.M, Geldart, L.P, Sherrif, R.E, and Keys, D.A., 1990, Applied Geophysics, Cambridge Univercity Press, Cambridge, London, New York, Melbourne.
- Van Bemmelen, R.W, 1949,The Geology of Indonesia, Vol.IA, Martinus Nijhiff Government Printing Office The Hagues



# **PENGEMBANGAN TANAMAN KEMIRI SUNAN UNTUK Mendukung KETAHANAN ENERGI**

**Darban Haryanto dan Ellen Rosyelina Sasmita**  
**Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta**  
**Jl. Lingkar Utara 104 Condongcatur Yogyakarta**  
[darbanharyanto@ymail.com](mailto:darbanharyanto@ymail.com)

## **ABSTRAK**

Tanaman kemiri sunan memiliki potensi untuk dikembangkan sehingga dalam kegiatan budidayanya terutama untuk tanaman yang belum menghasilkan (TBM) perlu dilakukan inovasi melalui kegiatan pemupukan karena pemupukan merupakan salah satu hal penting dalam praktek budidaya tanaman untuk meningkatkan produktivitas. Pemberian pupuk harus memperhatikan hal yang menjadi kunci keefektifannya sehingga daya serap akar maksimal dan pupuk tersebut memberikan manfaat untuk pertumbuhan tanaman, antara adalah jenis dan dosis pupuk. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi jenis pupuk kombinasi pupuk anorganik + pupuk organik dapat meningkatkan pertambahan tinggi tanaman, pertambahan jumlah daun, pertambahan diameter batang, lebar tajuk, jumlah ranting dan jumlah cabang tanaman kemiri sunan belum menghasilkan. Aplikasi dosis pupuk 100 % dosis rekomendasi meningkatkan pertambahan jumlah daun, pertambahan diameter batang, lebar tajuk, jumlah ranting dan jumlah cabang tanaman kemiri sunan belum menghasilkan. Tidak terdapat interaksi antara jenis pupuk dan dosis pupuk dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman kemiri sunan belum menghasilkan.

Kata kunci: kemiri sunan, ketahanan energi

## **PENDAHULUAN**

Ketergantungan masyarakat yang tinggi terhadap energi yang bersumber dari fosil dapat memacu terjadinya kelangkaan atau krisis energi. Upaya pemerintah untuk menanggulangi krisis energi dilakukan antara lain dengan mencari energi alternatif yang dapat diperbaharui (energi baru terbarukan) yang ramah lingkungan. Peranan energi baru dan terbarukan dalam kurun waktu 10 tahun ke depan ditargetkan meningkat paling sedikit 23%, sementara peran minyak bumi kurang dari 25%. Pada tahun 2050 peranan energi baru dan terbarukan meningkat paling sedikit 31% sementara peranan minyak bumi menjadi kurang dari 20% (Perpres, 2014).

Kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) merupakan salah satu jenis tanaman penghasil minyak nabati yang memiliki potensi besar sebagai sumber bahan baku untuk biodiesel. Tingkat produktivitas yang dapat mencapai 8-9 ton minyak kasar atau setara dengan 6-8 ton biodiesel/ha/tahun memiliki nilai strategis terkait dengan program pemerintah dalam mencari alternatif sumber energi baru yang terbarukan. Pengembangan tanaman kemiri sunan merupakan salah satu alternatif dalam upaya memenuhi defisit energi untuk keperluan domestik sehingga Indonesia dapat keluar dari himpitan krisis energi.

Tanaman kemiri sunan memiliki banyak keunggulan, diantaranya adalah (1) dapat tumbuh di lahan kritis sehingga sangat cocok sebagai tanaman untuk penghijauan dan sebagai tanaman konservasi karena pertumbuhannya cepat dan akarnya dalam sehingga dapat menahan longsor dan erosi, (2) minyak kemiri sunan mengandung asam  $\alpha$ -oleostearat yang beracun sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran pestisida nabati, (3)

termasuk tanaman yang berumur panjang (> 30 tahun) sehingga mempunyai umur produksi dan nilai ekonomi yang panjang, (4) tanaman mempunyai kanopi daun yang lebar dengan struktur daun yang rapat sehingga dapat menekan pencemaran udara karena menyerap CO<sub>2</sub> dan menghasilkan O<sub>2</sub> yang cukup banyak, (5) mempunyai daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan, dan (6) dapat menambah kesuburan tanah karena daun akan rontok pada musim kering sehingga dapat membentuk humus yang tebal sebagai penyubur tanah (Tresniawati dkk., 2014).

Tanaman kemiri sunan memiliki potensi untuk lebih dikembangkan sehingga dalam kegiatan budidayanya terutama untuk tanaman yang belum menghasilkan (TBM) perlu dilakukan inovasi melalui kegiatan pemupukan karena pemupukan merupakan salah satu hal yang penting dalam praktek budidaya tanaman untuk meningkatkan produktivitas. Pada saat ini petani selalu lebih cenderung menggunakan pupuk anorganik daripada pupuk organik. Penggunaan pupuk anorganik yang relatif tinggi dan terus menerus dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan tanah dan dapat menurunkan produktivitas lahan pertanian sehingga dapat menurunkan produksi tanaman. Penggunaan pupuk anorganik perlu dikurangi, salah satu alternatifnya adalah dengan penggunaan pupuk organik baik secara tunggal maupun kombinasi pupuk anorganik dan organik. (Anonim, 2009). Pemberian pupuk harus memperhatikan hal yang menjadi kunci keefektifannya sehingga daya serap akar maksimal dan pupuk tersebut memberikan manfaat untuk pertumbuhan tanaman, antara adalah jenis dan dosis pupuk.

Pupuk anorganik atau pupuk buatan merupakan pupuk hasil industri atau hasil pabrik yang mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman dengan kadar yang tinggi dan praktis dalam pemakaian. Antara lain adalah pupuk Urea adalah pupuk yang mengandung 46% N, sangat mudah larut dalam air dan bereaksi cepat, juga mudah diubah menjadi ion ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) yang dapat diserap oleh tanaman. Pupuk SP36 adalah pupuk yang mengandung 36% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Pupuk KCl adalah pupuk yang mengandung 60 % K<sub>2</sub>O. Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari sisa tanaman atau kotoran hewan yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair yang dapat diperkaya dengan bahan mineral alami dan/atau mikroba yang bermanfaat memperkaya hara, bahan organik tanah dan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Rekayasa formula pupuk organik adalah serangkaian kegiatan rekayasa, baik secara kimiawi, fisik, dan biologi untuk menghasilkan formula pupuk organik (Yuwono dkk., 2011). Berdasarkan hasil uji laboratorium pupuk kompos organik produk Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta mengandung unsur hara antara lain: Unsur N (1,81%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (1,23%), K<sub>2</sub>O (3,88%), CaO (2,11%), MgO (0,92%), C/N (10,18%), pH (7,58), kadar lengas (16,15%).

Berdasarkan uraian di atas dalam rangka melaksanakan penelitian “Pengembangan Tanaman Kemiri Sunan untuk Mendukung Ketahanan Energi”, maka peneliti mengaplikasikan penggunaan pupuk anorganik dan organik pada berbagai dosis pada tanaman kemiri sunan belum menghasilkan (TBM) sehingga diharapkan pertumbuhannya dapat optimal menuju pertumbuhan tanaman menghasilkan (TM). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis pupuk yang tepat pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman kemiri sunan belum menghasilkan, mengetahui dosis pupuk yang tepat pengaruhnya terhadap pertumbuhan kemiri sunan belum menghasilkan, dan mengetahui interaksi antara jenis pupuk dan dosis pupuk terhadap pertumbuhan kemiri sunan belum menghasilkan.

## **BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

Penelitian merupakan penelitian lapangan yang dilaksanakan di Gunung Kelir, Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. berupa penelitian lapang. Penelitian berlangsung mulai bulan April sampai Agustus tahun 2017.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman kemiri sunan varietas unggul (KS2) umur  $\pm$  36 bulan, pupuk anorganik (Urea, SP36, KCl), pupuk kompos organik produk Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta, Insektisida, Fungisida. Alat yang digunakan adalah cangkul, ember, sprayer, jangka sorong, penggaris, dan alat tulis.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang disusun secara faktorial. Faktor pertama adalah jenis pupuk, terdiri dari 3 taraf yaitu: P1 = Pupuk Anorganik, P2 = Pupuk Organik, dan P3 = Pupuk Anorganik + Pupuk Organik. Faktor kedua adalah dosis pupuk, terdiri dari 4 taraf yaitu: D1 = Dosis rekomendasi (pupuk anorganik = 150 g Urea, 90 g SP36, 90 g KCl atau pupuk organik 1 ton/ha pupuk kompos produk Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta), D2 = 75 % dosis rekomendasi, D3 = 50 % dosis rekomendasi, dan D4 = 25 % dosis rekomendasi. Dari kedua faktor tersebut terdapat 12 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan, jadi terdapat 36 plot percobaan. Dari setiap plot terdapat 3 tanaman, sehingga jumlah tanaman belum menghasilkan (TBM) kemiri sunan umur 3 tahun keseluruhannya = 108 tanaman.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pemilihan dan penentuan tanaman belum menghasilkan (TBM) kemiri sunan di lapangan yang akan menjadi obyek penelitian. Di lapangan, jarak tanam kemiri sunan 8 m x 8 m. Sehingga untuk jumlah tanaman (108) di atas luas areal tempat penelitian  $\pm$  7000 m<sup>2</sup>.

Pemeliharaan tanaman yang dilakukan antara lain pembersihan piringan dilakukan secara mekanis dengan menyingkirkan semua jenis gulma yang terdapat di daerah piringan; pemangkasan tunas air (wiwilan) adalah tahap pemeliharaan tanaman yang tujuannya ialah membuang cabang-cabang yang tumbuh tidak semestinya untuk mempermudah pemeliharaan, memperbaiki peredaran udara, dan memperlancar penyerbukan alami; penyiraman dilakukan dengan melihat kondisi tanah di lapangan; pemupukan dilakukan 2 kali yaitu setelah pembersihan piringan, pemupukan pertama setelah pengamatan awal kemudian dilakukan pemupukan kedua dengan interval 3 bulan, dilakukan sesuai perlakuan; dan pengendalian hama dan penyakit dengan menyemprotkan insektisida dan fungisida.

Pengamatan karakter agronomis pada tanaman belum menghasilkan (TBM) yang diamati adalah pertambahan tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), diameter batang (mm), lebar tajuk tanaman, jumlah cabang dan jumlah ranting.

Data hasil pengamatan dianalisis keragamannya pada taraf 5%. Untuk mengetahui perbedaan antar aras, analisis dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Pertambahan Tinggi Tanaman (cm), Pertambahan Jumlah daun (helai) dan Pertambahan Diameter Batang (mm)**

Hasil sidik ragam menunjukkan tidak ada interaksi antara perlakuan jenis pupuk dan dosis pupuk terhadap pertambahan tinggi, pertambahan jumlah daun dan pertambahan diameter batang tanaman kemiri sunan. Perbedaan nyata terjadi pada masing-masing faktor tunggalnya, untuk jenis pupuk dan dosis pupuk. Rerata pertambahan tinggi tanaman, pertambahan jumlah daun dan pertambahan diameter batang disajikan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Rerata pertambahan tinggi tanaman, pertambahan jumlah daun, dan pertambahan diameter batang kemiri sunan.

Parameter Yang Diamati	Jenis Pupuk (P)	Dosis Pupuk (D)				
		D1	D2	D3	D4	Rerata
Tinggi Tanaman	P1	9,33	11,44	2,67	2,22	6,42 b
	P2	5,11	8,56	2,89	2,22	4,69 b
	P3	8,44	12,78	10,22	10,00	10,36 a
	Rerata	7,63 q	10,92 p	5,26 q	4,81 q	(-)
Jumlah Daun	P1	13,67	9,11	22,67	12,67	13,23 b
	P2	11,33	7,78	14,22	8,44	9,19 c
	P3	32,22	9,78	12,44	16,00	17,61 a
	Rerata	19,07 p	8,89 s	16,44 q	12,37 r	(-)
Diameter Batang	P1	1,04	0,71	0,67	0,58	0,75 b
	P2	0,33	0,44	0,31	0,20	0,32 c
	P3	1,33	0,94	0,85	0,70	0,95 a
	Rerata	0,90 p	0,69 q	0,61 q	0,49 q	(-)

Keterangan: Rerata perlakuan antar kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT pada taraf 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa aplikasi jenis pupuk kombinasi pupuk anorganik + pupuk organik (P3) memberikan pertambahan tinggi tanaman kemiri sunan paling besar dibanding aplikasi jenis pupuk anorganik (P1) dan pupuk organik (P2) saja. Untuk dosis pupuk, aplikasi dosis pupuk 75% rekomendasi (D2) memberikan pertambahan tinggi tanaman kemiri sunan lebih besar dibanding ketiga dosis pupuk yang lain. Untuk pertambahan jumlah daun, aplikasi jenis pupuk kombinasi pupuk anorganik + pupuk organik (P3) memberikan pertambahan yang lebih besar dibanding aplikasi jenis pupuk yang lain. Untuk aplikasi dosis pupuk 100% rekomendasi (D1) memberikan pertambahan jumlah daun yang lebih banyak dibanding dosis pupuk yang lainnya. Parameter pertambahan diameter batang menunjukkan bahwa aplikasi jenis pupuk organik (P2) memberikan pertambahan yang lebih besar dibanding aplikasi jenis pupuk yang lain. Untuk aplikasi dosis pupuk 100% rekomendasi (D1) memberikan pertambahan diameter batang lebih besar dibanding dosis pupuk yang lainnya.

Aplikasi kombinasi pupuk anorganik + pupuk organik dapat meningkatkan pertambahan tinggi tanaman, pertambahan diameter batang dan pertambahan jumlah daun, diduga bahwa kondisi pertumbuhan tanaman yang sangat cepat cenderung mengakibatkan tanaman menggunakan asimilat untuk pertumbuhan vegetatifnya. Jumin (1987) dalam Adnan dkk., (2015), menyatakan bahwa batang merupakan daerah akumulasi pertumbuhan tanaman khususnya tanaman muda, dengan adanya unsur hara dapat mendorong laju fotosintesis dalam menghasilkan fotosintat, sehingga membantu dalam pembesaran diameter batang. Diduga bahwa dengan penambahan pupuk organik kebutuhan hara untuk pertumbuhan tanaman khususnya hasil fotosintesis akan dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan. Pertumbuhan yang baik diindikasikan dengan kemampuan tanaman untuk berfotosintesis lebih tinggi dan hasil fotosintesis lebih banyak. Karbohidrat yang lebih banyak ditranslokasikan lewat floem dan dapat digunakan untuk memacu pertumbuhan sekunder yaitu perluasan sel batang, pertambahan tinggi tanaman dan pertambahan jumlah daun.

### **Lebar Tajuk (m), Jumlah Ranting dan Jumlah Cabang**

Hasil sidik ragam menunjukkan tidak ada interaksi antara perlakuan jenis pupuk dan dosis pupuk terhadap lebar tajuk, jumlah ranting dan jumlah cabang tanaman kemiri sunan.

Perbedaan nyata terjadi pada masing-masing faktor tunggalnya, untuk jenis pupuk dan dosis pupuk. Rerata lebar tajuk, jumlah ranting dan jumlah cabang disajikan pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Rerata lebar tajuk, jumlah ranting dan jumlah cabang tanaman kemiri sunan.

Parameter Yang Diamati	Jenis Pupuk (P)	Dosis Pupuk (D)				
		D1	D2	D3	D4	Rerata
Lebar Tajuk	P1	3,33	2,83	2,75	2,72	2,91 a
	P2	2,50	2,49	2,00	2,11	2,28 b
	P3	3,29	2,82	2,64	2,95	2,93 a
	Rerata	3,04 p	2,71 q	2,46 q	2,59 q	(-)
Jumlah Ranting	P1	3,78	4,11	4,22	4,78	4,22 c
	P2	8,11	5,11	6,22	4,89	6,08 b
	P3	6,89	7,67	4,56	6,44	6,39 a
	Rerata	6,26 p	5,63 q	5,00 q	5,37 q	(-)
Jumlah Cabang	P1	5,00	3,11	3,00	3,33	3,61 b
	P2	3,67	3,67	3,89	4,11	3,83 b
	P3	4,22	5,00	4,67	4,11	4,50 a
	Rerata	4,29 p	3,92 q	3,85 q	3,85 q	(-)

Keterangan: Rerata perlakuan antar kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT pada taraf 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa aplikasi jenis pupuk kombinasi pupuk anorganik + pupuk organik (P3) menunjukkan hasil yang berbeda dengan aplikasi jenis pupuk yang lain, memberikan pengaruh terhadap rerata lebar tajuk, jumlah ranting dan jumlah cabang yang lebih baik dibanding aplikasi jenis pupuk anorganik (P1) dan pupuk organik (P2) saja. Ini berarti bahwa aplikasi jenis pupuk anorganik dapat menyediakan hara N, P, dan K serta penambahan pupuk organik yang mengandung hara lengkap akan meningkatkan laju fotosintesis sehingga pertumbuhan sel tanaman akan meningkat yang berakibat pada penambahan lebar tajuk, jumlah ranting dan jumlah cabang.

Unsur hara N, P, dan K merupakan unsur yang paling dibutuhkan dalam proses fotosintesis sebagai penyusun senyawa-senyawa dalam tanaman yang nantinya akan diubah membentuk organ tanaman seperti daun, ranting dan cabang. Nyakpa dkk., (1988) menyatakan bahwa ketersediaan unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium yang optimal bagi tanaman dapat meningkatkan jumlah klorofil, peningkatan klorofil akan meningkatkan aktifitas fotosintesis yang menghasilkan asimilat lebih banyak. Selain itu penambahan pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah sehingga dapat mencukupi kebutuhan unsur hara mikro, sebab kandungan hara dalam pupuk organik merupakan hara dalam bentuk yang tersedia dan dapat diserap akar tanaman (Ahira, 20016 dalam., Adnan dkk., 2015).

Untuk dosis pupuk, aplikasi dosis pupuk 100% rekomendasi (D1) memberikan pengaruh terhadap rerata lebar tajuk, jumlah ranting dan jumlah cabang lebih baik dibanding dosis pupuk yang lain. Peningkatan dosis pupuk menghasilkan lebar tajuk yang semakin luas dan jumlah ranting dan cabang semakin banyak.

## KESIMPULAN

Aplikasi jenis pupuk kombinasi pupuk anorganik + pupuk organik meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, pertumbuhan jumlah daun, pertumbuhan diameter batang, lebar

tajuk, jumlah ranting dan jumlah cabang tanaman kemiri sunan belum menghasilkan. Aplikasi dosis pupuk 100 % dosis rekomendasi meningkatkan pertambahan jumlah daun, pertambahan diameter batang, lebar tajuk, jumlah ranting dan jumlah cabang tanaman kemiri sunan belum menghasilkan. Tidak terdapat interaksi antara jenis pupuk dan dosis pupuk dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman kemiri sunan belum menghasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, I. S., B. Utoyo., A. Kusumastuti. 2015. Pengaruh Pupuk NPK dan Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Main Nursery. Jurnal AIP Volume 3 No. 2 Oktober 2015: 69 – 81.
- Anonim. 2009. Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia. <http://fertismart.com>. Diakses tanggal 20 Januari 2017.
- Herman, M., M. Syakir, D. Pranowo, Saefudin, dan Sumanto. 2013. Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw). Tanaman Penghasil Minyak Nabati dan Konservasi Lahan. IAARD Press. Jakarta. 91 Hal.
- Nyakpa, M., M. Lubis, S. G. Nugroho, S. Rusdi, D. M. Amin, G. B. Hong, dan H. H. Baily. 1988. Kesuburan Tanah. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Pranowo, D., dan Rusli. 2012. Penampilan Sifat Agronomi Tanaman Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) yang Berasal Dari Biji dan Grafting. Buletin RISTR 3 (3): 251-252.
- Pranowo, D., Maman, H., dan Syafaruddin. 2014. Potensi Pengembangan Kemiri Sunan di Lahan Terdegradasi. Perspektif Vol. 14 No. 2 Desember 2015. Hal 87-101
- Perpres (Peraturan Presiden Republik Indonesia). No. 79 Tahun 2014. Tentang Kebijakan Energi Nasional.
- Tresniawati, C., E. Murniati, E. Widayati. 2014. Perubahan Fisik, Fisiologi dan Biokimia Selama Pemasakan Benih dan Studi Rekalsitran Benih Kemiri Sunan. J. Agron Indonesia 42 (1): 74-79.
- Yuwono, T., Sri, W., Dwidjono, H. D., Masyhuri., Didik, I., Sumanto, S. dan Sunarru, S. H. 2011. Pembangunan Pertanian: Membangun Kedaulatan Pangan. Gadjah Mada University Press

# **PENINGKATAN KINERJA SISTEM INFORMASI PADA JURUSAN TEKNIK INDUSTRI UPN “V” YOGYAKARTA DENGAN MENERAPKAN SISTEM INFORMASI AKADEMIK BERBASIS *WEBSITE* MENGGUNAKAN METODE *WATERFALL***

Sadi, Dyah Rachmawati L., dan Ahmad Muhsin

Program Studi Teknik Industri  
Jurusan Teknik Industri

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Jl. Lingkar Utaran (SWK) 204 Condong Catur, Yogyakarta 55283

Phone : +62 274 485 733, Fax : +62 274 486 256

e-mail : [sadi.sadi1971@yahoo.com](mailto:sadi.sadi1971@yahoo.com), [dlucitasari@yahoo.co.id](mailto:dlucitasari@yahoo.co.id), [ahmad.muhsin@upnyk.ac.id](mailto:ahmad.muhsin@upnyk.ac.id)

## **Abstract**

Saat ini Jurusan Teknik Industri UPN “Veteran” Yogyakarta merupakan jurusan yang masih menerapkan sistem pencatatan manual dalam mengelola laporan yang berkaitan dengan kerja praktik dan tugas akhir yang dirasa kurang efektif dan efisien. Hal ini menimbulkan kesulitan dalam pengelolaan dan rawan kesalahan dalam proses administrasi, selain pemborosan dalam waktu dan pengadaan ATK. Permasalahan tersebut dikarenakan belum tersedianya sebuah sistem informasi yang mampu mengelola laporan yang berkaitan dengan kerja praktik dan tugas akhir secara terstruktur dan sistematis sesuai dengan kebutuhan dari masing-masing *user*.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah SDLC (*System Development Life Cycle*) dalam membangun dan mengembangkan sebuah sistem informasi. Salah satu metode yang dikembangkan oleh SDLC adalah model *waterfall* yang memiliki kualitas sistem yang baik karena proses pembuatan dilakukan secara bertahap dan terorganisir dari mulai analisa sampai pemeliharaan sistem sehingga aplikasi yang akan dihasilkan akan berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sistem Informasi Akademik Tugas Akhir dan Kerja Praktek untuk Jurusan Teknik Industri dapat beroperasi dan mampu mengefektifkan dan mengefisienkan kinerja pengelolaan administrasi TA dan KP.

**Keywords** : Sistem Informasi, SDLC, Tugas Akhir, Kerja Praktek

## **1. PENDAHULUAN**

Saat ini Jurusan Teknik Industri UPN “Veteran” Yogyakarta merupakan jurusan yang masih menerapkan sistem pencatatan manual dalam mengelola laporan yang berkaitan dengan kerja praktik dan tugas akhir yang dirasa kurang efektif dan efisien. Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan oleh peneliti di Jurusan Teknik Industri UPN “V” YK menunjukkan bahwa data yang berkaitan dengan kerja praktik dan tugas akhir masih berbentuk kertas laporan yang dapat menimbulkan kesalahan dalam proses penulisan dan kesulitan dalam proses pencarian data yang dibutuhkan dikemudian hari. Mahasiswa juga

harus direpotkan dengan tata cara pendaftaran kerja praktik maupun tugas akhir yang masih menggunakan sistem pencatatan manual, sedangkan dari pihak administrasi akademik juga akan mengalami kesulitan dalam melakukan pencarian data yang berkaitan dengan kerja praktik maupun tugas akhir.

Permasalahan tersebut diantar terjadi dikarenakan belum tersedianya sebuah sistem informasi yang mampu mengelola laporan yang berkaitan dengan kerja praktik dan tugas akhir secara terstruktur dan sistematis sesuai dengan kebutuhan dari masing-masing user. Oleh sebab itu perlu adanya perbaikan sebuah sistem informasi yang sebelumnya telah digunakan di Jurusan Teknik Industri UPN "V" YK untuk dikembangkan lebih lanjut dari segi tata kelola laporan kerja praktik dan tugas akhir agar sepenuhnya dikelola melalui sistem. Dalam menyelesaikan permasalahan tersebut penulis menggunakan metode SDLC (System Development Life Cycle) dalam membangun dan mengembangkan sebuah sistem informasi.

Metode SDLC adalah model waterfall yang memiliki kualitas sistem yang baik karena proses pembuatan dilakukan secara bertahap dan terorganisir dari mulai analisa sampai pemeliharaan sistem sehingga aplikasi yang akan dihasilkan akan berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dirumuskan masalah yaitu bagaimana cara membangun dan mengembangkan sebuah sistem informasi yang dapat memudahkan dari masing-masing *user* dalam mengelola dan mendapatkan informasi yang berkaitan dengan kerja praktik dan tugas akhir di Jurusan Teknik Industri UPN "V" YK.

Kinerja atau *performace* merupakan gambaran mengenai hasil pencapaian seseorang atau sekelompok dari suatu program kegiatan dalam menentukan sasaran, tujuan, visi dan misi dalam sebuah organisasi berdasarkan perencanaan yang telah dilakukan sebelumnya (Abdullah, 2014). Kinerja juga dapat diartikan sebagai parameter keberhasilan dari hasil sebuah pekerjaan yang dilakukan oleh seseorang atau sekelompok organisasi berdasarkan kualitas, kuantitas dan ketepatan waktu kerja. Standar kinerja merupakan tingkat yang diharapkan pada suatu pekerjaan agar dapat diselesaikan dan merupakan pembanding atas tujuan yang akan dicapai selanjutnya.

Menurut (Mulyanto, 2009) sistem merupakan suatu jaringan kerja dari beberapa prosedur yang saling berhubungan satu dengan yang lain untuk melakukan suatu kegiatan agar dapat mencapai tujuan tertentu. Informasi adalah data yang telah diolah atau diklasifikasikan yang nantinya akan digunakan dalam proses pengambilan keputusan (Sutabri, 2012). Pada dasarnya sistem informasi merupakan sebuah sistem yang ada pada sebuah organisasi yang terdiri dari kumpulan orang, fasilitas, teknologi, dan metode yang digunakan untuk menciptakan alur sebuah komunikasi dan untuk mengolah informasi yang dijadikan dasar dalam proses pengambilan keputusan. Sebuah sistem tidak dapat berjalan tanpa adanya dukungan dari penggunaan teknologi informasi dan aktivitas manusia yang saling berkaitan satu dengan yang lain.

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Teknik Industri UPN "Veteran" Yogyakarta yang beralamat di Jl Tambakbayan 2 Babarsari Yogyakarta 55281. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung melalui observasi serta pengamatan langsung terhadap obyek



yang akan diteliti. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung atau data yang tersedia dari referensi.

Metode yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian yaitu menggunakan metode SDLC (*System Development Life Cycle*) dengan model *Waterfall* (Siklus Air Terjun) yang dilakukan dengan cara melakukan pendekatan secara sistematis dan berurutan dimulai dari perencanaan, permodelan hingga konstruksi (Pressman, 2012). Adapun tahapan-tahapan yang digunakan dalam model *waterfall* antara lain :

- a. Rekayasa dan Pemodelan Sistem (*System Information Engineering and Modeling*)
- b. Analisis Kebutuhan (*Requirements Analysis*)
- c. Perancangan (*Design*) bagan Alir (*Flowchart*), DFD, Basis Data, dan Antarmuka.
- d. Penulisan Program (*Coding*) menerjemahkan perancangan yang telah dibuat ke dalam bahasa pemrograman.
- e. Pengujian (*Testing / Verification*) memberikan penilaian sejauh mana tujuan program tercapai.

### **3. PEMBAHASAN**

#### **3.1 Rekayasa dan Pemodelan Sistem**

Kebutuhan untuk tiap-tiap elemen dari sebuah sistem informasi akademik meliputi kebutuhan perangkat keras, kebutuhan perangkat lunak, dan kebutuhan pengguna.

- a. Perangkat keras menggunakan media Laptop Toshiba Intel Core2 Duo Processor P7570, Hardisk 1TB, dan RAM 2GB.
- b. Perangkat lunak kemudian melakukan instalasi meliputi Sistem Operasi Windows 7, Xampp, DBDesigner 4, SQLyog, Notepad++, Adobe Dreamweaver, dan Microsoft Office Visio 2007.
- c. Alat wawancara terhadap Admin, Dosen dan Mahasiswa.

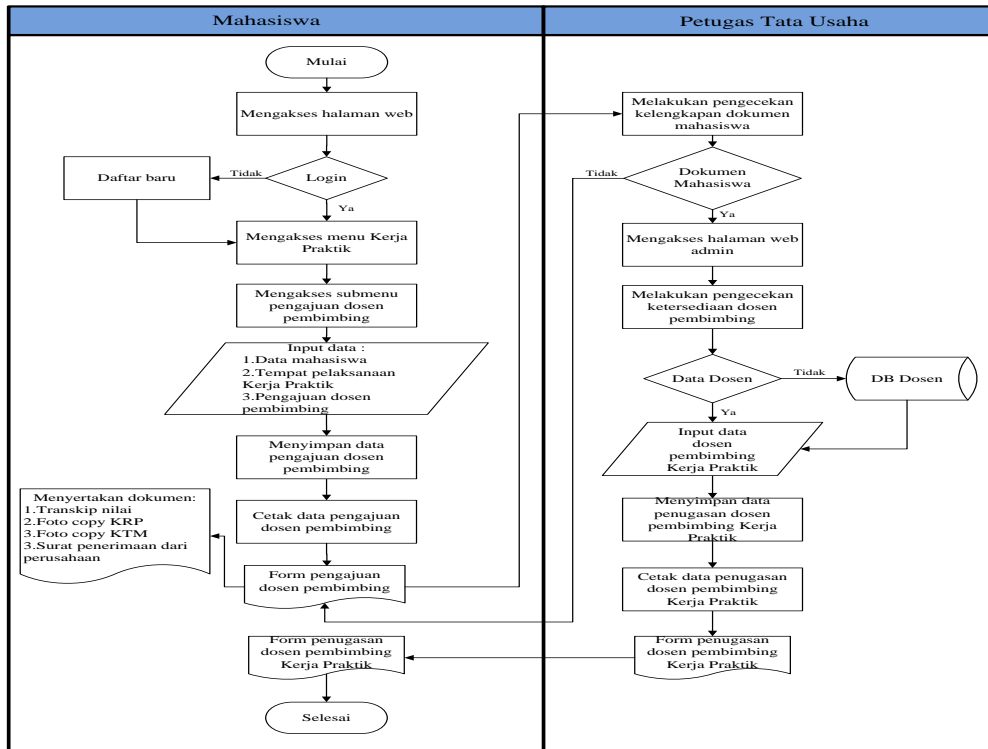
#### **3.2 Analisa Kebutuhan**

Analisa kegiatan yang berkaitan dengan mendata alur proses kerja praktik dan tugas akhir seperti tahapan dalam mengajukan dosen pembimbing kerja praktik, tahapan dalam mendaftar seminar kerja praktik, tahapan dalam mengajukan dosen pembimbing tugas akhir I, tahapan dalam mendaftar seminar tugas akhir I, dan tahapan dalam mendaftar pendadaran tugas akhir II.

#### **3.3 Proses Perancangan**

##### **a. Flowchat**

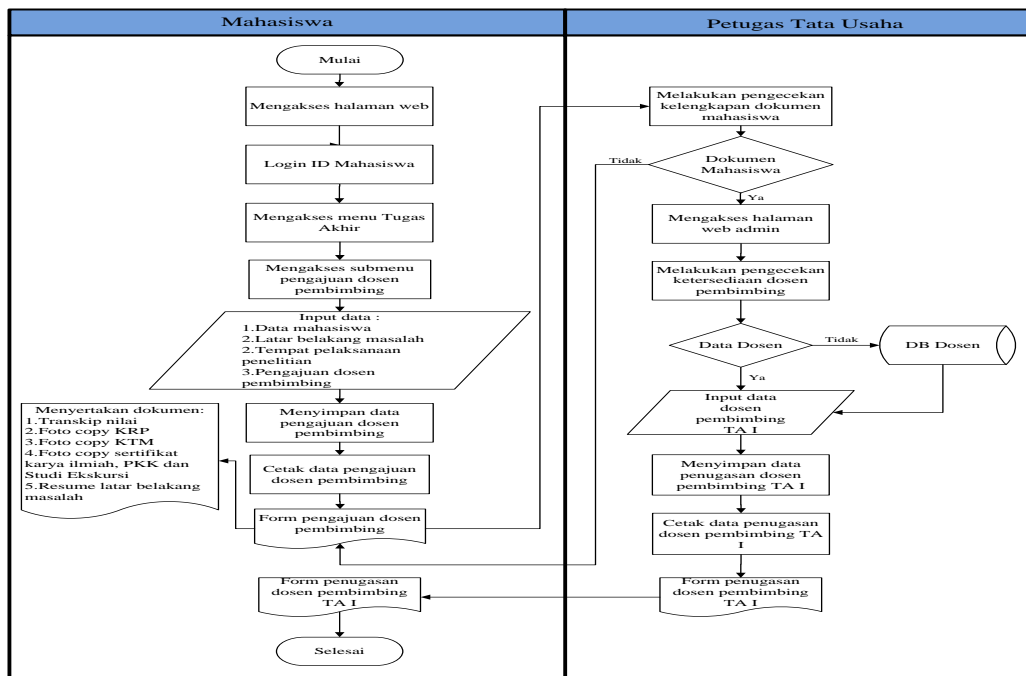
Berikut ini penjelasan mengenai langkah-langkah dalam memproses data untuk pengajuan dosen pembimbing kerja praktik yang dapat dilihat pada Gambar



Gambar 1 Bagan alir Kerja Praktik

Mahasiswa mendaftarkan identitas baru untuk mendapatkan user dan password yang akan digunakan dalam mengakses sistem informasi akademik ini

Berikut ini penjelasan mengenai langkah-langkah dalam memproses data untuk pengajuan tugas akhir

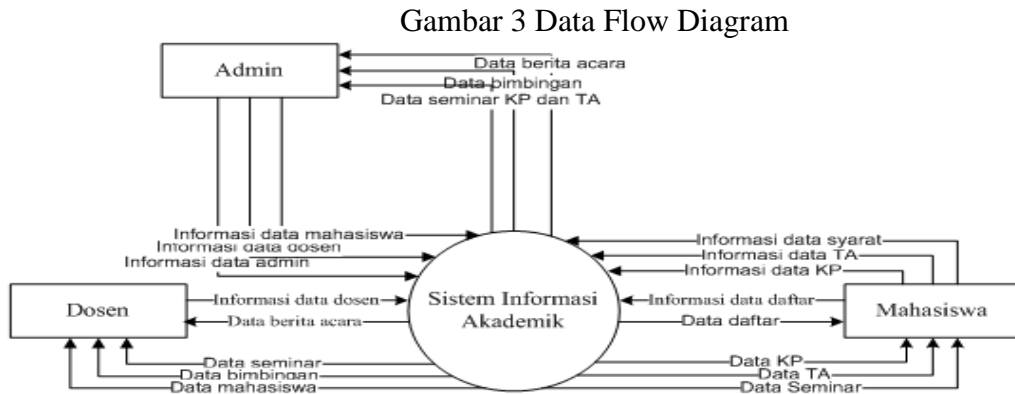


Gambar 2 Bagan alir pengajuan tugas akhir

Mahasiswa mengakses sistem informasi akademik menggunakan identitas yang telah didaftarkan sebelumnya.

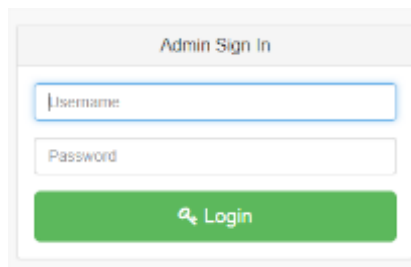
### b. Data Flow Diagram (DFD)

DFD memiliki tiga objek atau entitas yang saling berhubungan dalam menghasilkan kebutuhan data yang digunakan dalam membuat sebuah sistem informasi akademik yaitu entitas Admin, Dosen, dan Mahasiswa.



### 3.4 Hasil Perancangan

#### a. Login admin



Gambar 4 Login admin

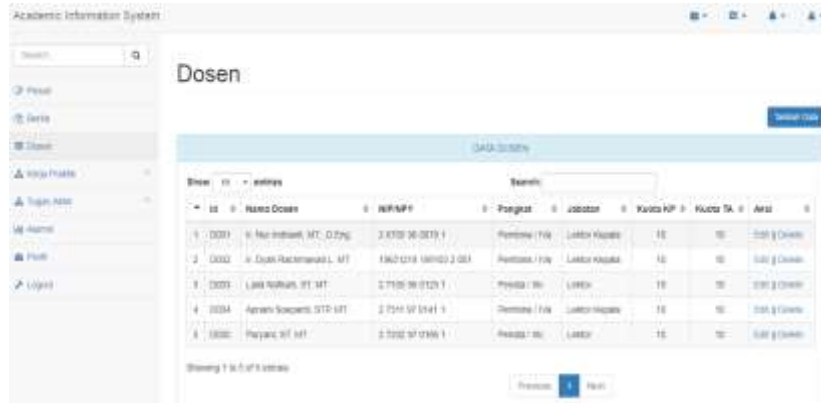
Login admin digunakan untuk masuk dalam pengelolaan Sistem Informasi

#### b. Tampilan Academic Information System



Gambar 5. Tampilan ruang administrator

#### c. Menu Dosen



Gambar 6. Tampilan menu dosen

c. Menu Kerja Praktek



Gambar 7 Menu Kerja praktek mahasiswa

d. Menu Tugas Akhir



Gambar 8 Menu Tugas Akhir mahasiswa

#### 4 KESIMPULAN

Kesimpulan dari perancangan sistem informasi akademik ini adalah bahwa Sistem Informasi ini dapat memberikan kemudahan dan kecepatan dalam mendapatkan informasi yang berkaitan dengan kerja praktik dan tugas akhir di Jurusan Teknik Industri UPN “Veteran” Yogyakarta..

#### DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M. M., 2014, *Manajemen dan Evaluasi Kinerja Karyawan*, Aswaja Pressindo, Yogyakarta.

- Ardhana, I. B. I., 2008, *Sistem Informasi Pendaftaran Kerja Praktek Program Studi Teknik Informatika UPN "V" Yogyakarta Berbasis Web*, Skripsi Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri UPN "V" Yogyakarta.
- Catry, V. H. T., 2008, *Perancangan Sistem Informasi Tugas Akhir 1 Program Studi Teknik Industri UPN "V" Yogyakarta Berbasis Website*, Skripsi Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri UPN "V" Yogyakarta.
- Fathansyah, I., 2002, *Buku Teks Ilmu Komputer Basis Data (Edisi 4)*, Informatika, Bandung.
- Hakim, L., 2004, *Cara Cerdas Menguasai Layout, Desain, dan Aplikasi Web*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Hartono, J., 2005, *Analisis dan Desain*, Andi, Yogyakarta.
- Kasiman, P., 2006, *Aplikasi Web dengan PHP dan MySQL*, Andi, Yogyakarta.
- Mulyanto, A., 2009, *Sistem Informasi Konsep dan Aplikasi*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Nugroho, A., 2004, *Konsep-konsep Pengembangan Basis Data*, Informatika, Bandung.
- Pressman, R. S., 2008, *Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktisi (Edisi 7)*, Andi, Yogyakarta.
- Saputra, A. D., 2008, *Pengembangan Sistem Informasi Skripsi Pada Teknik Informatika UPN "V" Yogyakarta*, Skripsi Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri UPN "V" Yogyakarta.
- Sutabri, T., 2012, *Analisis Sistem Informasi*, Andi, Yogyakarta.

# PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI PENERIMAAN MAHASISWA BARU PROGRAM PASCASARJANA DI UPN “VETERAN” YOGYAKARTA

Bagus Wiyono<sup>1)</sup>, Rifki Indra Perwira<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Email: [baguswiyono@upnyk.ac.id](mailto:baguswiyono@upnyk.ac.id)

<sup>2)</sup>Fakultas Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Email: [rifki@upnyk.ac.id](mailto:rifki@upnyk.ac.id)

## Abstrak

*Universitas memiliki alat untuk menjalankan proses bisnis yang dinamakan sistem informasi. Agenda tahunan universitas berupa penerimaan mahasiswa baru juga menjadi salah satu obyek penggunaan sistem informasi. Mahasiswa baru meliputi program sarjana atau pascasarjana mempunyai kedudukan yang sama. Selama ini, proses penerimaan mahasiswa pascasarjana masih menggunakan administrasi manual. Jurusan masing-masing menjadi acuan dalam penerimaan mahasiswa baru khususnya program magister. Masalah yang terjadi adalah jumlah pendaftar tidak update, metode pembayaran yang beragam dan proses pendaftaran yang tidak efektif.*

*Sistem informasi penerimaan mahasiswa baru menjadi salah satu alternatif solusi di UPN Veteran Yogyakarta. Sistem informasi yang pengelolaannya dibawah Unit Teknologi Informasi dan Komunikasi menjadi agenda pengembangan kelembagaan. Pengembangan sistem informasi penerimaan mahasiswa baru ini mengadopsi dari program sarjana yang telah ada selama ini. Pengembangan dilakukan menggunakan metodologi Rapid application development (RAD) dengan menggunakan konsep integrasi secara keuangan, akademik dan wisuda.*

*Hasil dari penelitian ini adalah mampu menghasilkan sebuah sistem yang dapat mengurai permasalahan penerimaan mahasiswa pascasarjana selama ini serta integrasi data antara keuangan, akademik dan wisuda sehingga menghindari redundansi data.*

***Kata kunci: mahasiswa, pendaftaran, Rapi Application Development, integrasi***

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Setiap Universitas memiliki aturan/prosedur untuk menjalankan proses bisnis sesuai dengan visi dan misinya. Salah satu alat yang digunakan untuk menggerakkan proses bisnis Perguruan Tinggi adalah Sistem Informasi. Program studi magister kebanyakan masih desentralisasi pada prodi masing-masing. Fenomena kegiatan penerimaan siswa baru merupakan agenda rutin setiap tahun yang dilaksanakan oleh perguruan tinggi penyelenggara pendidikan. Kenyataan dilapangan memperlihatkan bahwa beberapa instansi pendidikan kurang siap dalam penyelenggaraan penerimaan siswa baru khususnya program pascasarjana (S2). Realitanya adalah perbedaan proses bisnis antara penerimaan strata sarjana dengan pascasarjana hingga penyelenggaraan ujian masuk yang berbeda satu sama lain menjadikan sistem informasi tidak dapat digabungkan. Jumlah animo peminat antara strata sarjana dengan pascasarjana yang cukup jauh berbeda juga memberikan kerumitan.

Keberadaan Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) sudah menjadi kebutuhan utama di setiap Perguruan Tinggi baik negeri maupun swasta. Pada saat ini, UPN “Veteran” Yogyakarta telah memiliki sistem informasi penerimaan mahasiswa baru di laman <http://pmb.upnyk.ac.id> yang telah berjalan 5 tahun dan digunakan untuk program sarjana jalur mandiri. Hal itu belum mengakomodir untuk program pascasarjana. Penerimaan mahasiswa program pascasarjana yang berbeda waktu dan jumlah mahasiswanya jauh lebih kecil mengakibatkan sistem yang telah berjalan sampai saat ini belum mampu menerima struktur bisnis yang ada pada model program pascasarjana. Kenyataan yang terjadi saat ini adalah program pascasarjana mengadakan pendaftaran manual sendiri ke prodi masing-masing, pembayaran sendiri dan melakukan ujian sendiri. Setelah rangkaian hasil akhir diumumkan, kemudian nama-nama mahasiswa S2 yang dinyatakan diterima barulah diinputkan manual oleh UPT. Teknologi Informasi dan Komunikasi kedalam sistem. Hal ini dapat mengakibatkan dokumentasi terkait calon mahasiswa menjadi *redundancy* (keuangan, akademik, wisuda), rentan modifikasi, dapat terjadi selisih data antara bagian keuangan dan akademik.

### **Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana mengembangkan sistem informasi penerimaan mahasiswa baru (PMB) untuk jenjang pascasarjana di UPN “Veteran” Yogyakarta.
2. Bagaimana membuat sistem informasi penerimaan mahasiswa baru (PMB) untuk jenjang pascasarjana yang sudah dilengkapi *host to host* dengan pihak Bank.

### **Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Mengembangkan Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) program pascasarjana di UPN “Veteran” Yogyakarta.
2. Menghasilkan sistem yang terintegrasi data dengan keuangan dan wisuda.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Penelitian sebelumnya yang membahas tentang sistem informasi PMB adalah Petrus et al [4] tentang Analisis Dan Desain Aplikasi Pendaftaran Mahasiswa Baru Berbasis SMS, Studi Kasus: Asmi Santa Maria Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan medesain aplikasi pendaftaran mahasiswa baru berbasis SMS di ASMI Santa Maria Yogyakarta. Melalui analisis dan desain ini penulis bermaksud memberikan usulan bagi lembaga untuk mengimplementasikan Aplikasi Pendaftaran Mahasiswa Baru Berbasis SMS (APMB-SMS). Aplikasi yang dirancang menyediakan modul-modul yang memudahkan pengelolaan pendaftaran mahasiswa baru yang meliputi gelombang pendaftaran, pilihan program studi, data pendaftar, dan laporan pendaftaran mahasiswa baru. Aplikasi pendaftaran mahasiswa baru yang diusulkan berbasis SMS dengan pendekatan terstruktur.

Penelitian lain adalah Putri [3] melakukan penelitian Perancangan Sistem Informasi Penerimaan Siswa Baru Pada Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 3 Pacitan. Dalam pelaksanaannya kegiatan tersebut sering menghadapi masalah karena sistem yang digunakan masih manual. Dengan adanya Sistem Informasi berbasis komputerisasi dan aplikasi basis data diharapkan dapat membantu penyampaian informasi dan mempermudah dalam pelaksanaan pengolahan dan pengelolaan data penerimaan siswa baru. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara, observasi, study

pustaka, analisis, perancangan sistem, uji coba, dan implementasi. Dari penelitian ini diharapkan sistem informasi yang dibuat dapat memberikan kemudahan dalam pelaksanaan kegiatan penerimaan siswa baru di SMK Negeri 3 Pacitan.

Wijaya et al. [6] melakukan penelitian dengan judul Sistem informasi penerimaan mahasiswa baru berbasis web sudah diterapkan oleh beberapa universitas di Indonesia. Namun permasalahannya adalah calon mahasiswa masih banyak yang merasa kesulitan dengan sistem tersebut karena tidak adanya fitur konfirmasi pembayaran pendaftaran online. Kemudian permasalahan berikutnya adalah tidak semua calon mahasiswa mempunyai komputer terkoneksi dengan internet, sehingga perlu diterapkan sistem berbasis WAP agar calon mahasiswa juga bisa mengakses sistem melalui handphone. Hasil dari penelitian ini adalah sistem informasi penerimaan mahasiswa baru berbasis web sudah memiliki kemampuan memberikan kemudahan bagi calon mahasiswa baru untuk memperoleh semua informasi tentang penerimaan mahasiswa baru dan melakukan proses pendaftaran serta konfirmasi pembayaran pendaftaran online.

Frediryana dan Sukadi [1] melakukan penelitian dengan judul Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Pendaftaran Mahasiswa Baru Pada Sekolah Tinggi. Di dalam dunia kependidikan, khususnya perguruan tinggi tentunya juga membutuhkan informasi-informasi untuk mengefisienkan dan mengefektifkan proses-proses akademik yang ada di dalamnya. Pengelolaan dan pengolahan data yang masih dilakukan secara manual, terkadang dapat menimbulkan kesalahan data yang disebabkan oleh faktor kesalahan manusia. Analisis dan perancangan sistem informasi pendaftaran mahasiswa baru dilakukan secara lengkap dan terperinci. Diharapkan hasil kerja praktik ini dapat menjawab kesulitan yang seringkali dihadapi oleh pengelola maupun mahasiswa sehingga bisa jauh lebih efisien dan efektif.

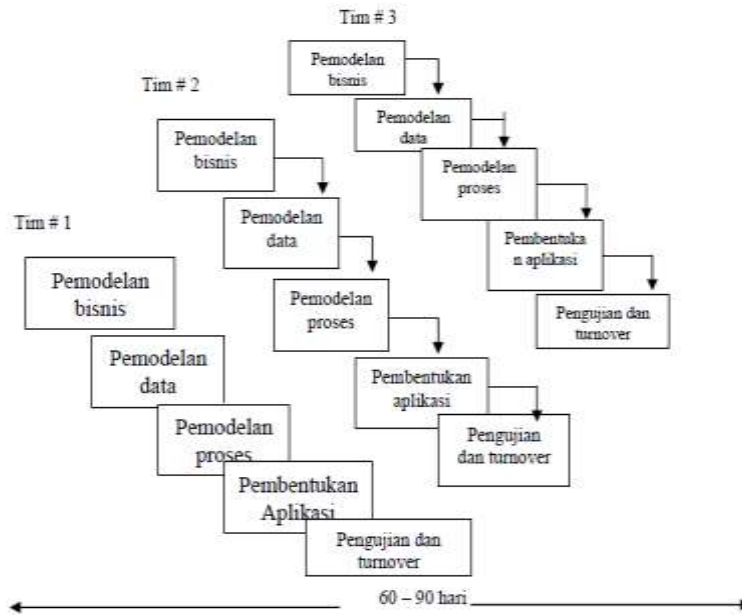
Penelitian selanjutnya oleh Pipin [2] dengan judul perencanaan strategis sistem informasi pada institusi Pendidikan tinggi menggunakan analisis critical success Factors (studi kasus : STMIK duta bangsa surakarta). Perencanaan strategis sistem informasi merupakan pendekatan sistematis mengenai apa yang dianggap paling efektif dan efisien untuk memenuhi kebutuhan informasi. Hasil penelitian ini adalah blue print perencanaan strategis yang mengacu pada rencana bisnis organisasi berdasarkan data yang diperoleh melalui metode analisis yang digunakan serta melibatkan seluruh komponen organisasi.

### **3. METODE PENELITIAN**

#### **Metodologi Pengembangan Sistem**

Metodologi (SDLC) yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rapid Application Development (RAD). Keuntungan metodologi ini adalah cepat dan dapat dibagi menjadi beberapa tim. Masing-masing tim fokus pada setiap *task* atau pekerjaan yang dibebankan. Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) program pascasarjana merupakan pengembangan dari program sarjana sehingga penerapan metodologi ini digunakan karena masa pengembangan cukup pendek yaitu 60 sd 90 hari. Metodologi Rapid Application Development menekankan proses model dan testing model. Bagan metodologi RAD dapat dilihat pada Gambar 1.





Gambar 1. Rapid Application Development (Pressman [5])

### Metode Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian ini, metode pengumpulan data untuk mendapatkan informasi dilakukan dengan berbagai cara.

a. Observasi

Observasi adalah suatu cara atau pendekatan mengamati langsung objek datanya untuk mendapatkan data primer.

b. Wawancara

Wawancara merupakan percakapan antar dua orang atau lebih dan berlangsung antara narasumber dengan pewawancara.

### Matrik SWOT

Dalam penelitian ini, analisa SWOT perlu diterapkan untuk melihat strategi pengembangan sistem informasi penerimaan mahasiswa baru program magister di UPN “Veteran” Yogyakarta. Matriks kesesuaian SWOT tersaji pada Tabel 1.

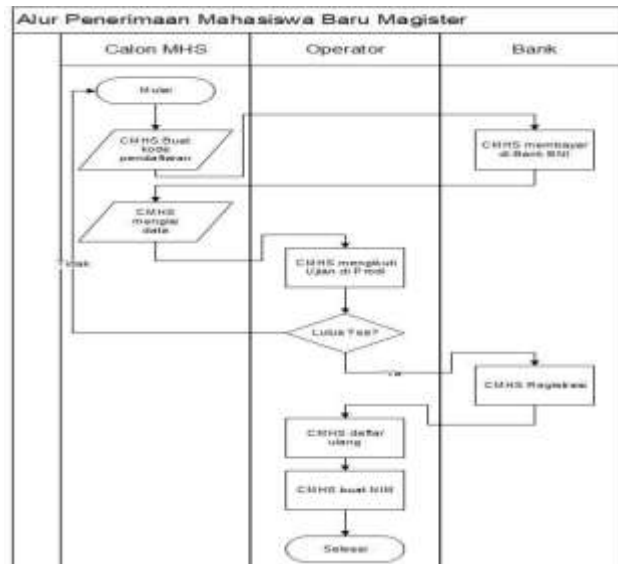
Tabel 1. Kesesuaian SWOT

	<b>Kekuatan</b>	<b>Kelemahan</b>
1.	UPN “Veteran” Yogyakarta merupakan salah satu Perguruan Tinggi yang banyak peminatnya sehingga penyedia layanan sistem harus tersedia dengan baik.	Dapat terjadi eror sistem atau <i>down</i>
2.	Sistem yang ada di UPN memiliki sinergi yang baik antar satu sistem dengan sistem lain.	Biaya perawatan relatif mahal
3.	Memudahkan mahasiswa program pascasarjana dalam mendaftar.	Memerlukan SDM yang handal dalam pengoperasiannya

4.	Dapat terintegrasi dengan keuangan dan wisuda	
	<b>Peluang</b>	<b>Ancaman</b>
1.	Sistem ini dikembangkan secara online, sehingga memiliki peluang untuk <i>sustainable</i> dan dapat diakses dari manapun.	Teknologi informasi yang berkembang pesat
2.	Menumbuhkan rasa percaya kepada masyarakat terhadap Perguruan Tinggi.	Jika sistem berhenti dikembangkan akan menjadi sia-sia

### Flowchart Sistem

Flowchart atau bagan alir memperlihatkan proses bagaimana sistem ini digunakan. Proses utama dari sistem informasi penerimaan mahasiswa baru ini adalah proses penerimaan mahasiswa baru program pascasarjana. Flowchart sistem penerimaan mahasiswa baru dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem

## 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Menu Utama

Menu utama dari sistem informasi penerimaan mahasiswa baru pascasarjana terlihat pada Gambar 3 berikut. Menu tersebut dirancang sesederhana mungkin tanpa mengurangi fitur dari masalah yang mendasari pengembangan sistem ini.



Gambar 3. Tampilan menu utama

Pada tampilan ini dapat dilihat bahwa sistem informasi Penerimaan mahasiswa baru pascasarjana memiliki beberapa fitur. Fitur tersebut antara lain halaman depan, formulir, info pendaftaran, jadwal, program studi dan hubungi kami. Halaman depan berisi informasi tentang penerimaan mahasiswa baru dan prodi yang menyediakan program pascasarjana. Informasi ini dapat berubah seiring dengan perkembangan dan kebutuhan informasi di masa depan.

Pada menu formulir berisi tahapan-tahapan pengisian formulir pendaftaran calon mahasiswa program pascasarjana. Dalam menu ini, calon mahasiswa pendaftar diminta memasukkan beberapa data/identitas diri sebagai bukti keseriusan calon mahasiswa pascasarjana untuk mendaftar di UPN “Veteran” Yogyakarta.

### **Menu *Host to Host***

Pada formulir yang tergambar pada Gambar 4. menunjukkan beberapa data hasil masukan dari tahap sebelumnya. Data tersebut adalah nama, program studi, kode bayar, biaya dan batas pembayaran.



Gambar 4. Menu formulir host to host bank

Kode bayar artinya sejenis nomor kuitansi yang digunakan sebagai *primary key* atau pembeda antara satu mahasiswa dengan mahasiswa yang lain karena otomatis digenerate oleh *host to host* bank. Setelah calon mahasiswa melakukan pembayaran di bank, calon mahasiswa tersebut dapat melakukan login sistem pengisian data personal seperti pada

Gambar 5. Pengisian data personal ada enam tahapan yang masing-masing tahapan melibatkan identitas diri, riwayat pendidikan sebelumnya, data keluarga, pekerjaan, pemberi rekomendasi dan pilihan program studi yang dituju.

Gambar 5. Menu pengisian data personal

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah

1. Pengembangan sistem informasi penerimaan mahasiswa baru program pascasarjana telah dilaksanakan dengan baik.
2. Sistem penerimaan mahasiswa baru program pascasarjana ini telah terintegrasi dengan pihak bank.
3. Dengan adanya sistem ini dapat mengurangi potensi *redundancy* data antara akademik dan keuangan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Frediryana, A., & Sukadi, (2010), *Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Pendaftaran Mahasiswa Baru Pada Sekolah Tinggi Ilmu Tarbiyah Muhammadiyah Pacitan.*, *Journal Speed – Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi – Volume 2 No 3 - 2010 - ijns.org*, ISSN : 1979-9330 (Print) - 2088-0154 (Online) [1]
- [2] Pipin, W., (2012), *Perencanaan strategis sistem informasi pada institusi pendidikan tinggi menggunakan analisis critical success factors (studi kasus : stmik duta bangsa surakarta)*, Tesis, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang [2]
- [3] Putri., L., D. (2014), *Perancangan Sistem Informasi Penerimaan Siswa Baru Pada Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 3 Pacitan*, *IJNS – Indonesian Journal on Networking and Security - Volume 3 No 4 – Oktober 2014 – ijns.org*. ISSN: 2302-5700 (Print) 2354-6654 (Online)
- [4] Petrus et al. (2011), *Analisis Dan Desain Aplikasi Pendaftaran Mahasiswa Baru Berbasis SMS*, Studi Kasus: Asmi Santa Maria Yogyakarta, *Jurnal Buana Informatika*, Volume 2, Nomor 1, Januari 2011: 18-30.
- [5] Pressman, Roger S., (2010), *Software Engineering 7<sup>th</sup> A Practitioner Approach*, McGraw-Hill.
- [6] Wijaya, Sidiq, W.,S., et al. (2010), *Sistem informasi penerimaan mahasiswa baru berbasis web*, Seminar Nasional VI SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta, 18 November 2010, ISSN 1978-017

# **APLIKASI DAUN DAN BUNGA SUKUN JANTAN (*Artocarpus altilis*) SECARA KONTAK DAN FUMIGASI UNTUK PENGENDALIAN *Callosobruchus chinensis* L. PADA BENIH KACANG HIJAU**

Chimayatus Solichah dan Ami Suryawati  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

## **ABSTRAK**

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan macam dan konsentrasi ekstrak daun dan bunga sukun jantan serta cara aplikasi yang terbaik dalam mengendalikan hama *C. chinensis*. Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan laboratorium yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor. Faktor yang pertama adalah macam dan konsentrasi ekstrak, meliputi 7 aras yaitu: M0 : Kontrol (tanpa ekstrak), M1: Ekstrak daun sukun konsentrasi 5 %, M2 : Ekstrak daun sukun konsentrasi 10 %, M3: Ekstrak daun sukun konsentrasi 15 %, M4: Ekstrak bunga sukun jantan konsentrasi 5 %, M5 : Ekstrak bunga sukun jantan konsentrasi 10 %, M6 : Ekstrak bunga sukun jantan konsentrasi 15 %. Faktor yang ke dua adalah cara aplikasi insektisida, meliputi 2 aras yaitu: A1 : Cara fumigasi A2 : Cara kontak. Setiap kombinasi perlakuan terdiri atas 4 ulangan dan masing-masing unit perlakuan terdiri atas 50 g benih kacang hijau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak bunga sukun jantan konsentrasi 15% yang diaplikasikan secara kontak maupun fumigasi mampu meningkatkan mortalitas hama *C. chinensis*. Populasi *C. chinensis* setelah penyimpanan 2 bulan antar perlakuan tidak berpengaruh nyata.

*Kata kunci:* ekstrak bunga sukun jantan, *Callosobruchus chinensis*, fumigasi, , benih kacang hijau

## **PENDAHULUAN**

Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*) sudah sangat dikenal oleh masyarakat Indonesia. Tanamannya juga tersebar di seluruh nusantara. Sukun secara tradisional juga telah dimanfaatkan dalam kehidupan. Walaupun nampaknya sederhana, ternyata menyimpan jutaan manfaat (Djojosumarto, 2008).

Bunga sukun betina mengalami masa penyerbukan oleh bunga sukun jantan dan seiring berjalannya waktu akan terbentuk menjadi buah. Bunga jantan yang telah mengalami proses penyerbukan dan telah habis masa berbunganya akan jatuh dan menjadi limbah. Sebagai salah satu pemanfaatan limbah akan dibuat sebagai pestisida alami. Penggunaan pestisida alami mempunyai kelebihan karena zat aktif yang ada di dalam pestisida alami tidak menimbulkan residu dalam tubuh manusia jika hasil pertanian dikonsumsi. Berbeda dengan pestisida kimia yang memiliki zat kimia yang berbahaya jika terakumulasi di dalam tubuh manusia dalam jangka waktu lama.

Hasil penelitian Qinahyu dan W. H. Cahyati (2016) bahwa penggunaan anti nyamuk mat serbuk bunga sukun mampu menurunkan jumlah hinggap nyamuk *Aedes*. Sedangkan menurut penelitian Sitorus *et al.* (2014) menyebutkan bahwa penggunaan daun sukun (*Artocarpus altilis*) sebagai mat elektrik dengan waktu pemaparan 30 menit diperoleh tingkat kematian nyamuk *Aedes spp* sebesar 53,33% (lebih dari setengah populasi nyamuk *Aedes spp* mati). Daun dan bunga sukun sebagai insektisida terhadap serangga yang diteliti di antaranya serangga lalat *Musca domestica*, nyamuk *Aedes aegypti* dan nyamuk *Culex sp* membuktikan bahwa serangga tersebut mati. Bunga jantan sukun lebih efektif daripada daun sukun (Asyari dan Roni, 2014). Hal ini tidak menutup kemungkinan jenis serangga lainnya juga bisa mati sehingga insektisida dari tanaman sukun ini sangat bermanfaat sebagai insektisida alami.

Saat ini tuntutan untuk berinovasi dalam memperoleh bahan yang *eco save* atau ramah lingkungan semakin berkembang. Maka dari itu dibuat suatu inovasi baru dalam pembuatan ekstrak bunga sukun jantan dan daun sukun sebagai pestisida alami terhadap hama gudang *C. chinensis* secara fumigasi maupun kontak. Inang hama yang dipilih untuk penelitian yaitu biji kacang hijau. Biji kacang hijau mengandung banyak protein dan sangat digemari untuk pembuatan olahan makanan dengan cita rasa manis. Di Daerah Istimewa Yogyakarta khususnya, kacang hijau banyak dimanfaatkan sebagai bahan isi bakpia yang kemudian menjadi oleh-oleh khas Yogyakarta.

Benih kacang hijau dalam penyimpanan sering dipengaruhi oleh gangguan hama dan patogen. Salah satunya adalah *C. chinensis*. Serangan kumbang tersebut pada kacang hijau di penyimpanan dapat menyebabkan susut bobot sampai 50 % dalam waktu 3 bulan. Hal ini berakibat pada rendahnya viabilitas benih sehingga menghasilkan tanaman yang tidak normal dan bahkan tidak tumbuh.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa serbuk biji sirsak lebih efektif terhadap *C. chinensis* dibanding serbuk daun maupun tulang daun, tetapi efektifitasnya masih rendah (Suryawati dan Solichah, 2013). Hasil penelitian selanjutnya menunjukkan peningkatan efektifitas serbuk biji sirsak didapat melalui pembuatan ekstrak biji sirsak dengan pelarut metanol (Suryawati dan Solichah, 2014), tetapi belum maksimal hasilnya, sehingga perlu dicari bahan lain yang lebih efektif.

Aplikasi ekstrak tanaman sebagai insektisida dapat dilakukan secara fumigasi maupun kontak. Pada bunga dan daun sukun ini belum diketahui sifat bekerjanya bahan aktif tersebut sehingga perlu dilakukan penelitian. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian berikutnya untuk meningkatkan efektifitas insektisida botani terhadap hama *C. chinensis* melalui perlakuan macam ekstrak sukun dalam berbagai konsentrasi serta cara aplikasi sehingga dapat mempertahankan kualitas benih kacang hijau dalam penyimpanan lebih lama.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, UPN “Veteran” Yogyakarta dari bulan April sampai dengan November 2017.

Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan laboratorium yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama adalah cara aplikasi insektisida (cara fumigasi dan cara kontak) dan faktor yang ke dua adalah macam dan konsentrasi ekstrak (kontrol tanpa ekstrak; D5%= ekstrak daun sukun konsentrasi 5%; D10%= ekstrak daun sukun konsentrasi 10%; D15%= ekstrak daun sukun konsentrasi 15%; B5%= ekstrak bunga sukun jantan konsentrasi 5%; B10%= ekstrak bunga sukun jantan konsentrasi 10% dan B15%= ekstrak bunga sukun jantan konsentrasi 15%. Setiap kombinasi perlakuan dan kontrol diulang 4 kali. Masing-masing unit perlakuan terdiri atas 50 g benih kacang hijau.

Bunga sukun jantan dan daun sukun dikeringanginkan kemudian dihaluskan, kemudian masing-masing sebanyak 10 g diekstrak dengan pelarut metanol sebanyak 200 mL didiamkan selama 48 jam. Hasil ekstraksi disaring dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* hingga volume  $\pm 2$  ml, selanjutnya diencerkan menggunakan aquades menjadi konsentrasi 5%, 10%, dan 15%.

Aplikasi cara fumigasi dilakukan dengan cara benih kacang hijau 50 g dimasukkan ke dalam gelas plastik diameter 10 cm dan tinggi 15 cm kemudian diinfestasi 10 ekor *C. chinensis* dewasa dan ditutup dengan kain kasa lalu dimasukkan ke dalam kurungan plastik ukuran 40x40x40 cm yang didalamnya sudah dipasang alat obat nyamuk elektrik berisi

pestisida dari bunga dan daun sukun sesuai perlakuan. Alat obat nyamuk elektrik dinyalakan secara bersamaan. .

Aplikasi cara kontak dilakukan dalam bentuk cair terhadap benih kacang hijau sebanyak 50 g direndam dalam ekstrak sesuai perlakuan selama  $\pm 2$  menit kemudian dikeringkan dalam oven suhu 30°C selama 24 jam dan setelah dingin dimasukkan ke dalam gelas plastik ( $\varnothing$  10 cm, tinggi 15 cm) dan diinfestasi sebanyak 10 ekor serangga uji.

Pengamatan dilakukan terhadap mortalitas serangga uji dengan cara menghitung jumlah keseluruhan imago serangga uji yang mati pada 24, 48, 72, dan 96 jam setelah aplikasi. Sisa serangga uji yang masih hidup dipelihara selama 2 bulan untuk pengamatan pertumbuhan populasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas *C. chinensis* pada pengamatan 24, 48, 72, dan 96 jam setelah perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan cara aplikasi fumigasi dan kontak tidak berpengaruh nyata. Antara perlakuan cara aplikasi dan macam ekstrak berbagai konsentrasi tidak terdapat interaksi. Pada pengamatan 24 dan 48 jam setelah aplikasi untuk perlakuan ekstrak bunga sukun konsentrasi 15% terlihat bahwa mortalitas *C. chinensis* lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan pada pengamatan 72 dan 96 jam setelah aplikasi untuk perlakuan ekstrak bunga sukun konsentrasi 10% dan 15% menunjukkan lebih tinggi dalam menimbulkan mortalitas *C. chinensis* dibandingkan perlakuan yang lain. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Mortalitas *C. chinensis* pada pengamatan 24, 48, 72, dan 96 jam setelah perlakuan (%)

Pengamatan 24 jam setelah perlakuan								
Cara aplikasi	Macam ekstrak dan konsentrasi							Rerata
	Tanpa ekstrak	D 5%	D 10%	D 15%	B 5%	B 10%	B 15%	
Fumigasi	2,5	0,0	0,0	0,0	2,5	5,0	15,0	2,86 a
Kontak	0,0	0,0	2,5	0,0	7,5	0,0	7,5	2,50 a
Rerata	1,25 p	0,0 p	1,25 p	0,0 p	5,0 p	2,5 p	11,25 q	(-)

Pengamatan 48 jam setelah perlakuan								
Cara aplikasi	Macam ekstrak dan konsentrasi							Rerata
	Tanpa ekstrak	D 5%	D 10%	D 15%	B 5%	B 10%	B 15%	
Fumigasi	5,0	0,0	0,0	2,5	5,0	5,0	15,0	4,64 a
Kontak	5,0	0,0	2,5	0,0	7,5	5,0	7,5	3,21 a
Rerata	5,0 p	0,0 p	1,25 p	1,25 p	6,75 p	5,0 p	11,25 q	(-)

Pengamatan 72 jam setelah perlakuan								
Cara aplikasi	Macam ekstrak dan konsentrasi							Rerata
	Tanpa ekstrak	D 5%	D 10%	D 15%	B 5%	B 10%	B 15%	
Fumigasi	7,5	0,0	0,0	2,5	7,5	15,0	15,0	5,36 a

Kontak	7,5	0,0	2,5	0,0	12,5	5,0	10,0	5,36 a	Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama pada baris atau kolom menunj
Rerata	7,5 p	0,0 p	1,25 p	1,25 p	10,0 q	10,0q	12,5 q	(-)	
<b>Pengamatan 96 jam setelah perlakuan</b>									
	Macam ekstrak dan konsentrasi								
Cara aplikasi	Tanpa ekstrak	D 5%	D 10%	D 15%	B 5%	B 10%	B 15%	Rerata	
Fumigasi	12,5	15,0	20,0	22,5	12,5	25,0	25,0	18,93a	
Kontak	12,5	5,0	7,5	15,0	17,5	17,5	20,0	13,57a	
Rerata	12,5 p	10,0 p	13,7p	18,75p	15,0 p	21,25q	22,5 q	(-)	

ukkan tidak ada beda nyata menurut DMRT 5%.  
(-) tidak ada interaksi

Daun tanaman sukun mengandung beberapa zat berkhasiat seperti saponin, polifenol, asam hidrosianat, asetilcolin, tanin, riboflavin, dan phenol. Selain itu juga mengandung quercetin, champorol dan artoindonesianin yang merupakan kelompok senyawa flavonoid. Sedangkan bunga sukun mengandung zat aktif yang dapat berperan sebagai insektisida. Zat tersebut adalah flavonoid yang mempunyai fungsi efek racun pada nyamuk dan menghambat proses oksidasi pada pernapasan nyamuk sehingga menyebabkan kematian (Sitorus *et al.*, 2013).

Senyawa flavonoid yang terkandung pada tanaman sukun mampu bekerja menghambat mitokondria dalam sel, sedangkan pada mitokondria itu terjadi proses respirasi yaitu transpor elektron dan Siklus Krebs yang berperan dalam metabolisme energi dan pembentukan ATP (Adenosin Tri Fosfat). Jika pada mitokondria terganggu, maka produksi ATP akan terhambat sehingga pengikatan terhadap oksigen rendah pada akhirnya penggunaan oksigen oleh mitokondria tidak maksimal maka menyebabkan gangguan pada pernafasan. Jika hal ini berjalan terus menerus dapat menyebabkan kematian (Ramdhani, 2009).

Pada penelitian ini pengaruh dari senyawa yang terkandung pada daun maupun bungan sukun kurang memberi efek yang nyata terhadap mortalitas *C. chinensis*. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat mortalitas hama yang masih rendah sampai pada pengamatan 96 jam setelah aplikasi. Kemungkinan yang terjadi karena daun maupun bunga sukun ini biasanya digunakan untuk mengendalikan nyamuk yang relatif tubuhnya lebih lunak sehingga senyawa aktif tersebut mudah masuk dan meracuni serangga tersebut. Sedangkan pada penelitian ini digunakan serangga *C. chinensis* yang merupakan ordo Coleoptera yang memiliki sayap keras dan tebal sehingga senyawa racun tersebut sulit untuk masuk ke dalam tubuh serangga hama. Kemungkinan lain juga dapat terjadi karena konsentrasi yang digunakan terlalu rendah untuk dapat membunuh kumbang *C. chinensis* sehingga menyebabkan mortalitas rendah.

Saponin dan polifenol dikenal sebagai senyawa yang sangat toksik terhadap serangga (Asikin, 2013). Pada penelitian ini kandungan saponin pada bunga sukun lebih tinggi yaitu 0,31% b/v dibandingkan daun sukun yaitu sebesar 0,24% b/v. Dengan adanya kadar senyawa saponin yang lebih tinggi pada bunga sukun menyebabkan mortalitas serangga uji juga menjadi lebih tinggi.

Populasi *C. chinensis* setelah penyimpanan 2 bulan menunjukkan antara perlakuan fumigasi dan kontak tidak berbeda nyata. Demikian juga pada perlakuan macam ekstrak dan



konsentrasi, populasi *C. chinensis* tidak berbeda nyata kecuali pada perlakuan ekstrak bunga 5% yang menunjukkan hasil tertinggi. Data selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Populasi *C. chinensis* pada pengamatan 2 bulan setelah aplikasi (ekor)

Cara aplikasi	Macam ekstrak dan konsentrasi							Rerata	Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama pada
	Tanpa ekstrak	D 5%	D 10%	D 15%	B 5%	B 10%	B 15%		
Fumigasi	681	857	713	678	1090	936	790	821 a	
Kontak	881	769	731	804	920	970	1004	869 a	
Rerata	781 p	813 p	722 p	741 p	1005q	953 q	897 p	(-)	

baris atau kolom menunjukkan tidak ada beda nyata menurut DMRT 5%.

(-) tidak ada interaksi

Pada penelitian ini populasi *C. chinensis* masih cukup tinggi karena mortalitasnya rendah sehingga serangga masih meletakkan telur dan tetap berkembang biak. Zat aktif yang terkandung dalam tanaman sukun, baik daun maupun bunga jantan dengan konsentrasi sampai 15% belum mampu menekan populasi *C. chinensis*.

## KESIMPULAN

1. Penggunaan ekstrak bunga sukun jantan konsentrasi 15% yang diaplikasikan secara kontak maupun fumigasi mampu meningkatkan mortalitas hama *C. chinensis*.
2. Populasi *C. chinensis* setelah penyimpanan 2 bulan antar perlakuan tidak berpengaruh nyata dan perkembangannya cukup tinggi

## DAFTAR PUSTAKA

- BAB 1 Asikin, S. 2013. Toksisitas Tumbuhan Bintaro (*Cerbera Odollam*) Terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera Litura*). Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. [http://balittra.litbang.pertanian.go.id/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1315&Itemid=10](http://balittra.litbang.pertanian.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=1315&Itemid=10). Diakses pada 20 Agustus 2017.
- Asyari, R.A. & A. Roni. 2014. Kajian Pustaka Perbandingan Efektivitas Insektisida Dari Dua bagian Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*). [http://www.academia.edu/14490635/kajian\\_pustaka\\_perbandingan\\_efektivitas\\_insektisida\\_dari\\_dua\\_bagian\\_tanaman\\_sukun\\_artocarpus\\_aitilis](http://www.academia.edu/14490635/kajian_pustaka_perbandingan_efektivitas_insektisida_dari_dua_bagian_tanaman_sukun_artocarpus_aitilis). Diakses pada 17 Agustus 2017.
- Djojosumarto, P. 2008. Pestisida Dan Aplikasinya. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Qinahyu, W.D. & W.H. Cahyati. 2016. Uji Kemampuan Anti Nyamuk Alami Elektrik Mat Serbuk Bunga Sukun (*Artocarpus altilis*) Di Masyarakat. Jurnal Care 4(3): 9-14.
- Ramdhani, A. N. 2009. Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Daun Sukun (*Artocarpus altilis*) Terhadap Larva *Artemia salina* Leach Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BST). Skripsi. Undip, Semarang. <https://media.neliti.com/media/publications/14456-ID-pemanfaatan-daun-tanaman-sukun-artocarpus-aitilis-sebagai-anti-nyamuk-mat-elekt.pdf>. Diakses 17 Agustus 2017

Sitorus, M.F., W. Hasan, & I. Marsaulina. 2014. Pemanfaatan Daun Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*) Sebagai Anti Nyamuk Mat Elektrik Dalam Membunuh Nyamuk *Aedes* spp. DepKes Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara, Medan.

Suryawati, A. & C. Solichah. 2013. The Effectiveness of Several Dosages of Sour-Sop (*Annona muricata* L.) Leaves and Seeds Powder for Controlling *Callosobruchus* spp. And Maintaining the Quality of Mungbean Stored Seeds, Proceeding International Conference ICGAI, Yogyakarta

---

\_\_\_\_\_, 2014. \_Uji Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata* L) Pada Berbagai Jenis Pelarut Terhadap Hama *Callosobruchus* spp. Dan Kualitas Benih Kacang Hijau Simpanan.(Jurnal Agrivet dalam proses)

**PERANCANGAN ULANG SARANA KERJA  
DENGAN PENDEKATAN HUMAN CENTERED DESIGN  
(Studi Kasus di Industri Kuningan Ngawen Godean)**

Laila Nafisah dan Tri Wibawa  
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Industri  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
Jl. Babarsari 2 Tambakbayan, Yogyakarta, 55281  
Email: lailanafisah71@gmail.com dan tri.wibawa@upnyk.ac.id

***ABSTRAK***

Salah satu industri kuningan di Yogyakarta adalah sentra industri kuningan Ngawen, Sidokarto, Godean, Sleman. Dari survei dan wawancara pendahuluan di sentra industri kuningan Ngawen, terdapat keluhan-keluhan yang timbul akibat aktivitas kerja. Keluhan yang muncul berupa kaki kesemutan, pegal-pegal pada bagian leher, lengan, dan pinggang. Mereka mengungkapkan bahwa keluhan tersebut dikarenakan akibat sarana yang digunakan pada saat sekarang kurang mendukung yang dapat menimbulkan produktivitas yang kurang optimal.

Penelitian bertujuan untuk merancang ulang stasiun kerja dan sarana kerja di industri kerajinan kuningan Ngawen untuk memperoleh produk dengan kualitas dan kuantitas yang tinggi. Dari hasil redesain ini diharapkan dapat menciptakan sistem kerja yang nyaman, aman, sehat, efektif, dan efisien dengan pendekatan *Human Centered Design*. *Human Centered Design* (HCD) adalah suatu metode perancangan yang didasarkan pada penggunaannya. Metode HCD akan menuntun proses perancangan dengan analogi bahwa produk akan bertemu dengan keinginan dan kebutuhan pengguna. Sedangkan untuk perancangan sarana/fasilitas alat bantu kerja dibuat berdasarkan pendekatan antropometri yaitu pernyataan misi, spesifikasi produk dan konsep rancangan dalam bentuk gambar dan *prototype*. Hal ini dimaksudkan agar hasil rancangan nantinya benar-benar sesuai dengan kondisi kebutuhan kerjanya.

Dari hasil analisis sebelum perbaikan memang teridentifikasi terdapat postur kerja yang tidak alamiah. Setelah dilakukannya implementasi perbaikan konsumsi energi rata-rata pekerja pada kondisi sesudah perbaikan menjadi lebih kecil daripada kondisi sebelum perbaikan. Selain itu waktu proses pun juga mengalami penurunan, terutama pada stasiun kerja penyatuan dan pelubangan model malam (*wax*) yaitu dari 425,57 detik menjadi 294,51 detik dan pada stasiun kerja pembuatan tanjuk dan gantilan model malam (*wax*) dari 1058,36 detik menjadi 924,01 detik. Dari berbagai hasil yang telah diperoleh tersebut akan dapat dijadikan sebagai landasan perubahan untuk memperbaiki kondisi kerja yang ada saat ini sehingga tercipta suatu kondisi kerja yang aman, nyaman dan efektif.

***Kata kunci: Human centered design, antropometri, konsumsi energi, waktu proses.***

## PENDAHULUAN

Berbagai barang kerajinan tumbuh dengan pesat di Yogyakarta menjadikan Yogyakarta mendapat julukan sebagai kota kerajinan. Barang kerajinan dijual untuk wilayah domestik maupun mancanegara. Kerajinan menjadi salah satu keunggulan dan daya tarik yang mampu mendukung Yogyakarta sebagai tujuan pariwisata (Bisnis UKM, 2 Juni 2016). Potensi sumber bahan baku dan keterampilan yang dimiliki, baik dari pengrajin berskala besar maupun pengrajin dalam skala menengah dan kecil, berusaha menawarkan produk terbaiknya pada konsumen. Aneka macam kerajinan yang ada semakin tumbuh dan berkembang sesuai dengan permintaan pasar. Potensi ini mengangkat citra Yogyakarta sebagai kota kerajinan, salah satunya adalah sentra kerajinan kuningan.

Salah satu sentra industri kerajinan kuningan berlokasi di Padukuhan Ngawen Desa Sidokarto Kecamatan Godean Kabupaten Sleman. Sentra ini diketuai oleh Bapak Wiyoto dengan jumlah anggota sebanyak 17 unit usaha. Produk yang dihasilkan berupa kaligrafi, klinting, kluntung, dan lain-lain disesuaikan dengan permintaan pemesan. Industri ini menggunakan bahan baku utama kuningan. Bahan baku tersebut berasal dari barang-barang kuningan bekas yang diperoleh dari pedagang barang-barang bekas di Pasar Beringharjo, tetapi untuk kebutuhan dalam partai besar harus menunggu barang terkumpul terlebih dahulu. Bahan pendukung yang digunakan dalam proses produksi antara lain timah putih, arang, malam, pasir, tanah liat, kayu, aluminium, *jadelan*, dan kayu bakar.

Proses pembuatan kerajinan kuningan ini diawali dari pencetakan model dari bahan malam (*wax*). Setelah proses pencetakan dilanjutkan dengan pembuatan batang-batang dan gantungan model yang disebut *tanjuk*. Selanjutnya dilakukan proses penyatuan dan pelubangan model sebagai pembentukan pola dengan tanah liat untuk cetakan. Batang-batang kuningan terlebih dahulu dilakukan proses pengecoran (*casting*) dalam tungku berbahan bakar arang kayu kurang lebih selama 6 jam. Setelah cair, logam kuningan dituang ke dalam cetakan dan didinginkan. Proses pendinginan dilakukan pada suhu kamar. Tahap selanjutnya adalah ke tahap *finishing*, dengan menyempurnakan hasil cor dengan penghalusan permukaan produk dengan gerinda dan amplas.

Dari hasil survei dan wawancara, industri kerajinan kuningan ini kendala yang dihadapi adalah dilihat dari segi ketrampilan pengrajin, kualitas, dan variasi produk. Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan terhadap pekerja industri kuningan di kawasan sentra industri kuningan Ngawen, terdapat keluhan-keluhan yang timbul akibat aktivitas kerja. Keluhan yang muncul berupa kaki kesemutan, pegal-pegal pada bagian leher, lengan, dan pinggang. Responden mengungkapkan bahwa keluhan tersebut dikarenakan akibat sarana dan fasilitas kerja yang digunakan pada saat sekarang kurang mendukung (Gambar 1). Permasalahan lain yang teridentifikasi adalah sistem kerja yang digunakan masih tradisional yang dilakukan secara turun temurun mengakibatkan jumlah hasil produksi yang rendah. Pengetahuan tentang keselamatan kerja serta kesadaran tentang penerapan sistem kerja yang menggunakan kaidah ergonomi mempengaruhi pada pada kenyamanan, keamanan, efektivitas, dan efisiensi kerja.

Penelitian bertujuan untuk merancang ulang stasiun kerja dan sarana kerja di industri kerajinan kuningan Ngawen untuk memperoleh produk dengan kualitas dan kuantitas yang tinggi. Dari hasil redesain ini diharapkan dapat menciptakan sistem kerja yang nyaman, aman, sehat, efektif, dan efisien dengan pendekatan *Human Centered Design*. *Human Centered Design* (HCD) adalah suatu metode perancangan yang didasarkan pada penggunaannya. Metode HCD akan menuntun proses perancangan dengan analogi bahwa

produk akan bertemu dengan keinginan dan kebutuhan pengguna. Dengan harapan, pengguna akan memperoleh kenyamanan, kepuasan dan kemudahan terhadap produk yang dihasilkan sehingga akan meningkatkan produktivitas.



Gambar 1. Kondisi pekerja saat membuat kerajinan kuningan

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di sentra industri kuningan Ngawen, Sidokarto, Godean, Sleman, Yogyakarta. Obyek yang menjadi fokus utama dari penelitian ini adalah postur kerja pada aktivitas proses penyatuan dan pelubangan model malam (*wax*), pembuatan tanjuk dan gantungan model malam (*wax*) yang disesuaikan dengan kondisi yang ada. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana bekerja agar mendapatkan sikap kerja dengan postur kerja yang nyaman bagi pekerja industri kuningan dan merancang sarana/fasilitas alat bantu kerja yang ergonomis dengan pendekatan *Human Centered Design*. Tujuan dari permasalahan tersebut yaitu mengevaluasi postur kerja operator agar diperoleh usulan perbaikan kerja, merancang sarana/fasilitas yang ergonomis sesuai kebutuhan kerja dan antropometri pekerjanya, dan mengevaluasi kondisi kerja sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan postur kerja dengan implementasi perancangan alat.

Langkah awal yang dilakukan adalah pengolahan data dengan mengumpulkan data kuesioner pendahuluan. Dalam penelitian ini yang menjadi populasi adalah seluruh pekerja di kawasan sentra industri kuningan Ngawen yang berjumlah 28 orang dari 17 tempat/industri. Kuesioner ini berupa data diri responden, kuesioner keadaan dan lingkungan fisik kerja, dan kuesioner biomekanis responden.

Selanjutnya akan dilakukannya perancangan sarana/fasilitas kerja berdasarkan pendekatan antropometri yang terdiri dari pernyataan misi, spesifikasi produk, dan konsep rancangan. Pernyataan misi memuat hal detail mengenai asumsi yang mendasari operasional produk. Spesifikasi produk memberikan uraian mengenai produk bekerja dari kebutuhan pelanggan menjadi kebutuhan teknik. Adapun konsep rancangan dalam bentuk *prototype* menggunakan *software solidworks ver.2013*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil wawancara dan pengolahan kuesioner pendahuluan serta kuesioner *nordic*. Sebagian responden mengalami keluhan keadaan lingkungan fisik kerja, keluhan biomekanis dan keluhan sarana kerja yang menyebabkan ketidaknyamanan kerja. Tahap selanjutnya adalah pemilihan stasiun kerja yang akan dievaluasi. Tahap-tahap proses perancangan sarana/fasilitas alat bantu kerja yang dibuat berdasarkan pendekatan antropometri. Adapun satu dari dua stasiun kerja yang diimplementasikan perbaikan yaitu stasiun kerja penyatuan dan pelubangan model malam (*wax*) serta stasiun kerja pembuatan tanjuk dan gantungan model malam (*wax*) yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Aktivitas penyatuan dan pelubangan model malam



Aktivitas pembuatan tanjuk dan gantungan malam

Gambar 2. Stasiun kerja yang mengalami keluhan

Dari hasil pengamatan postur keadaan membungkuk dalam waktu yang lama, dapat menyebabkan keluhan. Oleh karena itu hasil kuesioner, observasi awal, dan wawancara yang dilakukan selanjutnya dibuat rancangan produk sesuai dengan kebutuhan aktivitas kerja. Perancangan sarana/fasilitas kerja berdasarkan pendekatan antropometri yang terdiri dari pernyataan misi, spesifikasi produk, dan konsep rancangan.

Rancangan produk yang dirancang berupa kursi dan meja dibuat berdasarkan kebutuhan yang dilakukan responden selama melakukan aktivitas kerjanya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Setelah dilakukannya implementasi perbaikan, diketahui bahwa telah terjadi penurunan keluhan. Hal ini dapat dilihat dari penurunan konsumsi energi rata-rata pekerja pada kondisi sesudah perbaikan menjadi lebih kecil daripada kondisi sebelum perbaikan. Selain itu waktu untuk membuat kerajinan juga mengalami penurunan, terutama pada stasiun kerja penyatuan dan pelubangan model malam (*wax*) yaitu dari 425,57 detik menjadi 294,51 detik dan pada stasiun kerja pembuatan tanjuk dan gantungan model malam (*wax*) dari 1058,36 detik menjadi 924,01 detik. Dari berbagai hasil yang telah diperoleh tersebut akan dapat dijadikan sebagai landasan perubahan untuk memperbaiki kondisi kerja yang ada saat ini sehingga tercipta suatu kondisi kerja yang aman, nyaman dan efektif.





Konsep produk penyatuan dan pelubangan model malam



Implementasi produk penyatuan dan pelubangan model malam

Gambar 3. Sarana kerja hasil perancangan penyatuan dan pelubangan malam



Konsep produk pembuatan tanjuk dan gantungan malam



Implementasi produk pembuatan tanjuk dan gantungan malam

Gambar 4. Sarana kerja hasil perancangan pembuatan tanjuk dan gantungan malam

Sarana/fasilitas proses penyatuan dan pelubangan model malam (*wax*) sesudah implementasi dirasa lebih nyaman dan aman sehingga mampu meningkatkan performa pekerjanya karena mampu merubah postur kerja yang semula duduk dilantai dengan fasilitas seadanya menjadi duduk di kursi dan melakukan pengerjaan di atas meja kerja sesuai kebutuh aktivitas kerjanya, sedangkan sarana/fasilitas proses mengukur serta membentuk gantilan/tanjuk dan memotong gantilan/tanjuk dirasa lebih efektif karena mampu merubah postur kerjanya yang semula melakukan aktivitas dengan membungkuk dengan meja kerja seadanya dan kursi duduk kecil menjadi duduk dikursi dengan adanya tambahan sandaran punggung serta berubahnya ukuran ketinggian dari meja kerja sebelumnya. Dari hasil implementasi rancangan produk di lapangan ternyata juga mampu menurunkan tingkat konsumsi energi yang dibutuhkan saat melakukan aktivitas produksinya.

## KESIMPULAN

Hasil proses pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Stasiun kerja sebelum perancangan melakukan aktivitas kerja masih menunjukkan adanya postur kerja yang tidak nyaman dan aman
2. Rancangan sarana/fasilitas alat bantu kerja berupa kursi dan meja kerja dibuat berdasarkan kebutuhan yang diperlukan responden selama melakukan aktivitas kerjanya. Melalui hasil perubahan yang dapat diwujudkan tersebut bahwa kedua rancangan produk pada kedua proses kerja tersebut lebih layak untuk dibuat dan digunakan dalam bekerja.
3. Perbaikan sarana kerja sesudah dilakukan implementasi perbaikan dapat ditunjukkan adanya perubahan kondisi kerja yang lebih baik. Hasil perhitungan waktu proses dan pengukuran konsumsi energi sebelum perancangan dibandingkan perancangan sarana kerja yang baru mengalami penurunan. Penurunan ini berarti positif dikarenakan mampu mengurangi lamanya waktu kerja yang biasa dilakukan dan mampu mereduksi besarnya tingkat konsumsi energi yang biasanya dikeluarkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiatmika, I.P.G, 2006, Modifikasi Meja Kerja Menurunkan Beban Kerja Karyawan Kerajinan Logam di Kabupaten Tabanan Bali, *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Ergonomi III*, Teknik Industri, Universitas Trisakti, Jakarta
- Andewi, P.J, 1999, *Perbaikan Sikap Kerja dengan Memakai Kursi dan Meja Kerja yang Sesuai dengan Data Antropometri Pekerja dapat Meningkatkan Produktivitas Kerja dan Mengurangi Gangguan sistem Musculoskeletal*, Thesis Magister, Pascasarjana Universitas Udayana, Denpasar, Bali.
- Freivalds, A., 2010, *Introduction to Work Design*, <http://www.learningace.com/>, diakses pada 27 September 2015.
- Manuaba, A, 1998a, *Bunga rampai Ergonomi*, Vol. II, Program studi Ergonomi dan Fisiologi Kerja, Universitas Udayana, Denpasar.
- Sutalaksana,I.Z., Anggawisastra,R., dan Tjakraatmadja,J.H., 1997, *Teknik Tata Cara Kerja*, Jurusan Teknik Industri ITB, Bandung.
- Tarwaka, Bakri, S. H. A., dan Sudiajeng, L., 2004, *Ergonomi: Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Produktivitas*, UNIBA Press, Surakarta.
- Ulrich, K, T., and Eppinger, S.D., 2001, *Product Design and Development*, Terjemahan, Salemba Teknika, Jakarta
- Wibawa, T, 2009, Perancangan Stasiun Kerja pada Industri Emping Melinjo dengan Pendekatan *Human Centered Design (HCD)*, *Jurnal Optimasi Sistem Industri, Teknik Industri*, UPN “Veteran” Yogyakarta (dalam proses penerbitan).



Lucitasari, D.R., dan Wibawa, T, 2016, Evaluasi Sistem Kerja di Industri Kerajinan Batik Kayu Sanggar Arjuna Desa Krebet Pajangan Bantul dengan Pendekatan Macroergonomic Analysis and Design, *Jurnal OPSI Optimasi Sistem Industri, Teknik Industri*, UPN “Veteran” Yogyakarta Volume 9, Nomor 2, Desember 2016.

# STUDI SINTESIS DAN PEMILIHAN POLIMER UNTUK PROSES PEROLEHAN MINYAK TAHAP LANJUT

Suranto<sup>1,\*</sup>, Ratna Widyaningsih<sup>1</sup> dan Putri Restu Dewati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Jurusan Teknik Perminyakan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

<sup>2</sup>) Jurusan Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
Jln. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta 55283.

\*) Corresponding author, e-mail: [su\\_ranto@upnyk.ac.id](mailto:su_ranto@upnyk.ac.id)

## Abstrak

Polimer adalah salah satu bahan kimia yang digunakan sebagai agen kontrol mobilitas dalam perolehan minyak tahap lanjut (*EOR*). Namun dalam injeksinya, mendapati kendala-kendala seperti kehilangan konsentrasi polimer yang dapat dideteksi dari fluida produksi. Kehilangan konsentrasi polimer yang mengakibatkan turunnya viskositas, membuat efisiensi penyapuan menjadi berkurang. Kehilangan polimer ini bergantung pada jenis polimer dan karakteristiknya, kondisi reservoir dan reaksi kimia antara batuan dan fluida injeksi.

Pemilihan polimer yang layak digunakan sebagai langkah awal *screening* untuk keberhasilan perolehan minyak tahap lanjut perlu dilakukan. Sintesis polimer dilakukan untuk mendapatkan polimer yang sesuai dengan tujuan dan rencana penelitian. Menguji karakteristik dari hasil sintesis polimer yang dipengaruhi oleh salinitas, pH dan temperatur.

Di laboratorium pengujian dilakukan dengan memvariasikan kondisi temperatur, share rate, pH dan salinitas. Bahan dasar dari polimer yang diuji adalah polyacrylamide (PAM). Hydrolyzed polyacrylamide (HPAM) dibuat untuk menstabilkan larutan terhadap suhu. Viskosititas HPAM pada kondisi temperature 40oC masih memperlihatkan kondisi stabil dengan salinitas lebih dari 5000 ppm. Sedangkan pada salinitas kurang dari 5000 ppm, kondisi viskositas tidak stabil pada share rate lebih dari 100 (1/detik). Pada semua kondisi, Polimer yang terbuat dari HPAM, sangat sensitive terhadap salinitas. Sedangkan parameter pH sedikit berpengaruh terhadap viskostas.

**Keywords:** Polimer, Polyacrylamide, PAM, Hydrolyzed Polyacrylamide, HPAM.

## 1. Pendahuluan

Polimer sering digunakan dalam kegiatan industri perminyakan untuk water shutoff, hydraulic fracturing, hingga injeksi kimia dalam proses perolehan minyak tahap lanjut (*EOR*). Jenis polimer yang biasa digunakan yaitu jenis polimer sintetik (*polyacrylamide*) dan jenis biopolimer (*guar* dan *xanthan gum*).

Dalam injeksi polimer banyak ditemui tantangan yang harus dihadapi yaitu kesesuaian jenis polimer dengan kondisi reservoir, metode injeksi polimer dan penentuan jumlah polimer yang dibutuhkan dalam proses *EOR*. Kondisi reservoir yang dimaksud adalah salinitas reservoir, temperatur reservoir, pH dan reaksi polimer dengan senyawa-senyawa yang terkandung dalam batuan dan air formasi. Sedangkan penentuan jumlah polimer yang dibutuhkan lebih kompleks lagi. Penentuan konsentrasi polimer yang terkait dengan rheologinya perlu dikaji. Secara volumetris, volume injeksi larutan polimer yang diperlukan dapat dihitung dengan mempertimbangkan desain pore volume injeksi. Namun, kehilangan polimer selama proses injeksi juga berperan penting dalam keberhasilan proses

EOR karena secara teknis larutan pendesak kehilangan kemampuannya dalam mendesak selain pertimbangan faktor ekonomi.

Kehilangan polimer dapat disebabkan adsorpsi batuan, perangkap mekanik dan retensi hidrodinamik. Proses adsorpsi polimer oleh batuan dianggap proses yang tidak terelakkan dan dikurangi (Szabo,1970, Lakatos et.al 1979, Gramain dan Myard 1981). Hal itu memerlukan volume air yang banyak untuk melepaskan adsorpsi. Sedangkan (Willhite dan Dominguez, 1977) menyatakan bahwa retensi polimer banyak diakibatkan oleh molekul polimer yang besar terperangkap didalam pori batuan yang sangat kecil.

Dalam pengambilan minyak tahap lanjut (EOR), penggunaan air sebagai bahan injeksi akan menyebabkan terjadinya fenomena air mengalir terlebih dahulu daripada minyak, dan minyak keluar secara tidak merata. Polimer dapat digunakan untuk meningkatkan viskositas air yang berperan dalam mendorong dan mendesak minyak agar dapat terangkat secara maksimal.

Polimer yang dibutuhkan sebagai agen perolehan minyak tahap lanjut adalah polimer yang mampu menjaga viskositasnya dalam kondisi reservoir. Beberapa syarat polimer yang harus dipenuhi sebagai agen pendesak dalam EOR adalah:

- Larut dalam air
- Viskositas tinggi pada konsentrasi rendah
- Ketahanan terhadap temperatur yang baik
- Ketahanan terhadap salinitas
- Kestabilan mekanik

Saat ini ketersediaan polimer sebagai agen EOR di Indonesia masih sangat tergantung pada produk impor. Sebenarnya beberapa penelitian tentang polimer telah dilakukan di Indonesia, tetapi hasilnya masih dirasa belum bisa menggantikan produk polimer dari luar negeri dilihat dari segi kualitas kinerjanya. Oleh karena itu studi tentang polimer harus tetap dilakukan untuk mendapatkan produk polimer yang tidak kalah dengan produk-produk polimer dari luar negeri.

## **2. Metode Penelitian**

### **2.1. Bahan yang digunakan**

Bahan yang digunakan berupa Monomer Akrilamid, Kalium Persulfat, Natrium Hidroksida, Metanol, Aquadest.

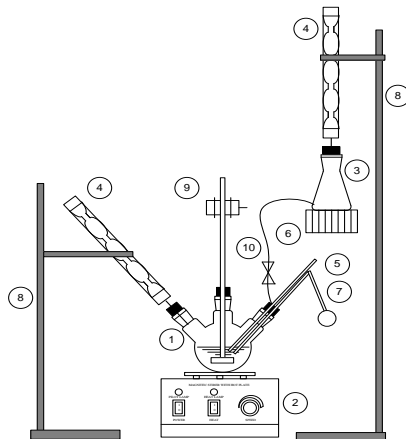
### **2.2. Sintesis Polimer**

#### **2.2.1. Pembuatan PAM**

Melarutkan sejumlah monomer akrilamida ke dalam aquades, kemudian menambahkan Natrium Hidroksida ke dalam labu leher tiga untuk mengatur pH larutan menjadi basa (sekitar 8). Memanaskan larutan sampai suhu tertentu serta menghidupkan pengaduk (dijaga agar kecepatannya tetap). Memasukkan sejumlah tertentu inisiator kalium persulfat ketika suhu reaksi telah dicapai. Saat ini dianggap  $t=0$ . Mengaduk selama waktu tertentu dan hasilnya akan diperoleh larutan PAM yang berupa gel. PAM kemudian dipungut dengan penambahan metanol. Setelah penambahan metanol, PAM akan menjadi endapan putih yang kemudian disaring dengan kertas saring lalu dihilangkan sisa metanolnya dengan dipanaskan di dalam oven sampai didapatkan berat PAM konstan.

### 2.2.2. Pembuatan HPAM

Padatan PAM dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang telah berisi larutan NaOH 0,5M sebanyak kemudian pemanas dan motor pengaduk dinyalakan pada skala tertentu. Suhu dijaga konstan dan proses dijalankan selama waktu tertentu terhitung sejak padatan PAM larut sempurna. Hasilnya akan diperoleh larutan HPAM. HPAM kemudian dipungut melalui penambahan metanol. HPAM akan menjadi endapan putih yang kemudian disaring dengan kertas saring lalu dihilangkan sisa metanolnya dengan dipanaskan dalam oven hingga berat HPAM konstan.



Keterangan:

1. Labu Leher tiga
2. Magnetic hot plate stirrer
3. Erlenmeyer
4. Condensor
5. Thermometer
6. Heater
7. Pipette ball for sampling
8. Statif dan klem
9. Statif dan klem
10. Valve

Gambar 1. Alat Percobaan

### 2.2.3. Uji Viskositas

Viskositas diukur dengan Viscometer Brookfield, dengan variasi temperatur ( $29,4^{\circ}\text{C}$  dan  $40^{\circ}\text{C}$ ), konsentrasi polimer (10000ppm dan 5000ppm) serta salinitas (0 ppm dan 1000 ppm).

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Sintesis PAM, HPAM

Hasil sintesis PAM dan HPAM adalah sebagai berikut:

Berat Monomer Akrilamid (g)	Berat PAM (g)	Berat HPAM-1 (g)
7,5	8,15	18,5
7,5	9,28	18,5
7,5	4,76	18,5

PAM yang terbentuk memiliki berat molekul 66255,66 gram/mol.



Gambar 2. PAM hasil sintesis (a) belum dioven (b) sudah dioven



Gambar 3. HPAM hasil sintesis (a) belum dioven (b) sudah dioven

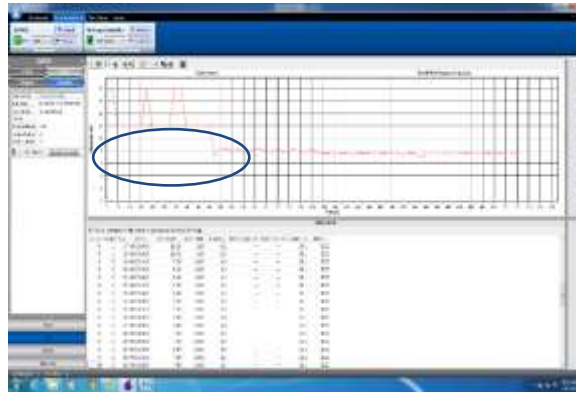
### 3.2. Pengukuran Viskositas

Produk HPAM diuji viskositasnya konsentrasi larutan HPAM 10000 ppm tanpa salinitas, HPAM 5000 ppm tanpa salinitas, konsentrasi HPAM 10000 ppm salinitas 10000 ppm, HPAM 5000 ppm salinitas 1000 ppm (dapat dilihat pada Gambar 4). Tampak pada gambar bahwa larutan-larutan tersebut jernih yang menunjukkan bahwa larutan homogen. Pada konsentrasi HPAM 1000 ppm dengan salinitas 10.000 ppm pun tampak jernih. Kejernihan merupakan salah satu kriteria dalam uji kelayakan larutan polimer sebagai agen EOR.



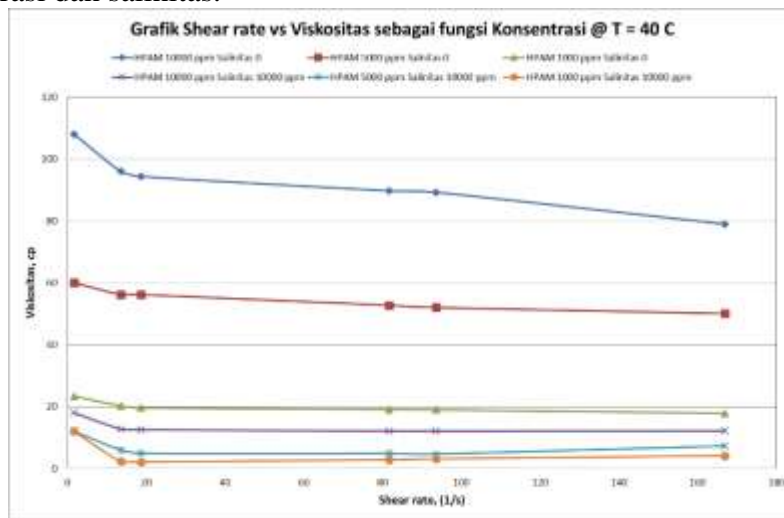
Gambar 5. Larutan HPAM 500 ppm dan 10000 ppm pada salinitas 0 dan 10000 ppm

Variasi temperatur yang dilakukan yaitu suhu 29,4 °C dan 40 °C. Pengukuran viskositas menggunakan **Brookfield Viscometer DV3TLV** dengan software **Rheocalc**. Berikut adalah salah satu contoh hasil *screenshot* dari software Rheocalc selama pengukuran. Harga viskositas yang diambil adalah harga pada saat pengukuran stabil (ditandai garis biru).

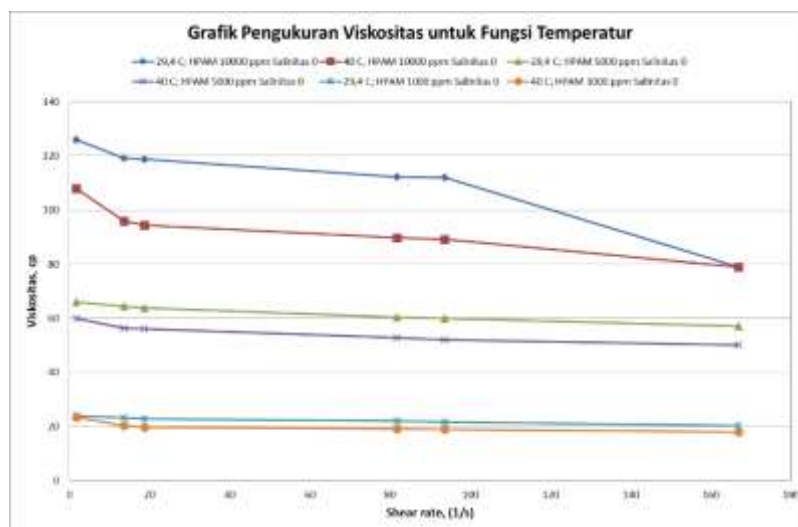


Gambar 6. Contoh Hasil *Screenshot* dari Software Rheocalc

Hasil pengukuran viskositas terhadap perubahan shear rate pada temperatur 40 °C, dengan variasi konsentrasi dan salinitas.



Gambar 7. Hasil Pengukuran Viskositas HPAM pada Temperatur 40°C untuk Salinitas 0 dan 10.000 ppm



Gambar 8. Hasil Pengukuran Viskositas HPAM pada Temperatur 29,4°C dan 40°C.

#### 4. Kesimpulan

Dari uraian tersebut diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Variasi suhu terhadap HPAM dikisaran konsentrasi 500 hingga 1000 ppm tidak begitu berpengaruh pada viskositas larutan. Sehingga hal ini bisa dijadikan acuan dalam proses injeksi polimer di lapangan.
2. Pada share rate lebih tinggi dari 80 l/detik, peningkatan kadar salinitas sangat berpengaruh pada penurunan viskositas, sehingga dalam operasi dilapangan, laju injeksi tidak boleh terlalu tinggi.
3. Kenaikan kadar salinitas untuk larutan HPAM, akan menurunkan harga viskositas tetapi akan menstabilkan larutan terhadap share rate.

#### Daftar Pustaka

- Dominiquez, JG., Willhite, GP**, 1976, Retention and Flow Characteristics of Polymer Solution in Porous Media, SPE-5835
- Dewati, P.R.**, 2008, Pengendapan Poliakrilamid dalam Berbagai Pelarut, Laporan Penelitian, Laboratorium Teknologi Polimer Tinggi, Jurusan Teknik Kimia, UGM, Yogyakarta
- F. D. Martin and Nancy S. Sherwood**, The Effect of Hydrolysis of Polyacrylamide on Solution Viscosity, Polymer Retention and Flow Resistance Properties, 1975, ,CalgonCorp, Societyof Petroleum engineers
- Friedmann, Francois**, 1985, Surfactant and Polymer Losses During Flow Characteristics of Polymer Solutions in Porous Media, SPE-11779
- FD Martin**, 1975, The Effect of Hydrolysis of Polyacrylamide on Solution Viscosity, Polymer Retention and Flow Resistance Properties, SPE-5339-MS
- Gouyin Zhang, Seright R S**, 2013, Effect of Concentration on HPAM Retention in Porous Media, SPE-166265
- H. Zhao, P. Zhao, Q. Wang, H. Chen, S. Zhang**, 2004, Using Gel Prepared by Associating Polymer to Control Conformance in High Temperature and High Salinity Reservoirs, Canadian International Petroleum Conference
- J.Xu, W.P. Zhao, C. X. Wang, Y. M. Wu**, 2010, Preparation of cationic polyacrylamide by aqueous two-phase polymerization, eXPRESS Polymer Letters Vol.4, No.5
- James J Sheng**, 2010, Modern Chemical Enhanced Oil Recovery, Gulf Professional Publishing
- Kamath, S.R., and Proctor, A.**, 1998, Silica gel from rice hull ash: preparation and characterization, Cereal. Chem., 75(4), 484-487.
- L. B. Romero-Zerón, S. Ongsurakul , L. Li & B.Balcom**, 2009, Visualization of Mobility-Control by Polymer Waterflooding through Unconsolidated Porous Media using Magnetic Resonance Imaging, 2009, Petroleum Science and Technology
- Levitt, David B., Pope, Garry A.**, 2008, Selection and Screening of Polymers for Enhance Oil Recovery, SPE-113845
- M Sivanantham, and Bvrtata**, 2012, Swelling/deswelling of polyacrylamide gels in aqueous NaCl solution: Light scattering and macroscopic swelling study, PRAMANA- Journal of Physics

- M. Ebrahim Zeynali, Ahmad Rabii\***, and Habibollah Baharvand, 2004, Synthesis of Partially Hydrolyzed Polyacrylamide and Investigation of Solution Properties (Viscosity Behaviour), Iranian Polymer Journal 13 (6),
- Mamdouh T. Ghannam**, 1998, Rheological Properties of Aqueous Polyacrylamide/NaCl Solutions, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 72
- Martin, FD., Sherwood, Nancy S.**, 1975, The Effect of Hydrolysis of Polyacrylamide on Solution Viscosity, Polymer Retention and Flow Resistance Properties, SPE-5339
- Mezzomo, R.F. et al**, 2002, A New Approach to the Determination of Polymer Concentration in Reservoir Rock Adsorption Test, SPE-75204
- Nararya, D.**, 2005, Polimerisasi Akrilamid Dengan Pelarut Aquadest dan Inisiator Kalium Persulfat pada Kondisi Basa.
- P. Harsha Mohan and Ranjini Bandyopadhyay**, 2008, Phase behavior and dynamics of a micelle-forming triblock copolymer system, Raman Research Institute, Bangalore 560080, INDIA
- Seright R.S.**, 2010, Stability of Partially Hydrolyzed Polyacrylamides at Elevated Temperatures in the Absence of Divalent Cations, SPE-121460
- Shuhui Wu, Robert A. Shanks**, 2002, Conformation of Polyacrylamide in Aqueous Solution with Interactive Additives and Cosolvents, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 89
- Veerabhadrappe, Santosh K**, 2011, Polymer Screening Criteria for EOR Application-A Rheological Characterization Approach, SPE-144570



# THE MOVEMENT OF LANDSLIDE BASED ON GEOLOGY AND GEODETIC DATA IN SUWIDAK AREA, BANJARNEGARA REGENCY, CENTRAL JAVA

Sugeng Rahardjo<sup>a\*</sup>, Eko Teguh Paripurno<sup>a</sup>, Joko Hartadi<sup>a</sup>, Dewi Oktavia Alfiani<sup>a</sup>, Megasari Widyastuti<sup>b</sup>, Muflichatul Mardziah<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Lecturer of Geological Engineering Department, University of Pembangunan Nasional “Veteran”, Yogyakarta

<sup>b</sup> Student of Geological Engineering Department, University of Pembangunan Nasional “Veteran”, Yogyakarta

\*sugengrhj58@yahoo.co.id

## ABSTRACT

Landslide disaster is one of the most occur disasters in Suwidak, Banjarnegara. Landslide is a recurring event and until now there is no suitable method to respond to the threat, so the preventive stage have not been maximized. According to the research that the movement of land in the area is very active but can not be known qualitatively or quantitatively the level of activity that can cause landslides. The long-term goal of this research is to make the landslide prone areas map.

There are two methods that used to achieve these purposes. The method that used to identificate landslide zoning in research area is geology and landscape morphology mapping. Meanwhile the second method to calculate the movement of the land using ground positioning observed over a period of time, analyzing the movement using parameter significance difference test, congruency test and point movement test.

Based on the geology and landscape morphology mapping, the slope in Suwidak are 30 - 70%, while the rock type are interbedded shale and calcareous sandstones from Rambatan Formation. Geological structure that found is right slip fault (Rickard, 1972), with strike and dip of fault is N 310°E/78°. Angle of direct shear is 10° with safety factor value is 0.868 included into the unstable class. Those factors related with the result of movement that measured with GPS geodetic. Based on the result indicate that the measurement point was move from first periode to third periode measurement.

**Keywords:** *landslide, geology, geodetic, suwidak, banjarnegara*

## 1. INTRODUCTION

From data of National Coordination Board for Disaster Management, from 1998 to mid 2003, there have been 647 incidents of disaster in Indonesia, where 85% of the disaster is flood and landslide (Marwanta 2003). From the description shows that landslide is a natural disaster that is very threatening and important to note after the flood, because the frequency of the incident and the number of casualties caused significant. Given that some places in Banjarnegara regency, Central Java is an area that has a high potential of land movement (Djadja et al, 2009), it is necessary to study a study of potential mass movement of the land. The area that will be the area of investigation can be seen in Figure 1. Based on the data of Banjarnegara regency it is known that the area is a densely populated area and residential area. *On November 6, 2016, there was a landslide disaster in Suwidak, Banjarnegara.* The direction of landslide that occurred in Suwidak is N 210°E. This landslide occurred in the area of the old cracks (2008), due to high rainfall (heavy rain for approximately 5 hours) then the land move continuously. The catastrophic effect caused 13 houses to be severely damaged and destroyed, 31 houses and 3 public facilities are threatened.

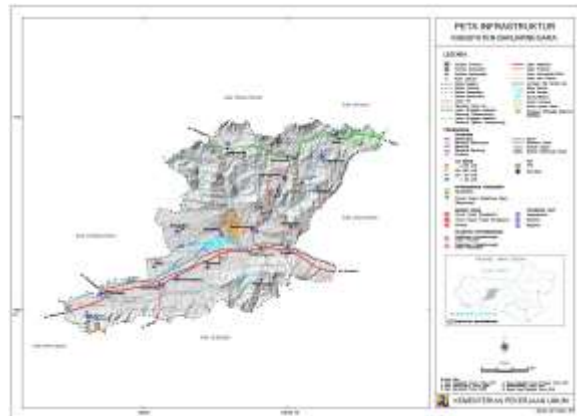


Figure 1. Map of Infrastructure District of Banjarnegara 2012 (source: Ministry of Public Works)

## 2. METHODOLOGY

Activities undertaken at the primary data collection stage are mapping of surface geology with a scale of 1: 20000, from April - July. Details of activities include:

1. Geomorphological observations
2. Lithology and geology structure observations.
3. Direct shear test to identificate the angle of direct shear and safety factor value.
4. Observation and geodetic measurements to determine the movement of the land.
5. Documentation, making of tracking map & location of observation.
6. Analysis of land movement with geodetic measurements.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

The river pattern in this area is rectangular pattern, it means that this area controlled by joint and fault. This research area divide into two landform, structural and volcanic landform. The angle of slope calculated with formula and then classified with Van Zuidam clasification of slope (1983). Based on clasification of slope by Van Zuidam (1983), the slope in Suwidak are 30 - 70% and can classified into steep slope (**Figure 2**).

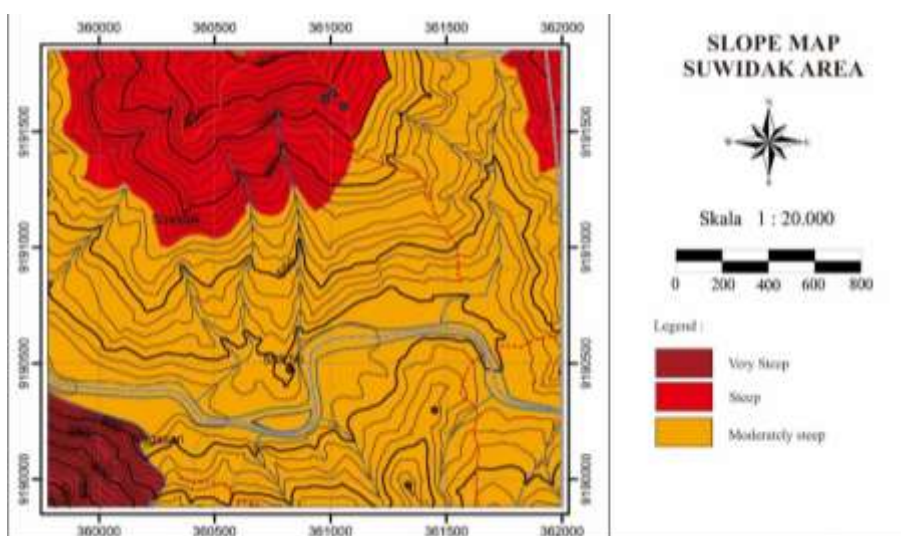


Figure 2. Slope Map Suwidak Area

Stratigraphy in research area the oldest formation is Rambatan Formation consist of interbedded calcareous sandstone and shale. Environment depositional of this formation is lower bathial, that deposited in Early – Middle Miosen. The sedimentology structure in this rock such as convolute, wavy lamination and parallel lamination. In north west of research area, found a Miosen diorite intrusion. In south east of research area, found the youngest formation consist of volcanic breccia from Tapak Formation. Environment depositional of this formation is upper neritic that deposited in Plistocen (**Figure 3**). The activities of geological structures observation included measurement of joint and fault. Geology structure that found in this area is right slip fault (Rickard, 1972), with strike and dip of fault is N 310°E/78°. The soil sampling in P6 point Suwidak Area use to identificate the angle of direct shear and safety factor value with direct shear test. The result from the test indicate that the sample has angle of direct shear 10° with safety factor value is 0.868 included into the unstable class (**Figure 4**).

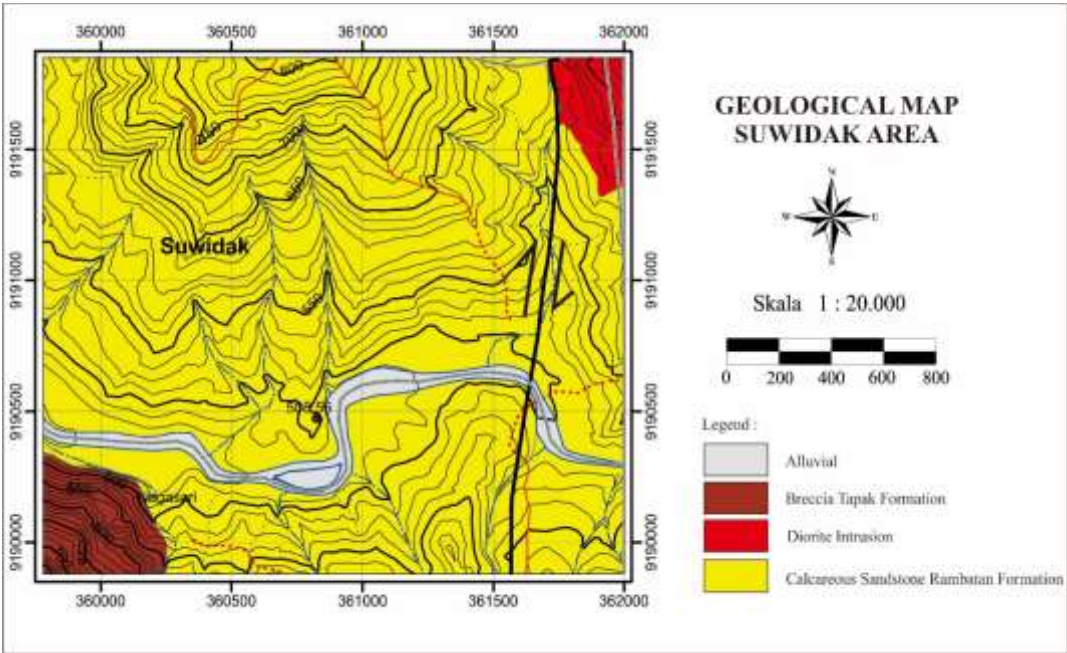


Figure 3. Geological Map

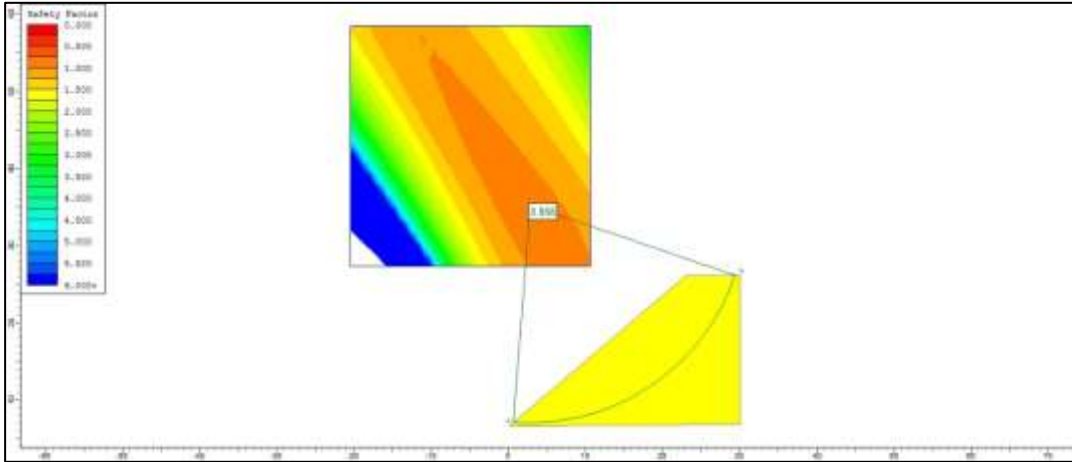


Figure 4. Safety factor value analysis

The results of the first X and Y estimates of the coordinates of X, Y and Z are shown in Table 1. In Table 2 the results of the second component estimate of X, Y, and Z and accuracy of second stage. In Table 3 shows the estimation results of X, Y, and Z components and accuracy of third stage. The first, second, and third stage coordinate estimation results were obtained from GPS Geodetic data processing using Geogenius software.

Table 1. 3D component values (X, Y, and Z) in the first stage and their standard deviations

POINTS	Xi (m)	Yi (m)	Zi (m)	$\sigma_{Xi}$ (mm)	$\sigma_{Yi}$ (mm)	$\sigma_{Zi}$ (mm)
P6	360974.9045	9191641.34	762.541	5.9	5.7	17.4
P7	361008.3442	9191664.067	767.066	5.8	5.4	14.7
P8	361056.4148	9191609.4	748.554	7.1	5.7	18.1

Table 2. 3D component values (X, Y, and Z) in the first stage and their standard deviations

POINTS	Xi (m)	Yi (m)	Zi (m)	$\sigma_{Xi}$ (mm)	$\sigma_{Yi}$ (mm)	$\sigma_{Zi}$ (mm)
P6	360974.922	9191641.334	762.581	4.8	4.3	13.9
P7	361008.338	9191664.076	767.104	7.8	8.5	16.4
P8	361056.413	9191609.474	748.494	6.2	4.1	12.7

Table 3. 3D component values (X, Y, and Z) in the first stage and their standard deviations

POINTS	Xi (m)	Yi (m)	Zi (m)	$\sigma_{Xi}$ (mm)	$\sigma_{Yi}$ (mm)	$\sigma_{Zi}$ (mm)
P6	360974.9361	9191641.341	762.563	2.7	3.3	6.4
P7	361008.3395	9191664.105	767.026	2.6	2.2	7.8
P8	361056.4809	9191609.453	748.583	4.9	3.7	10.9



Figure 3. Geodetic measurement in P6

In Table 4 show the value of horizontal and vertical movement and the direction of horizontal movement in the first stage to second stage. Table 5 shows the horizontal and vertical movement as well as the direction of horizontal movement in the second stage of the third stage. Table 6 shows the horizontal and vertical movement values as well as the direction of the horizontal movement in the first stage of the third stage. Further, in Fig. 3 to 5, we illustrate the magnitude and direction of the ground movement in Suwidak from the first stage of the second stage, second to the third stage, and the third in the third stage respectively. On the vertical value there is a negative value, it indicates that there has been a decrease in land, if a positive value means indicating an increase in land.

Table 4. Values and direction in first and second period of horizontal and vertical movement

POINTS	HORIZONTAL MOVEMENT (cm)	VERTICAL MOVEMENT (cm)	DIRECTION (...°)
P6	1.813891361	4	108.6147
P7	1.090240896	3.8	327.549
P8	7.52575182	-6	12.5478



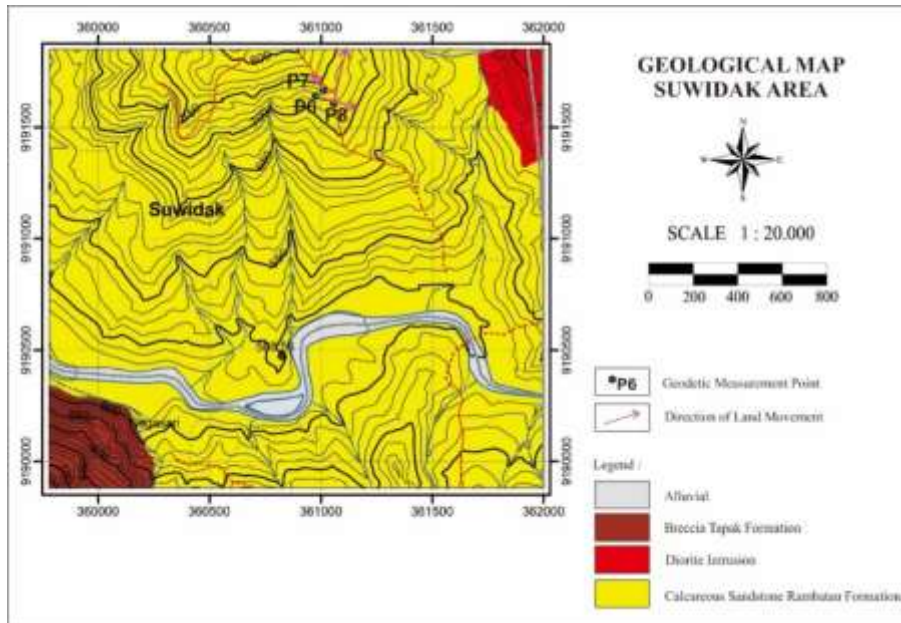


Figure 4. The value and direction of land movement in first and second period

Table 5. Values and direction in second and third period of horizontal and vertical movement

POINTS	HORIZONTAL MOVEMENT (cm)	VERTICAL MOVEMENT (cm)	DIRECTION (...°)
P6	1.591578129	-1.8	64.706907
P7	2.828338917	-7.8	2.33028356
P8	5.37760285	8.9	112.339569

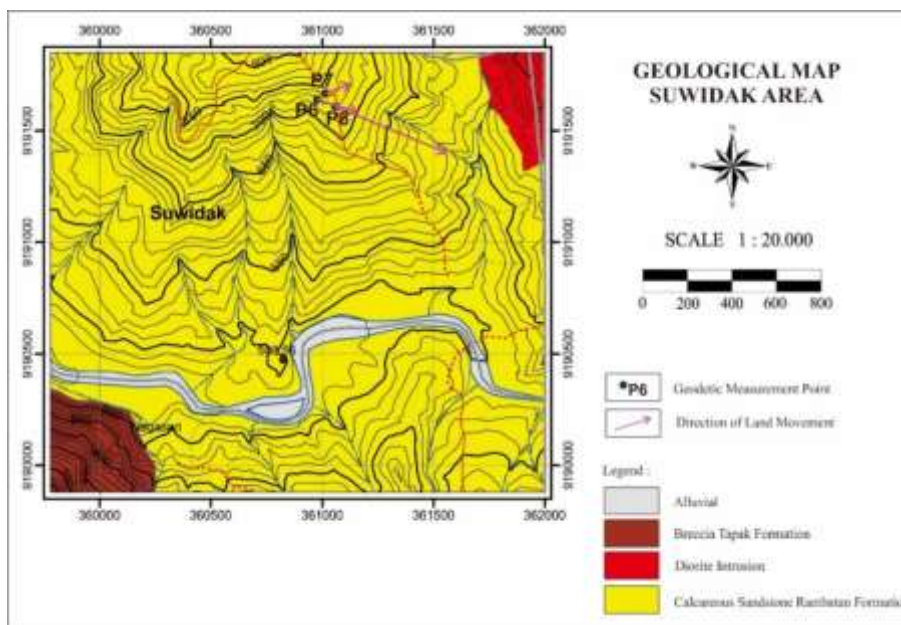
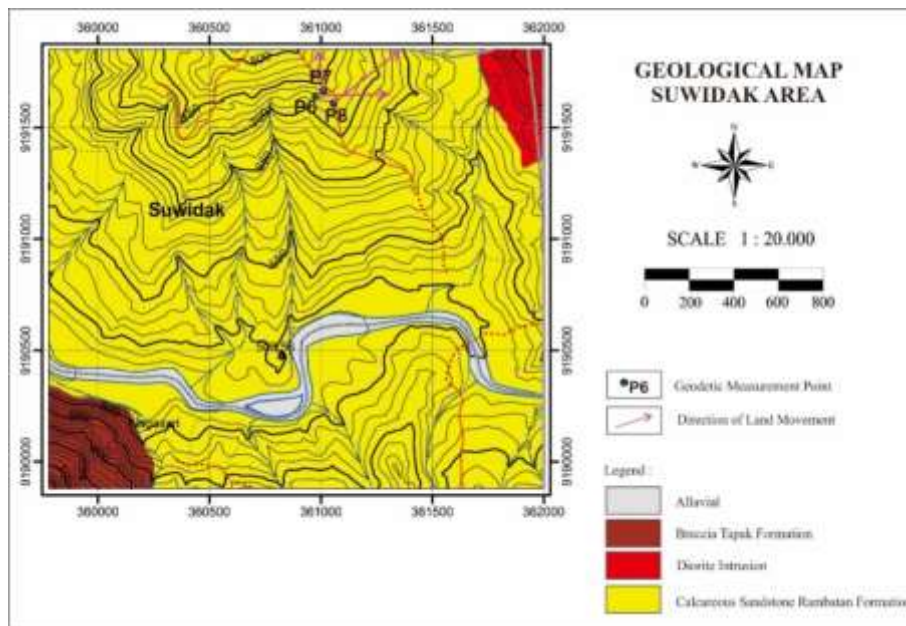


Figure 5. The value and direction of land movement in second to third period

Table 6. Values and direction in first and third period of horizontal and vertical movement

POINTS	HORIZONTAL MOVEMENT (cm)	VERTICAL MOVEMENT (cm)	DIRECTION (...°)
P6	3.159614689	2.2	88.16817
P7	3.775369768	-4	352.8486
P8	8.472902896	2.9	51.26204



1.1  
Figure 6. The value and direction of land movement in first and third period

Based on analysis, the slope in Suwidak classified as steep slope (Van Zuidam, 1983) and from direct shear test has safety factor value is 0.868 included into the unstable class (Bowles, 1991). Also lithology and geological structure is an important factor that affect slope stability in research area. Mass movement in research area happened in fine grain lithology (interbedded calcareous sandstone and shale) and affected by strike slip fault. Those factors related with the result of movement that measured with gps geodetic. Based on the result indicate that the measurement point was move from first periode to third periode. The farthest movement is last period with distance P6 3.2 cm, P7 3.7 cm, and P8 8.5 cm.

## 4. CONCLUSION AND RECOMMENDATION

### 4.1. CONCLUSION

Every period of measurement has different distance and direction of land movement. The farthest movement is the last period of measurement, because the measurement did after rainy season. Beside of rain and lithology, the other factor is vegetation. This area is dominated with salak farm and moor that have fibrous root.

## 1.2 4.2. RECOMMENDATION

- Geodetic measurements are required when the land conditions after rain.
- It needs information from other fields such as, physical status, material properties, stress, and load relationships so that the results obtained are accurate.

## REFERENCES

- Abidin, H. Z., Andreas, H., Gamal, M., Sadarviana, V., Darmawan, D., Surono, Hendrasto, M. and Suganda, O. K. (2007) Studying Landslide Displacements in the Ciloto Area (Indonesia) Using GPS Surveys, *Journal of Spatial Science, Mapping Science Institute Australia*, Vol. 52, No. 1. Website: [http://www.mappingsciences.org.au/journal/june\\_07.html](http://www.mappingsciences.org.au/journal/june_07.html)
- Bowles, Joseph E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Erlangga: Jakarta.
- Rickard, M.J. 1972. Fault Classification Discussion: *Geological Society of America Bulletin*, vol. 83, hal. 2545-2546.
- Rizos, C., 1997, "Principles and Practice of GPS Surveying". The School of Geomatic Engineering, The University of New South Wales, Sydney, Australia.
- Van Zuidam, R.A. 1979. *Terrain Analysis and Classification using Aerial Photographs: A Geomorphological Approach ITC*, Text Book.



## **PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KERUSAKAN TANAMAN BAWANG MERAH PADA BERBAGAI PERLAKUAN PEMUPUKAN**

R.R. Rukmowati Brotodjojo\* & Dyah Arbiwati  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
Jl. SWK 104 Condong Catur, Yogyakarta

\*Penulis korespondensi, E-mail: [brotodjojo@upnyk.ac.id](mailto:brotodjojo@upnyk.ac.id)

### **ABSTRACT**

This research aimed to study the growth and plant damage intensity of red onion under different dose of own formulated granular organic fertilizer application in comparison to inorganic fertilizer. The field experiment was set in a Randomized Completely Block Design. The treatments were various doses of granular organic fertilizer (10 ton/ha; 20 ton/ha; 30 ton/ha) and control using recommended doses of inorganic fertilizers. Red onions were planted in field with treatment according to the experimental design, each treatment were repeated six times. The results showed that from 4 weeks after planting to 11 weeks after planting (wap), the height and number of red onion leaves did not significantly affected by the use of granular organic fertilizer or inorganic fertilizers (control). Different doses of granular organic fertilizer did not significantly affect the height of red onion and number of onion leaves. The plant damage intensity from 4 wap until 10 wap did not significantly affected by different use of fertilizer. At the age of 11 wap, plants treated with inorganic fertilizers had significantly higher plant damage intensity than those treated with granular organic fertilizer. This suggests that for red onion cultivation granular organic fertilizer can be used to replace the application of inorganic fertilizer and resulted in lower the plant damage.

Keywords: granular organic fertilizer, inorganic fertilizer, red onion, yield, plant damage.

### **Pendahuluan**

Bawang merah merupakan salah satu sayuran penting di Indonesia. Pada tahun 2015 produksi bawang merah 1.229.184 ton dari luas panen sebesar 122.126 ha dengan produktivitas 10,06 ton/ha, pada tahun 2016 luas panen menjadi 149.635 ha dengan produksi sebesar 1.446.860 ton, terjadi penurunan produktivitas menjadi 9,67 ton/ha (Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2016). Bawang merah merupakan prioritas pertama komoditas yang dikembangkan untuk menjaga stabilitas pasokan serta meningkatkan daya saing dan ekspor. Sasaran luas tanam bawang merah pada tahun 2017 adalah 150,900 ha (Direktur Jenderal Hortikultura, 2017).

Salah satu kendala dalam peningkatan produksi bawang merah adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Luas serangan OPT pada tanaman bawang merah pada tahun 2016 adalah 6581,7 ha. Organisme pengganggu tanaman utama bawang merah adalah ulat bawang, layu fusarium, trolol, anthracnose (Direktur Jenderal Hortikultura, 2017). Untuk mengatasi serangan OPT tersebut perlu dikembangkan teknologi pengendalian OPT yang ramah lingkungan.

Pada budidaya bawang merah secara konvensional petani menggunakan pupuk anorganik untuk menyediakan hara bagi tanaman dan menggunakan pestisida kimia untuk mengatasi serangan OPT. Penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus tanpa diimbangi dengan penggunaan bahan organik akan membuat tanah menjadi menurun kualitasnya karena tanah menjadi keras dan berkurang porositasnya. Selain itu terjadi penurunan kesuburan tanah dan kandungan hara mikro (Zhang *et al.*, 2008). Sementara itu

pemakaian pestisida kimiawi secara berlebihan dapat menimbulkan resistensi hama terhadap pestisida serta menimbulkan pencemaran lingkungan.

Dengan meningkatnya kesadaran orang akan penjagaan lingkungan dan tuntutan hidup sehat, maka dikembangkan pertanian organik. Produk pertanian organik lebih sehat karena dalam proses produksi menggunakan bahan-bahan alami dan tidak menggunakan input bahan kimia sintetis. Pada pertanian organik pengendalian OPT dapat menggunakan pestisida nabati. Salah satu tumbuhan yang dikembangkan menjadi pestisida nabati adalah nimba yang mengandung azadirachtin yang bersifat racun bagi serangga (Schmutterer, 1990).

Pupuk organik selain mengandung hara makro juga mengandung hara mikro. Penelitian menunjukkan penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan kesuburan tanah (Granstedt & Kjellenberg, 1997; Lazcano *et al.*, 2013). Penggunaan pupuk organik memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan pupuk anorganik. Hasil tanaman bawang merah yang diberi dengan pupuk kandang ayam, pupuk kandang kambing atau pupuk kandang sapi dengan dosis 20 ton/ha atau 40 ton/ha tidak berbeda nyata dengan tanaman yang diberi pupuk anorganik (Abdelrazzag, 2002; Yoldas *et al.*, 2011).

Pupuk organik dapat dibuat dari berbagai sisa tanaman, limbah peternakan, limbah dari agroindustri yang dikomposkan. Abu ketel merupakan limbah dari pabrik gula yang merupakan sisa pembakaran bagas (ampas tebu). Abu ketel mengandung beberapa unsur hara yang bermanfaat bagi tanaman antara lain 56.1% SiO<sub>2</sub>, 2.0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 4.9% K<sub>2</sub>O, 5% CaO, 2% SO<sub>3</sub>, 18% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 7.8% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and 1.8% MgO (Fredericci *et al.*, 2014). Silikat merupakan unsur bermanfaat yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap tekanan lingkungan dan meningkatkan efisiensi fotosintesis tanaman karena daun tumbuh lebih tegak (Savant *et al.*, 1999).

Dalam pelaksanaannya pertanian organik memperhatikan kesehatan dan kelestarian tanah, tanaman hewan dan bumi secara holistik (Mayrowani, 2012). Untuk menjaga kesehatan tanaman, pupuk organik yang diperkaya dengan abu ketel dan serbuk daun nimba dapat menyediakan unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman serta meningkatkan ketahanan tanaman dari serangan OPT. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh pemberian pupuk organik granul yang mengandung abu ketel dan serbuk daun nimba terhadap pertumbuhan dan tingkat kerusakan tanaman bawang merah akibat serangan hama.

### **Bahan dan Metode Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Kebun Tri Dharma Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Desa Bantengan, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul. Percobaan lapangan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktor tunggal dan diulang 6 kali. Ukuran petak per plot perlakuan 10 m x 20 m. Sebagai perlakuan adalah dosis pupuk organik granul 30 ton/ha, 20 ton/ha, 10 ton/ha dan kontrol menggunakan pupuk anorganik. Pupuk organik granul diformulasi sendiri dari kompos yang diperkaya dengan abu ketel dan serbuk daun nimba. Pada kontrol, pupuk anorganik diberikan sesuai dosis anjuran sebagai berikut waktu tanam urea: 47 kg/ha, ZA: 100kg/ha, SP36: 311kg/ha, KCl: 56 kg/ha; dua minggu setelah tanam: urea: 93 kg ha, ZA: 200 kg/ha, KCl: 112 kg/ ha; lima minggu setelah tanam: urea: 47 kg/ha, ZA: 100 kg/ha, KCl: 56 kg/ha.

Pupuk organik granul diberikan pada saat penyiapan bedengan yaitu dua minggu sebelum tanam. Bawang merah yang ditanam adalah varietas Biru. Bibit ditanam dua umbi per lubang tanam. Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman secara rutin dan penyiangan gulma. Pengendalian hama dan penyakit tidak dilakukan. Pengamatan tinggi tanaman,

jumlah daun dan intensitas kerusakan tanaman dilakukan setiap minggu mulai 4 minggu setelah tanam (mst) sampai 11 mst.

Intensitas kerusakan dihitung menggunakan rumus berikut:  $I = \frac{\sum(n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$

I= Intensitas kerusakan; n=Jumlah bagian tanaman dari kategori kerusakan; v=Nilai skala dari kategori kerusakan; N=Jumlah bagian tanaman yang diamati; Z=Nilai skala dari kategori kerusakan tertinggi. Nilai skala dari kategori kerusakan adalah sebagai berikut: 0=Tidak ada kerusakan; 1=Terdapat kerusakan 1-25%; 2=Terdapat kerusakan 26-50%; 3=Terdapat kerusakan 51-75%; 4=Terdapat kerusakan 76-100%.

Data hasil pengamatan dianalisis keragamannya dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan menggunakan *SPSS for Windows version 15* ( $\alpha=5\%$ ). Data persentase intensitas kerusakan sebelum dianalisis ditransformasi ke  $\text{Arcsin } \sqrt{x+1}$ .

### Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman bawang merah umur 4-11 mst yang diberi pupuk anorganik tidak berbeda nyata dengan tanaman yang diberi pupuk organik granul dosis 10 ton/ha, 20 ton/ha atau 30 ton/ha (Tabel 1 & 2). Hal ini menunjukkan bahwa pupuk organik granul dosis 10 ton/ha, 20 ton/ha atau 30 ton/ha dapat menyediakan unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman bawang merah setara dengan yang disediakan oleh pupuk anorganik. Pupuk organik mengandung unsur hara makro dan mikro yang ketersediaannya bagi tanaman tergantung dari bahan baku yang digunakan. Apabila terkompos sempurna pupuk organik mengandung unsur hara makro sebagai berikut N: 0-6% P: 0,25%, K: 0,20%, Ca: 3% dan Mg: 0,3% (A & L Canada Laboratories, 2017). Dengan penambahan abu ketel yang mengandung unsur hara makro dan mikro (Fredericci *et al.*, 2014) dapat menambah ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman bawang merah.

Tabel 1. Tinggi tanaman bawang merah umur 4-11 minggu setelah tanam (mst) pada berbagai perlakuan pemupukan (cm)

Perlakuan	4 mst	5 mst	6 mst	7 mst	8 mst	9 mst	10 mst	11 mst
POG 30 ton/ha	12±1 a	17±2 a	20±1 a	20±1 a	20±0 a	20±0 a	21±1 a	21±1 a
POG 20 ton/ha	14±1 a	18±1 a	21±1 a	23±1 a	23±1 a	23±1 a	23±1 a	23±2 a
POG 10 ton/ha	14±1 a	17±1 a	20±2 a	21±1 a	21±1 a	21±1 a	21±1 a	21±1 a
Pupuk Anorganik	16±1 a	18±0 a	20±1 a	20±1 a	22±0 a	22±1 a	22±1 a	22±2 a

Rerata yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata menurut uji jarak berganda Duncan ( $P \leq 0,05$ ). POG= Pupuk Organik Granul

Tabel 2. Jumlah daun tanaman bawang merah umur 4-11 minggu setelah tanam (mst) pada berbagai perlakuan pemupukan (helai)

Perlakuan	4 mst	5 mst	6 mst	7 mst	8 mst	9 mst	10 mst	11 mst
POG 30 ton/ha	16±1 a	17±1 a	17±1 a	22±2 a	22±3 a	18±2 a	16±1 a	16±1 a
POG 20 ton/ha	15±2 a	16±2 a	18±2 a	20±2 a	19±2 a	17±2 a	16±3 a	15±2 a

				23±2		20±0		15±0
POG 10 ton/ha	13±1 a	15±1 a	19±1 a	a	20±1 a	a	16±3 a	a
Pupuk				20±1		18±1		15±2
Anorganik	17±2 a	19±2 a	18±2 a	a	21±1 a	a	15±1 a	a

Rerata yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata menurut uji jarak berganda Duncan ( $P \leq 0,05$ ). POG= Pupuk Organik Granul.

Unsur hara makro NPK yang disediakan oleh pupuk organik maupun pupuk anorganik mempunyai fungsi yang sama. Unsur hara N dibutuhkan untuk mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman karena berperan dalam sintesa protein untuk pembentukan sel-sel tanaman (Lawlor, 2002). Unsur hara P diperlukan dalam pembentukan energi, sintesis asam nukleat, fotosintesis, glikolisis, respirasi, sintesis dan stabilitas membran, aktivasi/ inaktivasi enzim, reaksi redoks, metabolisme karbohidrat, dan fiksasi nitrogen (N) (Vance *et al.*, 2003). Kalium berperan dalam proses biokimia dan fisiologis yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan metabolisme tanaman. Kalium juga berfungsi untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan, antara lain seperti kekeringan, salinitas, hama dan penyakit (Wang *et al.*, 2013). Kalium membantu aktivasi enzim dan penyerapan nutrisi serta air dari tanah dan transportasi fotosintat dari daun ke jaringan tanaman yang lain (Marschner, 2012).

Tabel 3. Intensitas kerusakan tanaman bawang merah umur 4-11 minggu setelah tanam (mst) pada berbagai perlakuan pemupukan (%)

Perlakuan	4 mst	5 mst	6 mst	7 mst	8 mst	9 mst	10 mst	11 mst
POG 30 ton/ha	33±8 a	18±11 a	19±1 a	23±3 a	20±6 a	26±7 a	16±4 a	11±2 a
POG 20 ton/ha	28±4 a	18±3 a	25±1 a	22±8 a	23±5 a	21±3 a	21±4 a	14±2 ab
POG 10 ton/ha	16±9 a	27±11 a	26±3 a	34±4 a	26±10 a	25±6 a	25±2 a	21±2 b
Pupuk								
Anorganik	21±4 a	17±4 a	16±4 a	27±5 a	21±2 a	26±3 a	20±2 a	31±4 c

Rerata yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata menurut uji jarak berganda Duncan ( $P \leq 0,05$ ). POG= Pupuk Organik Granul.

Intensitas kerusakan tanaman bawang merah umur 4-10 mst tidak berbeda nyata antara tanaman yang diberi pupuk organik dosis 10 ton/ha, 20 ton/ha atau 30 ton/ha dengan tanaman yang diberi pupuk anorganik. Pada tanaman umur 11 mst tingkat tanaman yang diberi pupuk anorganik nyata lebih tinggi dari pada yang diberi pupuk organik 10 ton/ha, 20 ton/ha atau 30 ton/ha. Hal ini mungkin disebabkan pada umur 4-10 mst ketika tanaman pada tahap pertumbuhan vegetatif, semua tanaman mempunyai kemampuan yang sama untuk mengkompensasi kerusakan karena unsur hara NPK tersedia dalam jumlah mencukupi. Pada umur 11 mst, tanaman yang diberi pupuk anorganik karena adanya pupuk susulan mempunyai ketersediaan unsur hara N lebih tinggi dari pada yang diberi pupuk organik. Kandungan N yang tinggi pada tanaman yang diberi pupuk anorganik menyebabkan tanaman menjadi sukulen dan lebih disukai hama, sehingga pada tanaman tersebut tingkat kerusakan menjadi lebih tinggi. Penelitian sebelumnya menunjukkan populasi Aphids pada tanaman sawi yang diberi pupuk anorganik nyata lebih banyak dibanding sawi yang diberi pupuk organik (Brotodjojo & Arbiwati, 2016).

#### Ucapan Terimakasih.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana penelitian melalui hibah Penelitian Produk Terapan dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang mengelola dana hibah melalui Surat Tugas No. 89/UN62.21/LT/IV/2017.

### Daftar Pustaka

- Abdelrazzag, A. 2002. Effect of chicken manure, sheep manure and inorganic fertilizer on yield and nutrients uptake by onion. *Pak. J. Biol. Sci.*, 5: 266-268.
- A & L Canada Laboratories. 2017. Compost Management Program. A & Laboratories. Diunduh dari [www.alcanada.com](http://www.alcanada.com) pada 9 Agustus 2017.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2016. Produksi, Luas Panen dan Produktivitas Sayuran di Indonesia.
- Brotodjogo, R.R.R & Arbiwati, D. 2016. Effect of Application of Granular Organic Fertilizer Enriched with Boiler Ash and Neem Leaves Powder on Plant Resistance Against Insect Pests. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics* 6(4): 152-157.
- Direktur Jenderal Hortikultura, 2017. Program Hortikultura 2017. Disampaikan pada Rapat Koordinasi Nasional Ditjen Hortikultura Jakarta, 4 Januari 2017. Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Fredericci, C., Ett., G., Silva, G.F.B.L.E., Neto., J.B.F., Landgraf., F.J.G., Indelicato, R.L. & Ribeiro, T.R. 2014. An Analysis of Brazilian sugarcane bagasse ash behavior under thermal gasification. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 1(15): 1-9.
- Granstedt, A. & Kjellenberg, L. 1997. Long-Term Field Experiment in Sweden: Effects of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Fertility and Crop Quality. *Proceedings of an International Conference in Boston, Tufts University, Agricultural Production and Nutrition, Massachusetts* March 19-21.
- Lawlor, D.W. 2002. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. *J. Exp. Botany*, 53 (370): 773–787.
- Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., Revilla, P., & Jorge Domínguez, J. 2013. Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function - A field study with sweet corn. *Biol. and Fertility of Soils* 49, 723-733.
- Marschner, P. 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*, 3rd ed., Academic Press: London, UK, pp. 178–189.
- Mayrowani, H. 2012. Pengembangan Pertanian Organik di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi* 30 (2): 91 - 108
- Savant, N. K., Korndorfer, G. H., Datnoff, L. E. & Snyder, G. H. 1999. Silicon Nutrition and Sugarcane Production: A Review. *J. Plant Nutrition* 22 (12), 1853-1903.
- Schmutterer H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annu Rev Entomol.* 35:271-97.

- Vance, C.P., Uhde-Stone, C., & Allan, D.L. 2003. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist* 157: 423-447.
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q. & Guo, S. 2013. The Critical Role of Potassium in Plant Stress Response. *Intl. J Mol. Sci.* 14: 7370-7390.
- Yoldas, F., Ceylan, S., Mordogan, N. & Esetlili, B.C. 2011. Effect of organic and inorganic fertilizers on yield and mineral content of onion (*Allium cepa* L.). *Afr. J. Biotechnol.*, 10: 11488-11492.
- Zhang, H., Wang, B. & Xu, M. 2008. Effects of Inorganic Fertilizer Inputs on Grain Yields and Soil Properties in a Long- Term Wheat–Corn Cropping System in South China. *Comm. in Soil Sci. and Plant Anals.* 39, 1583-159

# APPLICATION OF ORGANIC MATTER AND BIOCHAR FOR GROWTH PADDY SOIL AT ENTISOL

Susila Herlambang<sup>1</sup>, AZ. Purwono Budi S<sup>1</sup>, Susanti Rina N<sup>2</sup>, and Heru Tri Sutiono<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture, <sup>2</sup> Faculty of Chemical, <sup>3</sup> Faculty of Economic.  
Universitas pembangunan nasional veteran yogyakarta, Jl. SWK 104 Ring Road,  
Yogyakarta, Indonesia

*Correspondence:* Susila Herlambang

Present address: Faculty of Agriculture, Universitas pembangunan nasional veteran yogyakarta, Jl. SWK 104 Ring Road, Yogyakarta, Indonesia. E-mail: [susilaherlambang@upnyk.ac.id](mailto:susilaherlambang@upnyk.ac.id) Phone : +62-818277027

## Abstrack

The Amelioran of organic matter and biochar is a material to repair soil damage and soil nutrient addition to improve soil fertility. The aim of this research was knowed the role of biochar of coconut shell, organic matter of cow and bagasse affecting the growth of paddy soil. Soil organic matter was natural resource composed of all organic components in the soil, which is essential in the determining for fertility of soil. The content of organic matter less than 1% causes soil nutrients to become unavailable. The function of biochar coconut shell donot fertilizer in soil but its ameliorant soil. The utilization of organic waste was pyrolised system for applied in the agricultural for sustainable agriculture.

The application of biochar coconut shell, Organic matter of cow and bagasse can increased growth of paddy soil: growth of plant, number of tillers and number of grains. The application of organic matter and bagasse at dossage 20 tons per hectare shows the number of tillers more than coconut shell biochar. The grain production was determined by support the synergy between soil, nutrients and the environment. The good synergy will be hight production and be come sustainable agriculture.

Key words: Ameliorant, Biochar, Decomposition, Organic matter and Soil Fertility

## Introduction

The total production of plant was indicated for fertility of soil, the decrease of soil nutrition to be continue on the period of planting was important problem in agricultural production. The aims of this research was increased soil organic matter content in paddy soil by utilization of organic waste and biochar for increased total production. The soil organic matter was natural resource composed of all organic components in the soil, which is essential to determined of soil fertility.

The add of continuously organic matter to the soil was technique cheap and easy system to way for add nutrients in soil. The organic matter of soil was susceptible to weathering and leaching, so that soil organic matter content decreases to reach the vulnerable level (Jones, Shannon, Murphy, & Farrar, 2004; Mabuhay, Nakagoshi, & Isagi, 2006; Peltre, Nyord, Bruun, Jensen, & Magid, 2015). The function of biochar in the soil was source of soil carbon and significant to effect on plant growth (Compton & Boone, 2002). The soil carbon content was important factors for binding nutrients to be absorbed by plants

(Jackson et al., 2004; Mabuhay et al., 2006; Peltre et al., 2015). The growth of paddy soil was showed a real effect with the provision of biochar as soil ameliorant (Maftuah & Indrayati, 2017). Biochar in the soil can not replace the function as same fertilizer, but its used for soil ameliorant material. thats source of soil carbon for the long time steady in the soil. At the rich of C-organic in the soil made good conditions cause any addition of a nutrients will responsiveness of plant growth.

## **Methode**

The ameliorant materials was used to add organic matter and biochar source lignin for Entisol. The added was attempt to improved soil characteristics that quickly disrupt soil nutrients. The addition of such ingredients results in soil nutrients becoming more available so that paddy soil are fisiology of plant for the best enhanced and better developed (Compton & Boone, 2002). The research was conducted in green house by survey and descriptive method. The sample take out to direct on the field. The research design was used by completely randomized design with three treatments: Biochar of coconut shell, Organic matter of cow and bagasse with dossage of 0, 10,15 and 20 tons per hectare and each repeated 3 times. The indicator of plant by local wisdom of paddy soil namely "si bangendit". The organic matter of bagasse and cow manure waste was source of soil organic matter while the biochar of coconut shell was soil C\_organic source by direct decomposition on soil minerals, while coconut shell biochar was carbon source through pyrolysis process with burn by 300-450 °C (Peltre et al., 2015). The biochar material of coconut shell has a high C-organic, > 20% C/N ratio. The material was C/N very high less potency to compost, but Its potency to be charcoal that Its pyrolysis system burning with less oxygen. The physiology of plant observations at one month, two months and three months after growth about: plant growth, number of tillers, and number of grains.

## **Result and conclusion**

The used of exploitation agricultural land for production was decreased of soil quality and reduced soil organic matter content for uptake of plants and leached process. The addition of organic matter >20 tons per hectare will continuously to repair the soil damage. Its ameliorant function. The application of organic material on agricultural land has been done but the production of plants less than optimal, Its cause the organic material in the soil easily was leached so it takes ameliorant by biochar to stability C organic soil. The organic matter was added to the soil significantly to improve for soil functions ie: physic, chemical and biology of soil. The biochar was more effective for suplay C to steady for long time so that stability of C to take hold nutrients for crop availability than other organic materials such as leaf litter, compost or cow manure (Jackson et al., 2004; Jones et al., 2004). The results of the treatment of decomposed organic and biochar materials in the soil may increase the growth of wetland rice (Table 1).



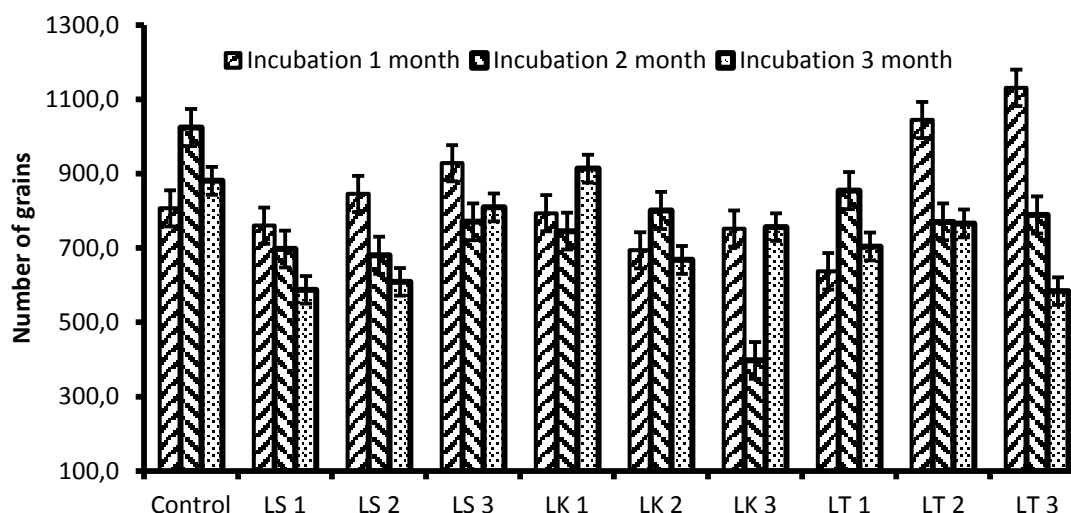
Table 1. Result of plant growth (cm) after application of biochar coconut shell, organic matter of cow and bagasse

Observations Treatment/Dosa ge	One month after planting (cm)				Two month after planting (cm)				Three months after planting (cm)			
	0	10	15	20	0	10	15	20	0	10	15	20
	tons per hectare											
Cow manure	77	77.7	72.7	75.3	8	83.	79.	76.	66.	62.	65.	69
Biochar coconut shell	77	74	74	78.3	3	7	3	7	3	7	7	7
Bagasse	77	76.7	77. 7	74.7	8	85.	80	79.	66.	70.	73.	73.
					3	7		3	3	3	7	3

The application of organic matter into the soil and biochar shell at various dosage not all can increase plant growth was compared to control. Its cause the time of the incubation process in the soil is very determine the amount of C unsure take by microorganisms of decomposition organic matter in the soil. In the case of coconut shell biochar 20 tons per hectare showed high yield of paddy soil 78.3 cm (Table 1) compared to without ameliorant and cow manure and bagasse. This shows that in the initial phase of soil stability, biochar is formed, while other treatments are decomposed by microorganisms. The application of biochar coconut shell rich in source C can be improved the provision of soil nutrition with better plant growth than other treatments and without treatment. At two month incubation all treatments at various dosage showed lower plant growth than without treatment (control). The two month decomposition on various ameliorant applications of the C-use process in the soil for decomposition was very intensive and produced heat energy so that it can indirectly inhibit the rate of plant growth. After three month incubation the plant growth after was higher the all dosage 10, 15 and 20 ton per hectare than without ameliorant (Table 1). On bagasse provision showed the best growth of the best plant (73.3 cm), compared to other ameliorant treatment and control. The application of bagasse waste was indicated a decomposition process that is slower than other treatments due to high lignin content so that the process of reshuffling materials by microorganisms slower decomposition. The application of bagasse ameliorant in sandy soil was very good because it can inhibit nutrients leached of plant in line with the long time decomposition process (Mabuhay et al., 2006). The effect of application organic matter and coconut shell biochar dosage 20 ton per hectare in incubation 30 days after planting at incubated 1 month resulted in the number of tillers of paddy soil about 10 plant and same to without treatment (Table 2). At the beginning of the incubation the function of organic matter and coconut shell biochar should contribute to the number of tillers but the result noting give correlation to the control, there are environmental stress factors in paddy soil at dry season with high temperature and long dry time.

Table 2. Result of number tillers of paddy soil after application of biochar coconut shell, organic matter of cow manure and bagasse

Observations	Number tiller 30 after days planting at one month incubation				Number tiller 45 after days planting at two month incubation				Number tiller 60 after days planting at three month incubation			
	0	10	15	20	0	10	15	20	0	10	15	20
Treatment/Dosage	tons per hektare											
Cow manure	10	11	9	10	15	14	14	16	11	13	10	12
Biochar coconut shell	10	9	8	10	15	13	16	10	11	11	11	11
Bagasse	10	10	13	10	15	15	15	16	11	11	11	11



Information:

LS1 = Cow manure 10 tons per hektare    LK1 = Biochar coconut shell 10 tons per hektare    LT1 = Bagasse 10 tons per hektare  
 LS2 = Cow manure 15 tons per hektare    LK2 = Biochar coconut shell 15 tons per hektare    LT2 = Bagasse 15 tons per hektare  
 LS3 = Cow manure 20 tons per hektare    LK3 = Biochar coconut shell 20 tons per hektare    LT3 = Bagasse 20 tons per hektare

Figure 1. The number of grains after application of biochar coconut shell, organic matter of cow manure and bagasse.

The number of grains at 45 days after planting in 2 months incubation treatment of cow manure and bagasse was gaved 16 tillers plant. Its higher than the coconut shell biochar treatment (Table 2). Its cause nutrient decomposition of cow manure and bagasse was better for the growth of number tiller paddy soil. While on the coconut shell biochar gave the number of tillers about 10 plant (Table 2), which is smaller than the control and other treatments. The application of biochar coconut shell was function to suppliers of C in the soil and the biochar do not as a fertilizer in the soil. At incubation on three month incubation the number of grains paddy soil at 45 days after planting was higher biochar of coconut shell biochar and bagasse same about 11 grains. its showed that the decomposition process slowly more than the cow manure decomposition. The function of organic matter in biochar in the soil was improved to soil structure, soil aggregation, aeration and capability to holding water for stability of soil moisture. If the soil with the humus content decreases, so gradually the

soil will become hard, compact and clumped, making it less productive (Antonious, Turley, & Hill, 2014; Biazin & Sterk, 2013; Costantini & Lorenzetti, 2013; Osman, 2014). The product of grains on paddy soil was supported found of the formation grains quantities in panicles (Figure 1).

Result of Grain on the application of organic matter at one month incubation ameliorant of bagasse at dosage 10 tons per hectare was significant and higher graisult to compared control. Its cause on the decomposition process of bagasse waste more slowly proses than 2 and 3 months decomposition (Fig. 1). While on ameliorant treatment of cow manure and coconut shell biochar after the first month incubation showed the average number of grains under the after 2 months of stress caused by the heat in the dry season which relative long time and high temperature resulted in the number of tillers and the number of grains to be slightly.

## Conclusion

1. The application of organic matter cow manure, waste of bagasse and coconut shell biochar can increased growth of paddy soil about: plant growth, number of tillers and number of grains
2. Incubation three month showed the high growth of paddy soil on various treatments of organic matter and coconut shell biochar was the best growth compared to untreatment
3. The application of organic matter cow manure and waste of bagasse on dosage 20 tons per hectare showed number of tillers more than coconut shell biochar application
4. Function of coconut shell biochar nothing fertilizer buor soil ameliorant source of C-organic. The biochar found to pyrolysis at 350-400 °C was result kind of charcoal
5. The application of organic matter cow manure and coconut shell biochar on paddy soil was low grain by seasonal at dry season be come stress, so that it needs to be tested at various seasons

## Acknowledgements

Thank you for facilities LPPM Universitas pembangunan nasional veteran Yogyakarta, through grants best college of ministry research and technology of education 2017

## Reference

- Antonious, G. F., Turley, E. T., & Hill, R. R. (2014). Impact of soil amendments on metribuzin and DCPA half-lives and mobility into agricultural runoff water. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 49(5), 313–323.
- Biazin, B., & Sterk, G. (2013). Drought vulnerability drives land-use and land cover changes in the Rift Valley dry lands of Ethiopia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 164, 100–113.
- Compton, J. E., & Boone, R. D. (2002). Soil nitrogen transformations and the role of light fraction organic matter in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(7), 933–943.

- Costantini, E. A., & Lorenzetti, R. (2013). Soil degradation processes in the Italian agricultural and forest ecosystems. *Italian Journal of Agronomy*, 8(4), 28.
- Jackson, L. E., Ramirez, I., Yokota, R., Fennimore, S. A., Koike, S. T., Henderson, D. M., Klonsky, K. (2004). On-farm assessment of organic matter and tillage management on vegetable yield, soil, weeds, pests, and economics in California. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103(3), 443–463.
- Jones, D. L., Shannon, D., Murphy, D. V., & Farrar, J. (2004). Role of dissolved organic nitrogen (DON) in soil N cycling in grassland soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 36(5), 749–756.
- Mabuhay, J. A., Nakagoshi, N., & Isagi, Y. (2006). Soil microbial biomass, abundance, and diversity in a Japanese red pine forest: first year after fire. *Journal of Forest Research*, 11(3), 165–173.
- Maftuah, E., & Indrayati, L. (2017). The use of biochar for improve soil properties and growth of paddy in peatland. *Agrivita, Journal of Agricultural Science*, 35(3), 290–295. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v35i3.323>
- Osman, K. T. (2014). Physical Deterioration of Soil. In *Soil Degradation, Conservation and Remediation* (pp. 45–67). Springer. Retrieved from [http://link.springer.com/10.1007/978-94-007-7590-9\\_2](http://link.springer.com/10.1007/978-94-007-7590-9_2)
- Peltre, C., Nyord, T., Bruun, S., Jensen, L. S., & Magid, J. (2015). Repeated soil application of organic waste amendments reduces draught force and fuel consumption for soil tillage. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 94–101.

# **PENGARUH 2,4 D TERHADAP MULTIPLIKASI AKAR EKSPLAN BERBAGAI VARIETAS BUAH NAGA (*Hylocereus sp*) SECARA *IN VITRO***

Endah Wahyurini, Susilowati  
Agroteknologi, Fakultas Pertanian, UPN “Veteran” Yogyakarta  
Jl SWK 104, Condong Catur, Yogyakarta

## **ABSTRAK**

Propagation of seedling by tissue culture technique is challenging step during cultivation of these plant. The addition of 2,4 D is very influential on root multiplication on various varieties of dragon fruit. This research aimed to determinate the effect of 2,4 D and varieties on root multiplication explants dragon fruit. The experiments were performed using Complete Random Design with two treatments and three replication. The first factor is varieties wich four ll evetreatments of red dragon fruit, super red, white and yellow. The second factor is 2,4 D which also consists of three level of treatment that is 2 mg / L, 3 mg / L and 4 mg / L. The results were analyzed using ANOVA with further Duncan Multiple Range Test at the level 5%. The results showed that 100% rooted plants. The best treatment for root multiplication explant dragon fruit is of 3 mg/L. The were of white dragon fruit showed the longest shoots, the combination of red dragon fruit treatment with 2.4 D concentration of 3 mg / L gave a better effect on root length and root number.

Keywords: 2,4 D, varieties of dragon fruit, *in vitro*.

## **PENDAHULUAN**

Tanaman buah naga bentuknya eksotik, aromanya harum, dan rasanya manis, mulai dikenal luas di Indonesia awal tahun 2000 yang saat itu masih di datangkan dari Thailand (Hardjadinata, 2010). Pengembangan agribisnis buah naga (Dragon Fruit) mulai dirintis dan dikembangkan di daerah Malang, Jawa Timur dan Delanggu, Jawa Tengah. Kulonprogo, DI Yogyakarta. Produksi buah naga pada masih sangat terbatas, pada tahun 2010 mencapai 4274 kg, pada tahun 2011 mencapai 4720 kg. Permintaan pasar akan buah naga semakin meningkat sedangkan yang bisa dipenuhi baru sekitar 50% (Effendi, 2012).

Sampai saat ini luas areal pengembangan buah naga di Indonesia masih relatif kecil jika dibandingkan dengan potensi pasar yang tersedia, sehingga harga buah naga masih relatif tinggi. Pemerintah berupaya mengembangkan buah naga di Indonesia yang bertujuan meningkatkan produksi dan mutu buah naga di dalam negeri, mengurangi ketergantungan impor buah naga dan meningkatkan pendapatan petani buah naga (Sukarman, 2013).

Kendala tersebut dapat diatasi dengan perbanyak tanaman secara *in vitro* karena mampu menyediakan bibit dalam jumlah banyak dan waktunya cepat. Perbanyak kultur jaringan dengan eksplan biji sering dilakukan karena selain cepat juga memiliki peluang yang kecil untuk terjadinya penyimpangan secara genetic (Gunawan, 1992). Faktor yang dapat menentukan keberhasilan pelaksanaan kultur jaringan adalah genotip (varietas) tanaman serta komposisi media yang digunakan. Buah naga terdiri dari beberapa varietas antara lain : buah naga merah (*Hylocereus polyrhisus*), super merah (*Hylocereus costaricensis*), putih (*Hylocereus undatus*) dan kuning (*Hylocereus megalanthus*). Sejumlah

laporan sebelumnya telah menunjukkan bahwa setiap genotipe (varietas) tanaman membutuhkan komposisi media tertentu guna mendukung pertumbuhan eksplan yang optimal.

Keberhasilan perbanyakan tanaman dengan kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh adanya peran ZPT khususnya kombinasi dan konsentrasi dari zat pengatur tumbuh yang digunakan (Yusnita, 2004). Zat Pengatur Tumbuh yang sering digunakan adalah dari golongan auksin dan sitokinin. Golongan auksin seperti Indol Acetic Acid (IAA), Naphthalen Acetic Acid (NAA), 2,4 dichlorophenoxy acetid acid (2,4 D). dan golongan sitokinin misalnya Kinetin, Zeatin, Benzyladenin (BA), dan Benzylamino-purine (BAP). Sitokinin adalah senyawa yang dapat meningkatkan pembelahan sel pada jaringan tanaman serta mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Auksin adalah sekelompok senyawa yang fungsinya merangsang pemanjangan sel-sel pucuk, sedangkan Pierik (1997) *diacu dalam* Zulkarnain (2009) mengemukakan bahwa pada umumnya auksin meningkatkan pemanjangan sel, pembelahan sel, dan pembentukan akar adventif. Konsentrasi auksin yang rendah akan meningkatkan pembentukan akar adventif, sedangkan auksin konsentrasi tinggi akan merangsang pembentukan kalus dan menekan morfogenesis (Smith, 1992 *diacu dalam* Zulkarnain, 2009).

Dalam penelitian ini auksin yang digunakan adalah *2,4-Dichlorophenoxyacetic acid* (2,4-D), 2,4-D memiliki rumus molekul  $C_8H_6Cl_2O_3$  (Hogan, 2011). 2,4-D merupakan golongan auksin sintesis yang mempunyai sifat stabil, karena tidak mudah terurai oleh enzim-enzim yang dikeluarkan sel atau pemanasan pada proses sterilisasi. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka dilakukan penelitian tentang pengaruh 2,4 D dalam multiplikasi berbagai varietas eksplan buah naga.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh 2,4 D terhadap multiplikasi berbagai varietas eksplan buah naga secara *in vitro*, untuk mendapatkan varietas yang terbaik dan mendapatkan konsentrasi 2,4 D yang optimal bagi pertumbuhan planlet buah naga secara *in vitro*.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Pertanian, UPN “Veteran” Yogyakarta, dari bulan April sampai September 2017.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji buah naga merah (*Hylocereus polyhizus*), media MS (Murashige dan Skoog), agar, sukrosa, NAA, Kinetin, HCl, KOH, alkohol 96%, alkohol 70%, detergen, spirtus, akuades steril, aluminium foil, kertas saring, sarung tangan, kertas label, kertas payung, plastik wrap, kertas tissue, bayclin, dan cloroks. Alat yang digunakan adalah botol kultur, gelas ukur, beaker glass 1000 ml, cawan petri, pH stik, Laminair Air Flow (LAF), disentect set, lampu bunsen, autoklaf, timbangan analitik, batang pengaduk, dan rak kultur.

Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan laboratorium Faktorial yang tersusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah varietas buah naga terdiri dari 4 aras yaitu : buah naga merah (M1 : *Hylocereus polyrhizus*), super merah (M2 : *Hylocereus costaricensis*), putih (M3 : *Hylocereus undatus*) dan kuning (M4 : *Celenicereus megelanthus*), sedangkan faktor kedua adalah konsentrasi 2,4 D yang terdiri 3 aras yaitu (2 mg/L, 3 mg/L dan 4 mg/L). Setiap kombinasi perlakuan diulang 3 kali, dan setiap perlakuan terdiri atas 10 botol, setiap botol berisi 1 tunas kecil

tanaman buah naga sehingga jumlah total tanaman adalah 360 tanaman. Jumlah tanaman sampel adalah 4 tanaman. Data dianalisis dengan menggunakan uji ANOVA (*Analisis of Varian*) pada jenjang nyata 5% dan apabila terdapat beda nyata dilakukan dengan Uji Jarak Berganda Duncan atau *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada jenjang nyata 5%.

Pelaksanaan penelitian meliputi : sterilisasi alat, pembuatan media tanam, penanaman dan pemeliharaan. Alat-alat yang digunakan disterilisasi dalam *autoclaf* dengan suhu 121°C tekan 15 psi dan lama sterilisasi 45 menit. Cawan petri, pinset, pisau *blade*, dan sendok dibungkus dengan kertas kemudian dimasukkan kedalam oven pada suhu 56° C.

Pembuatan media MS (Murashige dan Skoog) 1 liter adalah memasukkan 250 ml akuades kedalam beker glass kapasitas 1 liter, kemudian diaduk diatas *hot plate magnetic stirrer*. Menambahkan 50 ml stok makronutrien, 5 ml stok mikronutrien, 5 ml stok besi, 4 ml stok vitamin kemudian menambahkan NAA dan Kinetin sesuai perlakuan. Menambahkan akuades sampai mendekati volume 1000 ml, kemudian mengukur pH 5,7 – 5,8. Apabila pH kurang dari 5,7 diberikan tambahan HCl 1 N hingga pH sesuai, apabila pH lebih dari 5,7 diberikan tambahan KOH 1 N sampai pH sesuai. Menambahkan akuades hingga volume 1000 ml, kemudian dimasukkan agar-agar sebanyak 8 g dan dimasak hingga larutan tersebut mendidih. Larutan yang sudah mendidih dimasukkan kedalam botol kultur, kemudian ditutup menggunakan *aluminium foil*, dan disterilisasi dengan *autoclaf* pada suhu 121° C dan tekanan 15 psi selama 35 menit. Setelah disterilisasi, kemudian didinginkan dan ditunggu selama 7 hari sehingga media siap untuk digunakan.

Penanaman eksplan dilakukan di dalam *Laminar Air Flow* (LAF) dengan menggunakan sarung tangan karet dan disemprot terlebih dahulu dengan alkohol 70 % karena penanaman membutuhkan kondisi yang steril. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengupas buah naga kemudian merendam dalam larutan HCl pekat selama 24 jam, untuk memudahkan melepaskan biji dari daging buah (lendir). Setelah itu, buah naga dicuci sampai bersih menggunakan detergen. Selanjutnya disterilisasi dengan cloroks 10 % selama kurang lebih 10 menit kemudian dibilas dengan akuades sebanyak 3 kali. Setelah itu ditiriskan di atas kertas saring kemudian ditanam di dalam botol dengan media MS dengan penambahan 2,4 D sesuai perlakuan. Selanjutnya botol kultur ditutup dengan *aluminium foil* dan plastik wrap. Botol-botol kemudian diberi label kemudian ditempatkan dalam ruang inkubasi. Pemeliharaan Eksplan meliputi : Sterilisasi rak dengan cara setiap dua hari sekali disemprot dengan alkohol 70 % agar terhindar dari bakteri dan jamur dan Eksplan yang terkontaminasi segera dikeluarkan dari ruang inkubasi. Peubah yang diamati meliputi : prosentase tanaman berakar, tinggi tunas, jumlah daun, panjang akar dan jumlah akar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sidik ragam terhadap prosentase tanaman berakar menunjukkan bahwa perlakuan varietas dan konsentrasi 2,4 D nyata pada pengamatan 14 mst. Tidak terdapat interaksi diantara kedua perlakuan. Rata-rata prosentase tanaman berakar pada masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 1. Persentase tanaman buah naga berakar menunjukkan tingkat keberhasilan perbanyak tanaman secara *in vitro*. Hal ini diduga bahwa pada umur 14 mst eksplan mampu menyerap 2,4 D yang diberikan dan dapat mendorong pertumbuhan perakaran buah naga. Persentase tanaman berakar menunjukkan akumulasi pertumbuhan suatu tanaman. Pada dasarnya tanaman dengan varietas yang berbeda dalam pertumbuhan dan perkembangannya memiliki waktu berbeda-beda

tergantung dari kemampuan tanaman tersebut untuk melakukan pertumbuhan serta faktor eksternal yang mempengaruhinya (Ramadan dkk, 2015).

Tabel 1. Rerata prosentase tanaman berakar 14 mst (%)

perlakuan	D1 (2 mg/L)	D2 (3 mg/L)	D3 (4 mg/L)	rerata
M1 (merah)	100	100	100	100
M2 (super merah)	100	100	100	100
M3 (putih)	100	100	100	100
M4 (kuning)	100	100	100	100
Rerata	100	100	100	(-)

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan huruf kecil yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Pada pengamatan tinggi tunas umur 14 mst perlakuan varietas berpengaruh nyata, sedangkan konsentrasi 2,4 D tidak berpengaruh nyata. Tidak terdapat interaksi diantara kedua perlakuan. Nilai rerata tinggi tunas pada umur 14 mst dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rerata tinggi tunas 14 mst (cm).

perlakuan	D1 (2 mg/L)	D2 (3 mg/L)	D3 (4 mg/L)	rerata
M1 (merah)	1,245	1,389	1,489	1,374 bc
M2 (super merah)	1,889	1,556	1,544	1,662 b
M3 (putih)	2,311	2,289	2,022	2,207 a
M4 (kuning)	1,233	1,311	1,400	1,315 c
Rerata	1,670 p	1,636 p	1,614 p	(-)

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan huruf kecil yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Tabel 2 menunjukkan bahwa buah naga varietas putih nyata lebih tinggi tunas nya dibandingkan varietas lain. Hal ini disebabkan karena buah naga putih memiliki bentuk lebih panjang tunas nya dibandingkan varietas lainnya. Secara morfologi varietas buah naga memiliki perbedaan meskipun secara fenotip terlihat ada kemiripan.

Perlakuan 2,4 D tidak mempengaruhi pemanjangan tunas buah naga. Hal ini diduga karena aktivasi 2,4 D belum dapat merangsang inisiasi dan pertumbuhan tunas baru melalui peningkatan pembelahan sel (Salisbury dan Ross, 1995). Wattimena *et al.* (1992) menyatakan proliferasi tunas aksilar hanya memerlukan sitokinin dalam konsentrasi yang tinggi tanpa auksin atau auksin dalam konsentrasi rendah sekali. Kandungan auksin 2,4 D pada eksplan yang mampu mempengaruhi perpanjangan sel tidak didukung oleh sitokinin endogen sehingga tidak berpengaruh terhadap penambahan tinggi tunas eksplan.



Tinggi tunas diamati dengan tujuan mengetahui perkembangan massa sel (tunas) hingga akhir penelitian. Respon organogenesis eksplan secara *in vitro* terjadi dengan dua cara yang berbeda yaitu secara langsung dan tidak langsung. Organogenesis eksplan secara langsung ditunjukkan dengan munculnya organ secara langsung dari potongan tumbuhan utuh tanpa melalui terbentuknya kalus (George, 1993).

Hasil sidik ragam terhadap jumlah akar menunjukkan bahwa perlakuan varietas dan 2,4 D berpengaruh nyata dan terdapat interaksi diantara kedua perlakuan pada pengamatan 14 mst. Nilai rata-rata jumlah akar pada masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata jumlah akar 14 mst

perlakuan	D1 (2 mg/L)	D2 (3 mg/L)	D3 (4 mg/L)	rerata
M1 (merah)	2,000 c	3,333 a	1,778 cd	2,371
M2 (super merah)	1,667 cd	2,222 bc	1,778 cd	1,889
M3 (putih)	1,444 d	1,667 cd	1,222 d	1,444
M4 (kuning)	2,667 b	1,444 d	1,444 d	1,852
Rerata	1,9445	2,167	1,556	(+)

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan huruf kecil yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Tabel 4. Rerata panjang akar 14 mst

perlakuan	D1 (2 mg/L)	D2 (3 mg/L)	D3 (4 mg/L)	rerata
M1 (merah)	0,444 cd	0,9333 a	0,3778 d	0,5852
M2 (super merah)	0,1889 e	0,7889 b	0,5444 c	0,5074
M3 (putih)	0,1889 e	0,7667 b	0,4667 cd	0,4741
M4 (kuning)	0,2444 e	0,7111 b	0,4778 cd	0,4778
Rerata	0,2667	0,8000	0,4667	(+)

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan huruf kecil yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT 5%. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi.

Pada tabel 3 dan 4 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan buah naga Merah dan pemberian 3 mg/L 2,4 D nyata menghasilkan jumlah akar dan panjang akar terbanyak dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena buah naga merah dengan penambahan 2,4 D dapat bekerjasama dalam pembelahan sel dan menginduksi jumlah akar. Diduga di dalam buah naga merah mengandung hormon endogen (auksin) yang mendorong pertumbuhan sel. Menurut Aini et.,all (1999) menyatakan bahwa fisiologis hormon endogen (auksin) dapat membantu mendorong perpanjangan sel, pembelahan sel, diferensiasi jaringan xylem dan floem, dan pembentukan akar.



Gambar 2. Planlet buah naga dengan perlakuan M4D1, M4D2 dan M4D3 pada umur 14 mst

Gambar 1. Planlet buah naga dengan perlakuan M2D1, M2D2 dan M2D3 pada umur 14 mst

## KESIMPULAN

Penggunaan 2,4 D dengan konsentrasi tertentu pada berbagai varietas buah naga akan menghasilkan respon yang berbeda. Penggunaan 2,4 D pada berbagai konsentrasi mampu menumbuhkan perakaran berbagai varietas buah naga. Buah naga putih menunjukkan tinggi tunas terpanjang. Kombinasi perlakuan buah naga merah dengan pemberian 2,4 D pada konsentrasi 3 mg/L memberikan pengaruh yang lebih baik dalam menginduksi pertumbuhan panjang akar dan jumlah akar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kemenristek Dikti atas bantuannya dalam penyediaan dana Penelitian Produk Terapan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., M. Tampubolon dan G. Dadan. 1999. Pengaruh Macam Ruas batang dan Konsentrasi Rootone F terhadap keberhasilan dan pertumbuhan stek Bambu
- George, E.F, 1993. *Plant Propagation by Tissue Culture, Part 1, 2 Edition*. Exegetic Limited : England.
- Wattimena, G.A., L.W, Gunawan, N.A. Mattjik, E. Syamsudin, N.M.A. Wiendi dan A. Ernawati. 1992. *Bioteknologi Tanaman*. Bogor : Institut Pertanian Bogor Press.
- Sulistiani, A., Waeniati, Muslimin, Nengah, S. 2012. Pertumbuhan Organ Tanaman Buah Naga (*Hylocerus undatus*) Pada Medium MS dengan Penambahan BAP dan Sukrosa. *Jurnal Natural Science*, Desember, Vo. 1. (1) 27-33.
- Effendi A. 2012. *Buah Naga*. [http://; buah-naga-07.blogspot.com](http://buah-naga-07.blogspot.com). Diakses pada tanggal 15 Desember 2015.

- Gunawan, L.W. 1992. Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ramadan, V.R, Niken, K. dan Sumeru, A. 2015. Kajian Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Pertumbuhan Stek Tanaman Buah Naga (*Hylocereus Costaricensis*). Universitas Brawijaya, Malang.
- Salisbury dan Ross, 1995. Fisiologi Tumbuhan. Alih bahasa Lukma, D.R. dan Sumaryono. Penerbit ITB Bandung.
- Samudin, Saka. 2009. Pengaruh Kombinasi Auksin-Sitokinin terhadap Pertumbuhan Buah Naga. Media Litbang Sulteng. 2(1):62-66
- Sukarman. 2013. Program Pengembangan Buah Naga. Pertanian Sehat Indonesia. Diakses 8 Oktober 2013.
- Yusnita. 2004. Kultur Jaringan : Cara memperbanyak tanaman secara efisien. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Zulkarnain, 2009. Kultur Jaringan Tanaman. Solusi Perbanyak Tanaman Budi Daya. Bumi Aksara. Jakarta.249 hal.

# POTENSI TANAH DAN LIMBAH PERTAMBANGAN EMAS RAKYAT UNTUK PENGEMBANGAN SORGUM MANIS SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL

M Nurcholis<sup>1)</sup>, D. Haryanto<sup>2)</sup>, D.F. Yulianto<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Study program of Soil Science, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

<sup>2)</sup>Study program of Agrotechnology, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”  
Yogyakarta

<sup>3)</sup>Study program of Geological Engineering, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”  
Yogyakarta

## Abstrak

Pertambangan emas rakyat menghasilkan material limbah yang berasal dari proses penambangan dan proses amalgamasi. Limbah ini perlu ditangani sehingga tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Disamping itu pemanfaatannya diharapkan juga memberikan kemasalahatan dan bukan memberikan mudarat bagi kehidupan. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk pengembangan sorgum manis sebagai bahan baku untuk produksi bioetanol. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan sampel tanah dan material di lokasi alterasi (dua sampel tanah), limbah padat amalgamasi (2 sampel material padat), tanah yang terdampak aliran limbah cair amalgamasi (5 sampel), dan tanah yang tidak terkena dampak tambang sebagai kontrol. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman sorgum manis dapat tumbuh dan berproduksi di media berupa material limbah, dan tanah terkontaminasi limbah memberikan hasil yang relatif sama dengan yang di tanah sawah dan tanah kebun tidak terkontaminasi. Nira yang dihasilkan dari batang sorgum manis juga memenuhi syarat untuk memproduksi bioetanol dengan menggunakan teknik fermentasi.

Kata kunci: tanah, tambang emas, sorgum manis, bioetanol

## Abstract

*The small scale gold mining might produces waste material derived from the mining and the amalgamation processes. This waste needs to be handled so as not to have a negative impact on the environment. Besides, the utilization of it would be hope to give benefit for living, not to harm the life. Based on problems, this research was aimed to grow sweet sorghum on the contaminated soil and waste material as raw material for bioethanol production. Research was carried out by collecting soil samples and materials at mining or alteration sites (two soil samples), amalgamated solid waste (one solid material samples), soils affected by amalgamated wastewater stream (seven samples), and non-impacted soil as control. The results of this study indicated that sweet sorghum plants might grow well in the media in the form of waste materials, and contaminated soil gives relatively the same results as those in the rice field and uncontaminated garden soil. The juice that was produced from sweet sorghm stem had enough sugar content for bioethanol production using fermentation technique.*

*Key words: soil, gold mining, sweet sorghum, bioethanol*

## **Pendahuluan**

Lahan tambang emas rakyat mempunyai areal yang tidak luas, namun proses penambangan dan penanganan lahan secara umum belum diupayakan dengan meminimumkan dampak negatif di lingkungan tambang. Proses amalgamasi di untuk memisahkan bijih emas dari material yang ditambang dilakukan dengan sederhana, dan kaidah keselamatan pekerja belum diperhatikan karena belum mempunyai pengetahuan yang cukup. Pengelolaan limbah cair dan padat dari amalgamasi belum dilakukan dan berpotensi mencemari lingkungan. Kandungan logam berat dalam limbah dapat menyebar melalui aliran air permukaan, sehingga berpotensi mencemari tanah, air permukaan, dan air tanah sehingga dapat membahayakan kesehatan manusia (Mudgal et al., 2010). Lahan bekas tambang di Marrakech Morocco Selatan, dimana sungai dan tanah tercemari oleh tembaga (Cu) dan seng (Zn) dari pelapukan mineral tambang seperti: pirrotit, sfalerit, galena, kalkopirit, arsenopirit, pirit dan magnetit, serta pH dari sungai berkisar 2,1-2,6, sehingga menjadikan pH sungai sangat asam (El Khalil dan El Hamani, 2008). Pemanfaatan lahan di lingkungan tambang emas untuk budidaya tanaman pertanian pangan berisiko terkontaminasi oleh logam-logam berat (Marino & Brica, 1997; Antonio, 2007). Kontaminan yang terdiri atas logam-logam berat yang berada dalam tanah dan air, serta aliran sungai dapat diserap oleh tumbuhan

Sorgum manis merupakan salah satu sumberdaya hayati yang berpotensi besar untuk pakan industri terutama dalam memproduksi energi terbarukan (Zao et al., 2012), dan sebagai pakan ternak (Sirappa, 2003; Krismastuti, 2009). Sorgum mempunyai daya adaptasi yang luas terhadap berbagai kondisi lingkungan dan merupakan tanaman yang toleran terhadap kekeringan dan kesuburan rendah. Selain itu, kelebihan lain tanaman sorgum adalah tidak memerlukan persiapan lahan yang intensif serta dapat diratun. Kemampuan adaptasi inilah yang menjadi peluang untuk dikembangkannya usaha penanaman sorgum untuk di lahan-lahan marginal (lahan kering, lahan masam, lahan salin dan lahan tidur). Sorgum mampu tumbuh dan berkembang di lahan pasca penambangan timah dengan pH 4.0 atau bereaksi masam, miskin hara dengan solum sangat tipis (Nurcholis et al., 2013). Pemberian amelioran bahan organik bersama-sama, lempung sisa ekstraksi bijih timah berpengaruh baik meningkatkan solum, hara dan pH sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman sorgum.

## **Bahan dan metode**

Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan sampel tanah dan material di lokasi alterasi (dua sampel tanah), limbah padat amalgamasi (2 sampel material padat), tanah yang terdampak aliran limbah cair amalgamasi (5 sampel), dan tanah yang tidak terkena dampak tambang sebagai kontrol. Sampel tanah dan material limbah dikering anginkan untuk digunakan tahapan penelitian selanjutnya. Untuk penelitian penanaman sorgum menggunakan media tanam yaitu tanah dan limbah yang sebelumnya diayak lolos mata saring 4 mm, kemudian ditimbang 15 kg dan ditambah 5 kg pupuk organik dan dicampur serta pupuk NPK 5 g. Setelah tercampur dengan baik, media tersebut dimasukkan kedalam pot, dan biji sorgum ditanam. Kelengasan dari median tanam dijaga dalam kondisi di kisaran kapasitas lapangan dengan menambah air. Tanaman sorgum manis yang ditanam adalah varietas samurai-1, sebagai varietas produk iradiasi Pusat Aplikasi Iradiasi (PAIR) BATAN yang sudah dilepas. Pemanenan tanaman dilakukan dengan memanfaatkan kondisi kadar gula yang maksimum. Berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan sebelumnya, kadar gula maksimum pada saat tanaman umur 115 hari. Pengukuran tinggi tanaman, diameter batang, berat batang, jumlah daun dilakukan. Kadar gula diamati

berdasarkan nilai Brix dari nira batang sorgum. Data diolah dengan menghitung standar deviasi, dan disajikan dalam grafik nilai rata-rata dari masing-masing parameter dan nilai standar deviasi.

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Kondisi lingkungan tambang emas rakyat

Tambang emas rakyat dilakukan dengan membongkar tanah permukaan dan menggali material penutup atau overburden (Gambar 1a). Setelah mencapai zona alterasi yang prospek untuk diambil sebagai bahan yang diolah dilakukan pemilahan. Material yang berpotensi untuk diolah dikumpulkan dan diangkut ke tempat amalgamasi. Proses amalgamasi menyisakan limbah padat dan cair yang berpotensi mempengaruhi lingkungan (Gambar 1b). Lahan yang berpotensi terkontaminasi dapat berupa lahan tegalan (Gambar 1c), dan lahan sawah (Gambar 1d). Permasalahan kontaminasi logam berat dan juga material berbahaya yang lain dapat muncul karena aliran dari material tersebut melalui aliran permukaan tanah (El Khalil, dan El Hamani, 2008)



Gambar 1. a. Areal penambangan emas rakyat, b. Proses dan limbah amalgamasi, c. Tanaman pangan lahan kering, d. Lahan sawah dan tegalan

## 2. Karakteristik sampel

Table 1. Soils, and other media for growing the sweet sorghum

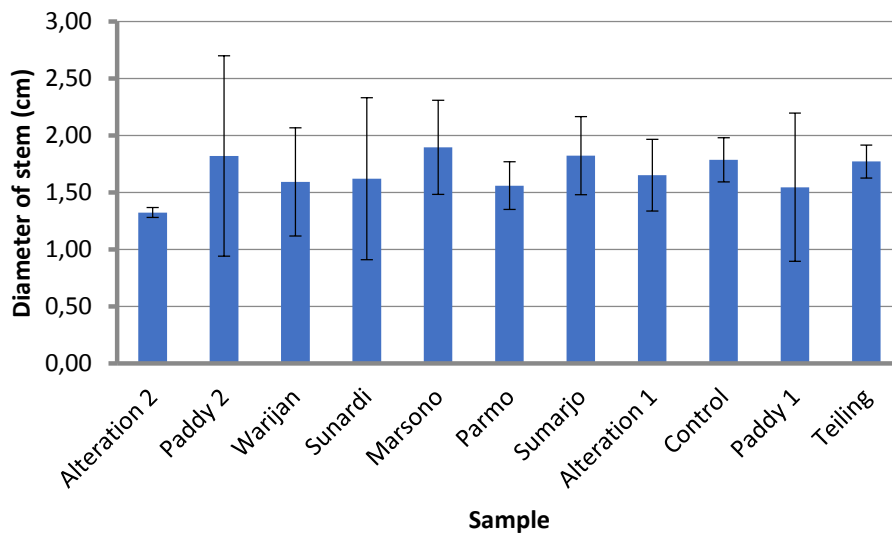
No	Sample	Relation to contamination	Explanation
1	Alteration 1	Sources of contamination	Located on the mining site, as the upper part of mountain
2	Alteration 2	Sources of contamination	Located on the beneath of mining site, as the upper part of mountain
3	Tailing	Source of contaminant from Hg treatment and heavy metals from alteration	Contaminant from Hg treatment resulted from amalgamation process, and heavy metals from alteration as solid residue containing heavy metals
4	Sawah 1	Suspected to contaminant	Heavy metals are transported by irrigation water as solution and suspended solid
5	Sawah 2	Suspected to contaminant	Heavy metals are transported by irrigation water as solution and suspended solid
6	Soil 1 (Warijan)	Contaminated soil	Soil on beneath the amalgamation process unit, that received liquid residue of amalgamation
7	Soil 2 (Sunardi)	Contaminated soil	Soil on beneath the amalgamation process unit, that received liquid residue of amalgamation
8	Soil 3 (Marsono)	Contaminated soil	Soil on beneath the amalgamation process unit, that received liquid residue of amalgamation
9	Soil 4 (Parmo)	Contaminated soil	Soil on beneath the amalgamation process unit, that received liquid residue of amalgamation
10	Soil 5 (Sumarjo)	Contaminated soil	Soil on beneath the amalgamation process unit, that received liquid residue of amalgamation

11	Control (Atmo)	Non contaminated soil	Soil developed on the outside of mining area and it does not contaminated
----	----------------	-----------------------	---

Sampel yang dikumpulkan dan sebagai media tumbuh untuk penanaman sorgum disajikan di Tabel 1. Sampel alteration 1 dan 2 adalah sumber kontaminasi berasal dari proses alterasi batuan yang menghasilkan material dengan kandungan emas dan logam-logam berat. Sampel tailing merupakan material residu proses amalgamasi sebagai media tumbuh mengandung sumber kontaminan. Tanah yang dikumpulkan dari lokasi sekitar proses amalgamasi mendapat kontaminan dari limbah amalgamasi yang terpapar di permukaan tanah (sampel nomor 6 sampai dengan 10). Permasalahan kontaminasi dapat muncul jika limbah yang mengandung bahan atau senyawa berbahaya terpapar di permukaan tanah (Antonio et al., 2007; Galavi et al., 2010). Adapun tanah yang tidak terpapar oleh kontaminan adalah sampel no 11, yaitu yang berasal dari lahan pekarangan.

### 3. Produksi tanaman sorgum manis

Produktivitas tanaman sorgum, dalam penelitian ini, disajikan dalam bentuk performance dari tanaman sorgum yang terdiri atas diameter batang, tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah batang. Parameter tersebut dapat digunakan sebagai produktivitas biomassa yang dipakai sebagai bahan baku pembuatan etanol dan juga bahan pakan ternak.

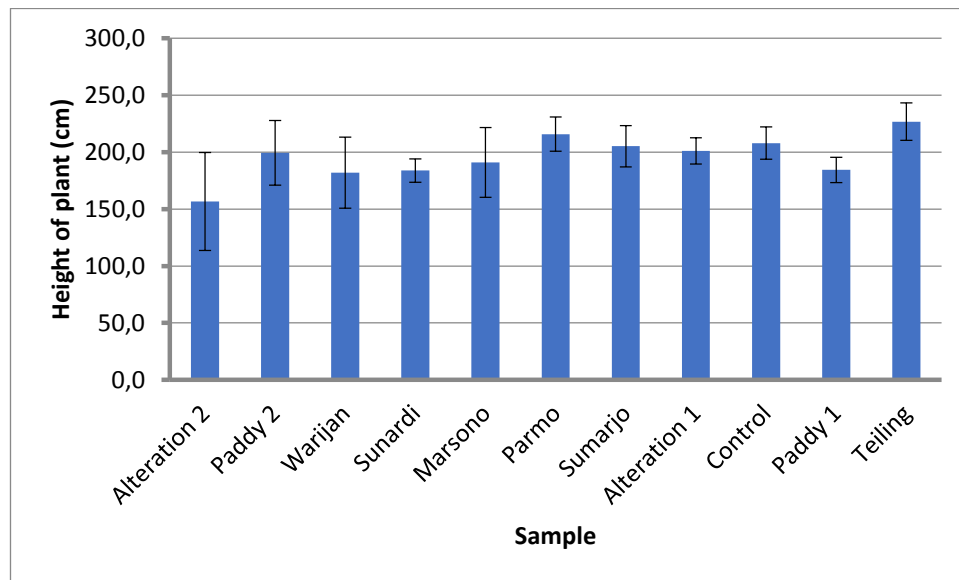


Gambar 2. Diameter batang sorgum

Gambar 2 menunjukkan hasil pengukuran diameter tanaman sorgum yang ditanam di media tanam berupa material alterasi dengan dua sampel menunjukkan pertumbuhan yang normal yaitu sekitar 1.5 cm. Untuk media tanam yang berupa tanah padi sawah memberikan hasil cukup baik namun mempunyai keragaman yang tinggi, sehingga pada tanah sawah 1 menunjukkan standar error yang tinggi. Untuk media tanam berupa tailing membeberikan hasil diameter batang yang ukurannya relatif sama dengan media yang lain. Media tanam untuk tanah-tanah yang berada di lingkungan pengolahan atau amalgamation (5 sampel

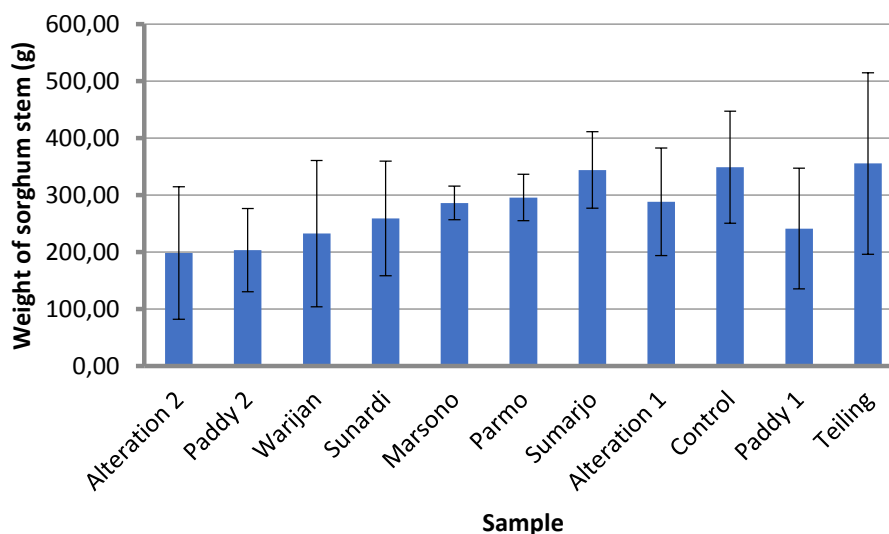


media) memberikan hasil yang baik. Media tanam sebagai control berupa tanah yang berkembang di lokasi yang tidak terpengaruh dengan alterasi di lokasi tambang dan di luar amalgamation memberikan hasil yang baik terhadap ukuran batang tanaman.



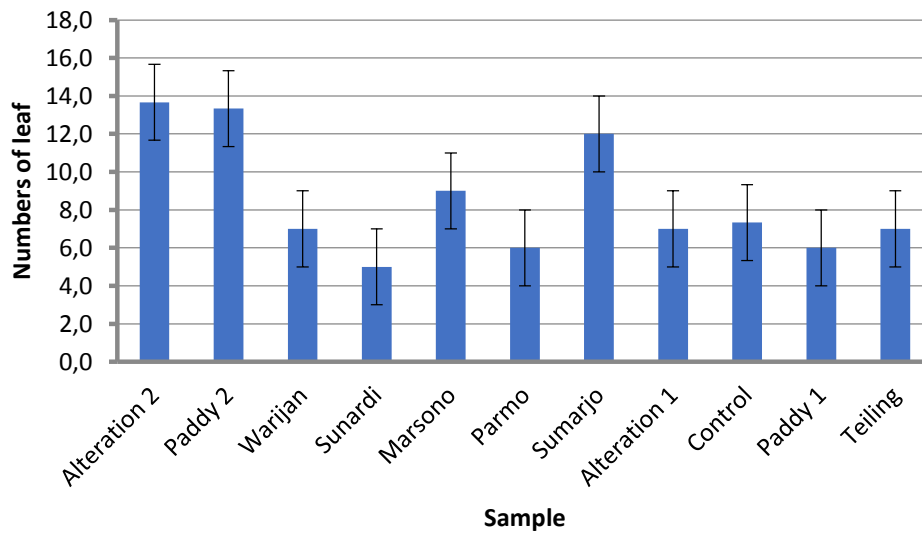
Gambar 3. Tinggi tanaman sorghum

Tinggi tanaman sorghum manis varietas Samurai 1 yang ditanam di media tanam di lokasi penelitian disajikan di gambar 3. Secara umum tinggi tanaman sorghum manis varietas samurai 1 berkisar 150 sd 250 cm. Parameter mengenai tinggi tanaman sorghum ada yang berpendapat dapat berhubungan tingkat kerebahan tanaman. Namun hasil rangkuman data dari banyak varieats sorghum tidak menunjukkan hal tersebut (Bean & McCollum, 2006). Yang menarik dari hasil penelitian ini adalah tanaman yang paling tinggi di antara media tanam yang dipakai untu menanam adalah tailing. Data diameter batang sorghum dan tinggi tanaman sorghum sebagai tolok ukur produksi biomasa tanaman. Potensi sorghum manis sebagai bahan baku dalam pembuatan sorghum ditentukan oleh massa batang sorghum, dan massa batang ditentukan oleh volume batang sorghum manis (Almodares & Hadi, 2009).

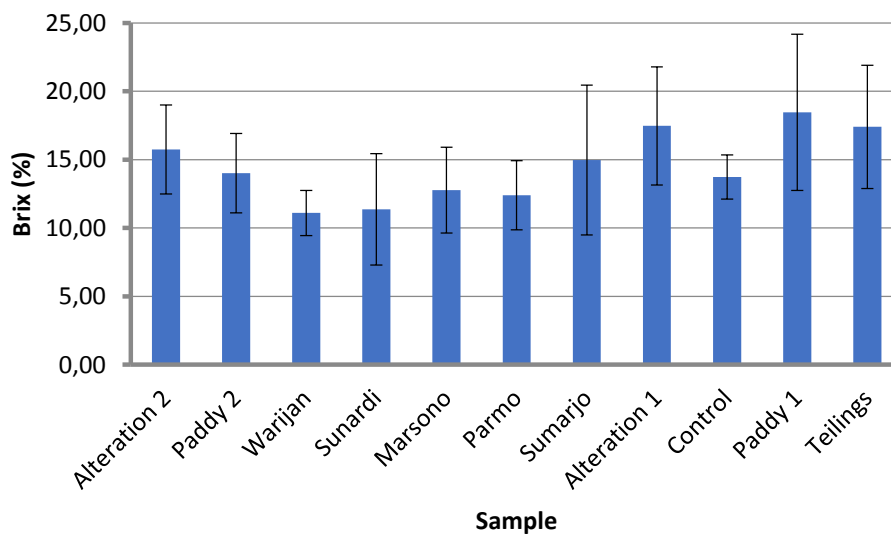


Gambar 4. Berat segar batang sorgum

Jumlah daun dalam tanaman mempunyai arti yang besar dalam hal fungsi tanaman sorgum manis sebagai pakan ternak. Hal ini karena pada saat batang sorgum dipanen kondisi daun sorgum masih hijau. Hasil yang tinggi diperoleh untuk jumlah daun sorgum manis yang ditanam di media tanam dari alteration, paddy soil dan contaminated soil di tempat Sumarjo. Dalam hal penghasil pakan ternak, tanaman sorgum berbagai macam varietas yang berasal dari banyak negara mempunyai keunggulan daripada jagung (Bean & McCollum, 2006).



Gambar 5. Jumlah daun sorgum



Gambar 6. Angka brix nira batang sorgum

Gambar 6 menunjukkan nilai brix nira pada batang sorgum manis yang ditanam di berbagai jenis material media tumbuh di lingkungan tambang emas rakyat. Secara umum nilai brix nira batang sorgum hasil penanaman di tanah sekitar proses amalgamasi rendah. Namun untuk yang ditanam di tanah lain menunjukkan nilai brix yang tinggi. Hasil yang serupa juga diperoleh untuk angka brix nira yang ditanam di media tanam berupa tailing. Nilai brix mempunyai kedekatan dengan kadar gula, karena nilai ini didapat dari refraksi kristal dalam nira, dan sebagian besar kristal dalam nira adalah jenis gula. Sehingga dengan nilai brix yang besar maka bagian yang dapat diubah menjadi gula semakin besar. Nira batang sorgum mengandung berbagai jenis gula, yang utama adalah glukosa, sukrosa dan fruktosa, sedang jenis maltosa, dekstrin, maltotriosa dan oligosakarida lainnya juga ada dalam konsentrasi yang rendah (Massoud & Razek, 2011). Nilai angka brix dari nira batang sorgum manis yang menunjukkan kadar gula sangat penting dalam hubungannya produksi bioetanol. Untuk fermentasi yang baik diperlukan kadar gula yang optimum. Dengan nira yang mempunyai kadar gula 161,50 g/l atau 16,150% dapat difermentasi menggunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae* menjadi etanol 80,56 g/l atau 8,056% (Nasidi et al., 2013). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa nira batang sorgum dari penanaman di alteration 2. Tanah sawah 2 dan di teiling mempunyai kadar gula yang dapat diproses menjadi etanol.



Gambar 7. kondisi tanaman sorgum dewasa pada semua perlakuan

#### 4. Kondisi tanaman sorgum

Tanaman sorgum yang ditanam di seluruh jenis media menunjukkan performance yang relatif tidak menunjukkan perbedaan (Gambar 7). pertumbuhan semua tanaman yang ditunjukkan oleh tinggi tanaman dan warna daun tidak menunjukkan adanya gangguan secara morfologi. Tanaman sorgum mempunyai kemampuan untuk beradaptasi dengan kondisi tanah yang sangat miskin hara, bertekstur kasar, mineral primer didominasi kuarsa, dan kemasaman tanah yang tinggi (Nurcholis et

al., 2013). Bahkan dalam kondisi kegaraman yang tinggipun beberapa kultivar tanaman sorgum yang mempunyai nisbah K/Na tinggi di batang dan akar dan sifat *storage factor index* (SFI) tinggi mampu membuat partisi antara akar dan batang. Hasilnya tanaman cultivar ini dapat tumbuh dan berproduksi pada tanah dengan kegaraman tinggi (Shakeri & Emam, 2017).

## Kesimpulan

Lingkungan pertambangan emas rakyat menghasilkan material limbah yang berasal dari proses penambangan dan proses amalgamasi. Limbah dari proses penambangan yang berupa campuran material kasar yaitu fragmen batuan hasil lapukan dan fraksi halus yaitu tanah. Limbah dari proses amalgamasi berupa fraksi halus setelah fragmen hasil penambangan dan pemilihan material yang prospek dikuminasi (cumminated) dan proses pemutaran dalam tabung amalgamasi. Tanaman sorgum manis yang ditanam di media berupa material limbah, dan tanah terkontaminasi limbah memberikan hasil yang relatif sama dengan yang di tanah sawah dan tanah kebun tidak terkontaminasi. Perbedaan hasil dari diameter batang, tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah batang dan angka brix tidak memberikan pola untuk memutuskan jenis media tanam yang terbaik dari sampel yang digunakan.

## Ucapan terimakasih

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi, dan merupakan bagian dari Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) untuk tahun kedua (2017) dari rencana penelitian selama tiga tahun.

## Daftar pustaka

- Almodares dan M. R. Hadi. 2009. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review African Journal of Agricultural Research Vol. 4 (9), pp. 772 – 780.
- Antonio V., Huang, P.M., Gadd, G.M., 2007: Biophysico-Chemical Processes of Heavy Metals and Metaloids in Soil Environment, 658 p.
- Bean, B., & McCollum, T. (2006). Summary of six years of forage sorghum variety trials. Pub. SCS-2006-04. Texas Cooperative Extension and Texas Agricultural experiment station, college station, TX, USA.
- El Khalil, H. dan El Hamani, O., 2008: Heavy Metal Contamination from Mining Sites in South Morocco: Monitoring Metal Content and Toxicity of Soil Runoff and Groundwater, Journal Environ Monit Asses, 136, 147-160.
- Galavi, M., Jalali, A., dan Ramroodi, M., 2010: Effects of Treated Municipal Wastewater on Soil Chemical Properties and Heavy Metal Uptake by Sorghum (*Sorghum bicolor* L.), Journal of Agricultural Science, 2 (3), 235-241.
- Krismastuti, F.S.H., 2009: Sumberdaya alam hayati penghasil energi alternatif bioetanol, Berita Iptek 47(1): 19-26.
- Marino, M.A., Brica, R.M., 1997: Heavy metal soil remediation: The effects of attrition scrubbing on a wet gravity concentration process, Environmental Progress, 85, 75-81.

- Massoud M.I., Abd Razek A.M. 2011, Suitability of Sorghum bicolor L. stalks and grains for bioproduction of ethanol, *Annals Agric. Sci*, 56, 83-87.
- Mudgal, V., Madan, N., Mudgal, A., Singh, R.B., Mishra, S., 2010: Effect of toxic metals on human health, *The Open Mutracentrals Journal*, 3, 94-99.
- Nasidi, M., Agu, R., Deeni, Y., & Walker, G. (2013). Fermentation of stalk juices from different Nigerian sorghum cultivars to ethanol. *Bioethanol*, 1(1). 20-27
- Nurcholis, M., A. Wijani, R.A. Widodo. 2013. Clay and organic matter applications on the coarse quartzzy tailing material and the sorghum growth on the post tin mining at Bangka Island. *J. Degrade. Min. Land Manage.* Vol 1 no 1, pp. 27-32
- Pabendon, M. B., R. S. Sarungallo dan S. Mas'ud. 2012. Pemanfaatan Nira Batang, Bagas, dan Biji Sorgum Manis sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* Vol. 31 No. 3
- Shakeri, E. and Y. Emam. 2017. Selectable Traits in Sorghum Genotypes for Tolerance to Salinity Stress. *J. Agr. Sci. Tech.* (2017) Vol. 19: 1-14
- Sirrapa, MP., 2003: Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan, dan industri. *Jurnal litbang pertanian*. 22(4):133-140.
- Zhao, S., B. Wang dan X. Liang .2012. Enhanced ethanol production from stalk juice of sweet sorghum by response surface methodology. *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(22), pp. 6117-6122, 15 March, 2012 <http://www.academicjournals.org/AJB>

# EFEKTIFITAS PENGENDALIAN GULMA DAN HASIL TANAMAN PADI TANAM PINDAH AKIBAT APLIKASI HERBISIDA PRA TUMBUH

Oleh

Abdul Rizal AZ<sup>1)</sup> dan Dyah Arbiwati<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Agroteknologi, <sup>2)</sup> Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

<sup>1)</sup>[rizal\\_upnvyk@yahoo.com](mailto:rizal_upnvyk@yahoo.com)

## ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk menentukan jenis dan dosis herbisida yang tepat untuk mengendalikan gulma pada tanaman padi tanam pindah. Penelitian dilakukan di di Desa Jatisari Kecamatan Sambirejo, Kabupaten Sragen Propinsi Jawa Tengah pada bulan April s/d September 2017 dengan jenis tanah Grumosol. Percobaan lapangan, dengan Rancangan Acak Lengkap. Sebagai perlakuan adalah: Ricer 240 SC dosis 100 ml/ha, dosis 125 ml/ha; Cherokee 410 SE dosis 1500 ml/ha; dosis 1750 ml/ha, TiGold 10 WP dosis 60 gr/ha, 70 ml/ha, Nominee 100 OF dosis 300 ml/ha, dosis 325 ml/ha, Ally Plus 77 WP dosis 600 g/l dan 700 gr/l, dan Pengendalian secara manual (21 dan 42 HST.) serta Tanpa pengendalian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Tidak ada keracunan herbisida pada tanaman padi akibat aplikasi herbisida dan tidak ditemukan residu pada air irigasi yang keluar pada 7 HSA. Aplikasi herbisida yang diuji efektif untuk mengendalikan gulma tanaman padi, kecuali herbisida Ricer 240 SC dosis 100 ml/ha tidak efektif untuk gulma *E. Crus-galii* dan *C. iria*, herbisida Nominee 100 OF dosis 200 ml/ha dan dosis 300 ml/ha tidak efektif untuk mengendalikan gulma *L. octovalvis* dan *C. iria*. Penurunan hasil apabila tidak dilakukan pengendalian gulma sebesar 54,00% sampai dengan 62,29%. Aplikasi herbisida Ricer 240 SC (125 ml/ha), Cherokee 410 SE (1500 ml/ha), Cherokee 410 SE (1750 ml/ha), TiGold 10 WP (70 gr/ha), memberikan hasil tanaman padi yang sama dengan pengendalian manual dan memberikan hasil yang lebih tinggi dari pengendalian menggunakan TiGold 10 WP (60 gr/ha), Nominee 100 OF (200 ml/ha)

## PENDAHULUAN

Padi merupakan komoditas strategis yang mendapat prioritas, karena sebagai makanan utama sebagian besar masyarakat Indonesia. Padi juga sebagai komoditi penyangga utama ketahanan pangan nasional. Kebutuhan beras terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Konsumsi beras nasional saat ini mencapai 137 kg/kapita/tahun. Pada tahun 2020 nanti, kebutuhan beras Indonesia diperkirakan mencapai 35,97 juta ton (Puslitbangtan, 2012). Produktivitas padi masih dapat ditingkatkan dengan cara menekan sebesar mungkin gangguan yang disebabkan oleh organisme pengganggu tanaman diantaranya adalah gulma.

Penurunan produksi yang diakibatkan oleh gulma pada beberapa situasi secara ekonomis lebih penting daripada penurunan produksi yang disebabkan oleh insekta, cendawan, atau organisme pengganggu lainnya (Savary *et al.* 2000). Kehilangan Hasil akibat gulma di seluruh dunia diperkirakan mencapai 10%-15%, bahkan dapat mencapai 86% jika tanpa dilakukan pengendalian. Secara nasional penurunan hasil sebagai akibat gangguan gulma mencapai 15%-42% untuk padi sawah dan padi gogo 47-87% (Pitoyo, 2006). IRRI (1992) melaporkan bahwa pada tanaman padi, biaya pengendalian gulma mencapai 50% dari biaya total produksi.

Beberapa jenis gulma yang spesifik pada tanaman padi bahkan mampu mengakibatkan kehilangan hasil yang sangat besar hingga 100 % di antaranya Kolomento (*Leersia hexandra*) 60 %, Jajagoan Lentik (*Echinochloa colonum*) dan Lamhani (*Paspalum distichum*) 85 %, dan Jajagoan (*Echinochloa crus-galli*) bisa mencapai 100 % (Rukmana dan Sugandi, 1999). Penelitian Banejee dan Mandal (2009) menunjukkan bahwa gulma utama pada tanaman padi sistem pindah tanam terdiri dari *Echinochloa colona* (30%), *Cyperus difformis* (20%), *Monochoria vaginalis* (30%) dan *Ludwigia parviflora* (20%).

Pengendalian gulma secara manual menghadapi kendala kurangnya tenaga kerja di bidang pertanian, sehingga biaya penyiangan semakin mahal. Pengendalian gulma dengan herbisida dinilai lebih ekonomis dan efektif dibanding cara lain, gulma dapat dikendalikan dalam waktu yang relatif singkat dengan tenaga kerja yang lebih sedikit dan mencakup areal yang luas.

Beberapa herbisida dilaporkan digunakan untuk mengendalikan gulma di awal pertumbuhannya diantaranya Butachlor (Labrada, 2002), penoxsulam herbisida baru yang merupakan herbisida post emergent menghambat enzim acetoacetat sintetase dan digunakan secara luas di bagian selatan USA (Latsitter *et al.*, 2006) dan pada saat sekarang sedang dikembangkan di Indonesia oleh DowAgro Science. (Ottis *et al.*, 2003) Penoxsulam digunakan sebagai herbisida pasca tumbuh yang mirip dengan *imidazolinone* dan *sulfonylurea*. Bahan aktif ini memiliki spektrum luas, diabsorpsi oleh gulma terutama melalui daun, dan sebagian kecil melalui akar, dan ditranslokasikan.

Tanggap atau respon beberapa jenis gulma terhadap herbisida amat tergantung pada jenis herbisida yang digunakan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi selektivitas herbisida adalah: faktor tumbuhan (gulma), karakteristik herbisida, dan faktor lingkungan. Lebih rinci dijelaskan pula bahwa faktor karakteristik herbisida adalah jenis dan dosis herbisida (Cudney 1996, Rao 2000). Ketidaktepatan penggunaan herbisida adalah dengan ditemukannya gulma yang resisten. Resistensi gulma terhadap herbisida merupakan masalah global. Pada awal tahun 2012, diketahui 372 biotipe gulma resisten di seluruh dunia. Amerika Serikat memiliki 139 biotipe, Australia 60 biotipe, Kanada 52 biotipe, Perancis dan Spanyol masing-masing 33 biotipe, Brazil 25 biotipe, Jerman 26 biotipe, Israel 27 biotipe, Inggris 24 biotipe, dan ada 1-19 di kebanyakan negara-negara lain dengan pertanian intensif. Masing-masing biotipe ini tahan terhadap setidaknya satu *Mode of Action* herbisida resisten. Di Amerika dilaporkan bahwa 116 biotipe gulma resisten terhadap synthase acetolactate (ALS)-inhibiting herbisida (misalnya, chlorimuron, pyriithiobac, imazaquin), dan ada 21 glifosat tahan biotipe-13 (Willian *et al.*, 2012)

Herbisida merupakan bahan kimia yang harus digunakan secara tepat. Penentuan jenis dan dosis herbisida pada tanaman padi yang tepat perlu dilakukan agar pengendalian gulma menjadi efektif dan dampak negatif penendalian gulma dapat ditekan sekecil mungkin. Tujuan penelitian ini untuk menentukan jenis dan dosis herbisida yang tepat untuk mengendalikan gulma pada tanaman padi tanam pindah.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di Desa Jatisari Kecamatan Sambirejo, Kabupaten Sragen Propinsi Propinsi Jawa Tengah pada bulan April s/d September 2017 dengan jenis tanah Grumosol.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi herbisida pra tumbuh dengan bahan aktif penoxsulam (Ricer 240 EC dan Ceroke 410 SE), bispyribac (nominee 100 OF), Metil metsulfuron, etil klorimuron, dan 2,4 D natrium (Ally Plus 77 WP), Pirazosulfuron etil 10 % (TiGold 10 WP). Pupuk Urea, SP 36 dan KCl, insektisida pada tanaman padi.

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan dengan rancangan acak kelompok lengkap, dan diulang sebanyak tiga ulangan sebagai berikut:



H1: Penoxsulam (Ricer 240 SC) dosis 100 ml/ha, H2: Penoxsulam (Ricer240 SC) dosis 125 ml/ha, H3: Penoxsulam (Cherokee 410 SE) dosis 1500 ml/ha, H4: Penoxsulam (Cherokee 410 SE) dosis 1750 ml/ha, H5: Pirazosulfuron etil (TiGold 10 WP) dosis 60 gr/ha, H6: Pirazosulfuron etil (TiGold 10 WP) dosis 70 gr/ha. H7: Bispyribac (Nominee 100 OF)dosis 200 ml/ha, H8: Bispyribac (Nominee 100 OF)dosis 300 ml/ha, H9: Metil metsulfuron, etil klorimuron, dan 2,4 D natrium (Ally Plus 77 WP) dosis 600 g/l, H10: Metil metsulfuron, etil klorimuron, dan 2,4 D natrium (Ally Plus 77 WP) dosis 700 g/l, H11: Pengendalian cara petani, H12: Tanpa perlakuan

Pengamatan yang dilakukan meliputi 1) Keracunan tanaman padi pada 3, 7, 14, dan 28 HSA. 2) Persen (%) pengendalian gulma per spesies 14, 28, 42, dan 56 HSA. menggunakan rumus Abbot. Diukur pada setiap petak perlakuan dengan dengan membandingkannya dengan control (tanpa pengendalian) Rumus Abbot :

$$\% \text{ Pengendalian} = \left( \frac{N_{UT} - N_T}{N_{UT}} \right) \times 100$$

$N_{UT}$  = Jumlah gulma pada petak tanpa perlakuan pada waktu pengamatan

$N_T$  = Jumlah gulma pada perlakuan pada waktu pengamatan

#### Persen kematian Gulma :

Standar Pengamatan (rujukan EWRC Scoring for Efficacy and crop tolerance,)

Scoring (tingkat keracunan)	Efficacy (% control)	GEJALA YANG DITIMBULKAN
1	100	Gulma mati sempurna ( <b>complete kill</b> )
2	98-99	Gulma mati, tidak tampak bagian yang masih hijau ( <b>excellent</b> )
3	96-98	Gulma terkendali ( <b>very good</b> )
4	90-95	Gulma terkendali cukup bagus, tingkat pengendalian dapat diterima ( <b>good-acceptable</b> )
5	83-89	Gulma sebagian terkendali (tidak cukup memuaskan) ( <b>moderate but not generally acceptable</b> )
6	70-82	Gulma sebagian besar masih tampak hijau ( <b>fair</b> )
7	55-69	Hanya separuh gulma mati ( <b>poor</b> )
8	0-30	Gulma tidak terpengaruh oleh perlakuan herbisida ( <b>none</b> )

#### Catatan

	Bagus - Sangat bagus		Good
	Sedang		Moderate
	Jelek		Poor

3) Hasil tanaman padi, diukur dengan ubinan luas 2,5 m X 2,5 m.

Data dianalisis dengan analisis ragam tingkat signifikansi 5 %. Uji beda antar perlakuan dengan uji LSD tingkat signifikansi 5 %.

## HSAIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Vegetasi Gulma Sebelum Aplikasi

Analisis vegetasi gulma sebelum aplikasi herbisida, *E. Cusgalii* (47,50%) merupakan gulma dominan, diikuti oleh *L. octovalvis* (37,32%), *Cyperus sp.*(8,22%) dan *Ludwigia sp.*(7.08%)

### Keracunan Tanaman Padi dan Residu Herbisida Dalam Air Irigasi

Hasil pengamatan keracunan tanaman padi 1, 3, 7, 14, dan 28 HSA. tidak menunjukkan adanya gejala keracunan, sedangkan residu herbisida tidak terdapat pada air irigasi yang keluar dari petak perlakuan 7 HSA.

### Persentase Pengendalian Gulma

Persentase pengendalian Gulma dilakukan dengan menggunakan formula Abbot dan berdasarkan rujukan dari EWRC (*scoring for efficacy and crop tolerance*).Tabel 1.



menyajikan persentase pengendalian gulma *E. crus-galii* dan *L.cinensis*. Untuk *E. crus-galii* pada 14 dan 28 HSA. semua perlakuan yang diuji menunjukkan tingkat pengendalian yang bagus sampai sangat bagus (tingkat pengendaliannya dapat diterima). Pada 42 HSA dan 56 HSA. perlakuan Ricer 240 SC (100 ml/ha) dan TiGold 10 WP (60 gr/ha), dan Ally Plus 77 WP (600 g/l) memberikan tingkat pengendalian sedang, gulma sebagian terkendali (tidak cukup memuaskan). Untuk *L. octovalvis* pada 14 HSA. Menunjukkan tingkat pengendalian yang dapat diterima, pada 28 HSA semua perlakuan memberikan pengendalian yang dapat diterima kecuali perlakuan Ricer 240 SC (100 ml/ha) dan Ally Plus 77 WP (600 g/l). sedang pada 42 HSA. dan 56 HSA perlakuan yang tidak memberikan tingkat pengendalian yang memuaskan adalah TiGold 10 WP (60 gr/ha), Nominee 100 OF (200 ml/ha), Nominee 100 OF (300 ml/ha), dan Ally Plus 77 WP (600 g/l). Perlakuan yang mempunyai tingkat pengendalian yang dapat diterima dan tidak menunjukkan ada beda nyata dengan pengendalian manual.

Tabel 1. Persentase pengendalian gulma *E. cruss-gall* dan *L.cinensis*

Kode	% pengendalian gulma ECHCG				% pengendalian gulma LEFCH			
	Pengamatan... HSA				Pengamatan... HSA			
	14	28	42	56	14	28	42	56
H1	100	100	83,67	85,75	97,50	95,33	90,75	90,50
H2	100	100	95,67	93,75	92,50	95,00	93,75	92,50
H3	100	100	98,33	95,00	100	95,67	95,00	93,25
H4	100	99,67	95,67	98,75	100	98,33	98,75	95,75
H5	98,33	98,33	87,33	87,75	98,75	100	85,75	85,75
H6	100	100	90,33	95,00	100	95,00	95,00	93,75
H7	100	97,00	95,00	90,50	95,00	91,67	87,50	85,00
H8	97,67	95,67	91,67	90,75	97,50	88,33	88,75	87,50
H9	97,33	96,67	85,67	87,75	92,50	85,00	85,75	80,50
H10	100,0	98,33	93,33	90,67	100,25	100,0	90,00	90,33
H11	100,0	98,,00	98,67	97,75	98,75	98,33	98,75	98,75
LSD	5,33	4,76	3,91	5,76	3,21	5,57	5,17	3,17

Keterangan : ECHCG: *E. cruss-galli*, LEFCH: *L.cinensis*, H1: Ricer 240 SC dosis 100 ml/ha H2: Ricer 240 SC dosis 125 ml/ha, H3: Cherokee 410 SE dosis 1500 ml/ha, H4: Cherokee 410 SE dosis 1750 ml/ha H5: TiGold 10 WP dosis 60 gr/ha, H6: TiGold 10 WP dosis 70 gr/ha, H7: Nominee 100 OF dosis 200 ml/ha H8: Nominee 100 OF dosis 300 ml/ha, H9: Ally Plus 77 WP dosis 600 g/l, H10: Ally Plus 77 WP dosis 700 g/l, H11: Pengendalian cara petani H12: Tanpa pengendalian

Tabel 2 menunjukkan bahwa semua perlakuan yang diuji memberikan tingkat pengendalian *L. octovalvis* yang bagus sampai bagus (tingkat pengendalian yang dapat diterima). Pada 14 HSA. dan 28 HSA. semua herbisida yang diuji memberikan tingkat pengendalian *C. iria* yang dapat diterima, sedangkan pada 42 HSA. dan 56 HSA. kecuali herbisida Nominee memberikan tingkat pengendalian yang dapat diterima.

Tabel 2. Persentase pengendalian gulma *L.octovalvis* dan *C. iria*.

Kode	% pengendalian gulma LUDOC				% pengendalian gulma CYPPIR			
	Pengamatan... HSA				Pengamatan... HSA			
	14	28	42	56	14	28	42	56
H1	100	100	95,33	95,75	100	98,33	88,75	87,50
H2	100	100	97,67	96,75	100	97,00	93,75	92,50

H3	100	100	97,00	95,00	100	100	95,00	96,25
H4	100	100	98,33	98,75	100	98,33	98,75	98,75
H5	97,67	98,33	97,00	98,75	100	98,67	90,75	90,75
H6	100	100	97,00	95,00	100	99,00	95,00	95,75
H7	100	97,00	91,67	92,50	100	91,67	87,50	85,00
H8	100	97,67	98,33	98,75	100	98,33	88,75	85,50
H9	98,67	98,67	95,00	93,75	100	95,00	93,75	90,50
H10	100	98,33	97,00	95,00	100	100	95,00	96,25
H11	100	96,67	95,33	98,75	100	98,33	98,75	95,75
LSD	2,31	6,31	4,57	7,43	-	3,87	6,73	9,75

Keterangan : LUDOC: *L. octovalvis*, CYPİR: *C. irias*, H1: Ricer 240 SC dosis 100 ml/ha H2: Ricer 240 SC dosis 125 ml/ha, H3: Cherokee 410 SE dosis 1500 ml/ha, H4: Cherokee 410 SE dosis 1750 ml/ha H5: TiGold 10 WP dosis 60 gr/ha, H6: TiGold 10 WP dosis 70 gr/ha, H7: Nominee 100 OF dosis 200 ml/ha H8: Nominee 100 OF dosis 300 ml/ha, H9: Ally Plus 77 WP dosis 600 g/l, H10: Ally Plus 77 WP dosis 700 g/l, H11: Pengendalian cara petani H12: Tanpa pengendalian

### Hasil Tanaman Padi

Hasil tanaman padi akibat aplikasi herbisida pra tumbuh dapat dilihat pada Tabel 3. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa perlakuan pengendalian gulma dengan menggunakan herbisida pra tumbuh nyata lebih tinggi daripada tanpa dilakukan pengendalian. Aplikasi herbisida Ricer 240 SC (125 ml/ha), Cherokee 410 SE (1500 ml/ha), Cherokee 410 SE (1750 ml/ha), TiGold 10 WP (70 gr/ha), memberikan hasil tanaman padi yang sama dengan pengendalian manual yang dilakukan pada 21 dan 42 HST dan memberikan hasil yang lebih tinggi dari pengendalian gulam menggunakan TiGold 10 WP (60 gr/ha), Nominee 100 OF (200 ml/ha), Nominee 100 OF (300 ml/ha), Ally Plus 77 WP (600 g/l), Ally Plus 77 WP (700 g/l).

Tabel 3. Hasil tanaman padi (ton/ha)

Kode	Produk	Dosis	Hasil (ton/ha)
H1	Ricer 240 SC	100 ml/ha	5,56
H2	Ricer240 SC	125 ml/ha	5,92
H3	Cherokee 410 SE	1500 ml/ha	5,63
H4	Cherokee 410 SE	1750 ml/ha	5,73
H5	TiGold 10 WP	60 gr/ha	5,10
H6	TiGold 10 WP	70 gr/ha	6,01
H7	Nominee 100 OF	200 ml/ha	5,00
H8	Nominee 100 OF	300 ml/ha	5,23
H9	Ally Plus 77 WP	600 g/l	5,00
H10	Ally Plus 77 WP	700 g/l	5,43
H11	Pengendalian manual	-	6,10
H12	Tanpa pengendalian	-	2,30
LSD			0.56

Penurunan hasil tanaman padi apabila gulma tidak dikendalikan sebesar 54,00%-62,29%.

### KESIMPULAN

1. Tidak ada keracunan herbisida pada tanaman padi akibat aplikasi herbisida dan tidak ditemukan residu pada air irigasi yang keluar pada 7 HSA.
2. Aplikasi herbisida yang diuji efektif untuk mengendalikan gulma tanaman padi, kecuali herbisida Ricer 240 SC dosis 100 ml/ha tidak efektif untuk gulma *E. Crus-galii* dan *C. iria*, herbisida Nominee 100 OF dosis 200 ml/ha dan dosis 300 ml/ha tidak efektif untuk mengendalikan gulma *L. octovalvis* dan *C. iria*. Hasil
3. Penurunan hasil apabila tidak dilakukan pengendalian gulma sebesar 54,00% sampai dengan 62,29%.
4. Aplikasi herbisida Ricer 240 SC (125 ml/ha), Cherokee 410 SE (1500 ml/ha), Cherokee 410 SE (1750 ml/ha), TiGold 10 WP (70 gr/ha), memberikan Hasil tanaman padi yang sama dengan pengendalian manual dan memberikan hasil yang lebih tinggi dari pengendalian menggunakan TiGold 10 WP (60 gr/ha), Nominee 100 OF (200 ml/ha)

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai Penelitian Terapan tahun 2017.

## DAFTAR PUSTAKA

- Banerjee, S. Pal, H. and N. N. Mandal. 2009. Efficacy of low dose of herbicides against weeds in transplanted kharif rice (*Oryza sativa* L.). *The Journal of Plant Protection Sciences*, 1(1) : 31-33, 2009 31. journal homepage: [www.aappbckv.org/journal](http://www.aappbckv.org/journal) (2 April 2014)
- Cudney, D.W. 1996. Why herbicides are selective. 1996 Symposium Pro-ceedings. California Exotic Pest Plant Council.[http://www.cal-ipc-org/symposia/archive/pdf/1996\\_symposium\\_proceeding\\_1827.pdf](http://www.cal-ipc-org/symposia/archive/pdf/1996_symposium_proceeding_1827.pdf). Diakses tanggal 22 April 2013.
- IRRI (1992) IRRI. 1992. Gogoranchah: a Farmer's Dry Seeded Rice Practice in Indonesia. Survey Report, Collaborated CRIFC-IRRI, Bogorand Los Banos
- Labrada, 2002 Labrada, R. 2006. Weed management: a basic component of modern crop production. Chapter 2. in H. P.
- Ottis, B.V. , R.E. Talbert, M.S. Malik, and A.T. Ellis. 2003 Rice Weed Control with Penoxsulam (Grasp). Pest management : weed. AAES Research Series 517B.R. Wells Rice Research Studies 2003
- Pitoyo, 2006). Pitoyo, J. 2006. Mesin penyiang gulma padi sawah bermotor. Tabloid Sinar Tani.
- Puslitbangtan, 2012. Puslitbangtan. 2012. Peningkatan Produksi Padi Menuju 2020. BPS .htm [19 Oktober 2016].
- Rao 2000. Rao, V. S. 2000. Principles of weed science. 2nd ed. Science Publishers, Inc., Enfield, NH.
- Savary *et al.* 2000 Savary S, Willocquet L, Elazegui FA, Castilla NP, Teng PS. 2000. Rice Pest Constraints in Tropical Asia: Quantification of Yield Losses due to Rice Pests in a Range of Production Situations. *Plant Dis.* 84: 357-369
- Willian *et al.*, 2012 William K. Vencill, Robert L. Nichols, Theodore M. Webster, John K. Soteris, Carol Mallory-Smith, Nilda R. Burgos, William G. Johnson, and Marilyn R. McClelland. 2012. Herbicide Resistance: Toward an Understanding of Resistance Development and the Impact of Herbicide-Resistant Crops. *Weed Science*, 60(sp1):2-30. 2012

# **SIMULASI SEBAGAI ALAT PENYELESAIAN MASALAH PARKIR TEPI JALAN DALAM PERSPEKTIF TEKNIK INDUSTRI**

Irwan Soejanto<sup>1</sup>, Intan Berlianty<sup>2</sup>, Yuli Dwi Astanti<sup>3\*</sup>

Program Studi Teknik Industri  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
[\\*yuli.upnyk@yahoo.com](mailto:*yuli.upnyk@yahoo.com)

## **ABSTRAK**

*Parkir merupakan aktifitas yang sering dilakukan masyarakat, yaitu berhentinya kendaraan di sebuah lokasi saat kendaraan tersebut ditinggalkan pengemudinya. Parkir yang dilakukan di jalan disebut sebagai parkir Tepi Jalan Umum (TJU). Parkir TJU ini membawa banyak dampak baik bagi masyarakat dan juga pemerintah. Dampak dari parkir ini dapat dipandang dari berbagai perspektif disiplin ilmu. Studi literatur menunjukkan berbagai disiplin ilmu berusaha untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada parkir TJU. Diantaranya yaitu, ilmu ekonomi, teknik sipil, ilmu hukum dan disiplin ilmu lainnya, tak terkecuali teknik industri. Teknik industri dikenal sebagai sebuah ilmu yang berusaha untuk memperbaiki sebuah sistem ke arah yang lebih baik. Salah satu alat yang dipelajari dan digunakan di teknik industri adalah simulasi. Simulasi merupakan imitasi dari sebuah sistem nyata. Penelitian ini akan menjelaskan peran simulasi dalam menyelesaikan permasalahan parkir TJU. Terdapat tiga jenis simulasi yang akan dijabarkan pada penelitian ini, yaitu simulasi monte carlo, simulasi sistem diskret, dan simulasi sistem dinamis. Hasil yang diperoleh adalah ketiga bentuk simulasi tersebut dapat menyelesaikan permasalahan yang berbeda-beda dan menghasilkan pemahaman dan penyelesaian sistem parkir TJU yang lebih menyeluruh.*

*Keywords : Simulasi, Parkir Tepi Jalan, Teknik Industri*

## **1. PENDAHULUAN**

Parkir adalah aktifitas berhentinya kendaraan karena ditinggalkan pengemudinya. Oleh karena itu, dibutuhkan area tertentu sebagai tempat kendaraan berhenti. Dibeberapa lokasi, terdapat area yang khusus diperuntukkan sebagai tempat parkir. Namun, ada pula lokasi yang tidak memiliki tempat parkir. Seringnya, lokasi yang tidak memiliki tempat khusus untuk parkir ini akan menggunakan badan jalan didepan lokasi tersebut untuk parkir. Aktifitas parkir di badan jalan ini disebut sebagai parkir Tepi Jalan Umum (TJU).

Parkir TJU membawa berbagai dampak baik positif maupun negatif bagi pemerintah dan masyarakat. Dampak negatif parkir TJU yang paling banyak terjadi adalah kemacetan jalan. Kemacetan jalan ini merupakan konsekuensi logis dari digunakannya badan jalan dengan tidak semestinya. Area yang seharusnya untuk lalu lintas kendaraan berkurang kapasitasnya karena digunakan sebagai tempat parkir. Selain kemacetan, dampak negatif lainnya adalah adanya parkir liar. Secara umum, parkir liar ini akan mempengaruhi aspek kehidupan masyarakat dari sisi ekonomi dan juga sosial. Selain membawa dampak negatif, parkir TJU juga membawa dampak positif, yaitu sebagai salah satu sumber

Pendapatan Asli Daerah (PAD). Otonomi daerah memungkinkan daerah di Indonesia untuk mendapatkan sumber penghasilan di daerahnya masing-masing. Sumber PAD sebuah daerah bisa berasal dari berbagai sektor, diantaranya adalah dari pajak dan retribusi. Retribusi parkir merupakan salah satu sumber retribusi daerah. Implementasi kebijakan retribusi ini sendiri juga memiliki dampak positif dan negatif bagi pemerintah, disamping dampak langsung yang diakibatkan oleh parkir TJU.

Beberapa permasalahan yang mungkin terjadi pada parkir TJU dapat diselesaikan secara sederhana. Namun, ada juga permasalahan yang bersifat kompleks sehingga susah untuk diselesaikan. Kompleksitas permasalahan terjadi dikarenakan banyaknya variabel yang terlibat serta ketidakpastian atau sifat probabilistik dari variabel didalam sistem parkir TJU. Sebagai sebuah disiplin ilmu yang berbasis pada perbaikan sistem untuk menjadi lebih baik, simulasi merupakan salah satu alat analisis yang dipelajari di Teknik Industri yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dengan variabel probabilistik atau tidak pasti. Simulasi berusaha untuk meniru perilaku dari sebuah sistem nyata dan melakukan percobaan pada model simulasi untuk mengetahui bagaimana alternatif penyelesaian masalah didalam sistem. Penelitian ini akan menjelaskan bagaimana peran simulasi sebagai sebuah alat analisis untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi di parkir TJU. Pendekatan simulasi yang dijelaskan dalam penelitian ini adalah simulasi dalam perspektif disiplin ilmu Teknik Industri.

## **2. PARKIR TJU**

Peraturan tentang parkir di Indonesia dituangkan dalam peraturan daerah, sesuai dengan amanat otonomi daerah. Sebagai contoh Kabupaten Sleman Yogyakarta, peraturan tentang parkir diatur dalam Peraturan Daerah Kabupaten Sleman Nomor 6 Tahun 2015 Tentang Perparkiran. Peraturan tersebut menyebutkan bahwa Perparkiran adalah seluruh kegiatan yang berkaitan dengan penyelenggaraan fasilitas parkir meliputi pengaturan, pembangunan, pembinaan, pengawasan, dan pengendalian sesuai dengan kewenangannya. Parkir adalah keadaan kendaraan berhenti atau tidak bergerak untuk beberapa saat dan ditinggalkan pengemudinya. Fasilitas parkir adalah lokasi yang ditentukan sebagai tempat parkir bagi kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Penyelenggara fasilitas parkir adalah Pemerintah Daerah, orang pribadi atau badan yang menyelenggarakan perparkiran. Pengelola fasilitas parkir adalah setiap orang pribadi atau badan yang mengelola fasilitas parkir yang diselenggarakan oleh penyelenggara parkir. Fasilitas parkir terdiri dari fasilitas parkir di dalam ruang milik jalan dan fasilitas parkir di luar ruang milik jalan. Fasilitas parkir di dalam ruang milik jalan merupakan pelayanan parkir di tepi jalan umum yang diselenggarakan oleh Pemerintah Daerah sesuai dengan kewenangannya.

Retribusi parkir TJU diatur dalam Peraturan Daerah Kabupaten Sleman Nomor 1 Tahun 2012 Tentang Retribusi Pelayanan Parkir di Tepi Jalan Umum. Dalam peraturan tersebut disebutkan bahwa objek retribusi adalah penyediaan pelayanan parkir di tepi jalan umum yang ditentukan oleh Pemerintah Daerah sesuai dengan ketentuan peraturan perundangundangan kecuali kendaraan tidak bermotor. Subjek retribusi adalah orang pribadi atau badan yang menggunakan/menikmati pelayanan parkir di tepi jalan umum. Retribusi pelayanan parkir di tepi jalan umum termasuk golongan retribusi jasa umum. Tingkat penggunaan jasa pelayanan parkir di tepi jalan umum diukur berdasarkan pada frekuensi penggunaan tempat parkir dan jenis kendaraan bermotor. Tarif retribusi ditinjau kembali paling lama 3 (tiga) tahun sekali. Peninjauan tarif Retribusi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan memperhatikan indeks harga dan perkembangan perekonomian.

Tarif retribusi digolongkan berdasarkan jenis kendaraan bermotor ditetapkan sebagai berikut :

1. sepeda motor roda 2 (dua) Rp1.000,00 (seribu rupiah)
2. sepeda motor roda 3 (tiga) Rp1.500,00 (seribu lima ratus rupiah)
3. kendaraan bermotor roda 4 (empat)/mobil Rp2.000,00 (dua ribu rupiah)
4. kendaraan bermotor roda 6 (enam) Rp3.000,00 (tiga ribu rupiah)
5. Kendaraan bermotor roda 10 (sepuluh) atau lebih Rp6.000,00 (enam ribu rupiah)

Pada prakteknya, parkir TJU dikelola oleh pengelola yang terdaftar di dinas perhubungan daerah. Pengelola parkir ini wajib menyerahkan pendapatan retribusi parkir kepada pemerintah sesuai nilai kontrak yang telah disepakati setiap bulannya. Namun pada kenyataannya mengelola parkir TJU tidak lepas dari berbagai permasalahan. Permasalahan yang dihadapi merupakan sebab dan akibat dari adanya parkir TJU. Sudut pandang penyelesaian permasalahan parkir TJU akan dijelaskan pada bagian selanjutnya.

### **3. KAJIAN LITERATUR PARKIR TJU**

Penelitian tentang parkir TJU telah banyak dilakukan. Penelitian tentang parkir TJU tersebut dibahas dari sudut pandang disiplin ilmu yang berbeda. Berdasarkan hasil penelusuran penelitian terdahulu, paling tidak terdapat empat disiplin ilmu yang membahas permasalahan parkir TJU yaitu teknik sipil dan perencanaan, ekonomi, ilmu sosial dan politik serta ilmu hukum. Penelusuran dilakukan hanya untuk penelitian di Indonesia. Hal ini dikarenakan permasalahan parkir yang diteliti adalah parkir TJU di Indonesia.

Penelitian parkir TJU berdasarkan disiplin ilmu Teknik Sipil dan Perencanaan (TSP) sebagian adalah tentang kinerja jalan dan ruas jalan sebagai jalur lalu lintas. Tamin dkk (1999); Budisusetyo (2004); Mustafa (2004) dan Gea dan Harianto (2012) melakukan penelitian dengan menggunakan kaidah perhitungan dalam disiplin ilmu TSP tentang pengaruh perparkiran di badan jalan terhadap kinerja ruas jalan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa parkir pada badan jalan mengakibatkan penurunan kapasitas ruas jalan yang berdampak pada penurunan kinerja ruas jalan. Parkir TJU membawa kerugian besar bagi pengguna jalan, bahkan kerugian ini tidak sebanding jika dibandingkan dengan keuntungan yang diperoleh pengelola parkir. Penelitian lain dilakukan oleh Sudirahardjo (2004) tentang analisis kebutuhan ruang parkir. Pokok penelitian tersebut adalah mengidentifikasi perilaku lalu-lintas yang memerlukan parkir dan menganalisis kebutuhan ruang parkir berdasarkan permintaan saat ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan parkir kendaraan 10 tahun yang akan datang akan mengalami peningkatan sekitar 3 (tiga) sampai 5 (lima) kali lipat dari saat dilakukan penelitian. Sudut pandang lain dari disiplin ilmu TSP adalah penelitian oleh Suwardo (2014). Penelitian tersebut menganalisis pendapatan daerah yang diperoleh dari retribusi parkir TJU. Penelitian ini melakukan survey dan perhitungan berapa besar pendapatan parkir TJU secara riil dibandingkan dengan pendapatan yang disetorkan ke pemerintah daerah. Hasil yang diperoleh adalah adanya kesenjangan yang sangat signifikan antara pendapatan riil dan pendapatan yang disetorkan.

Disiplin ilmu lain yang juga meneliti tentang parkir TJU adalah ilmu hukum. Parkir TJU diatur dalam peraturan daerah sesuai dengan mandat otonomi daerah. Kaporu (2014) dan Dewi (2013) melakukan penelitian tentang bagaimana retribusi daerah mempengaruhi PAD. Sehubungan dengan adanya perbedaan potensi parkir dengan realisasi penerimaan saat operasional dilapangan. Walaupun peranannya tidak terlalu besar, retribusi parkir juga memiliki pengaruh bagi PAD. Retribusi parkir mampu mencapai bahkan melebihi target yang telah ditetapkan tiap tahunnya. Pemerintah daerah harus melakukan usaha untuk meningkatkan kontribusi retribusi parkir, salah satunya yaitu menaikkan target PAD dan

menaikan target retribusi parkir tiap tahunnya. Faktor–faktor yang menyebabkan kecilnya angka penerimaan retribusi parkir di tepi jalan umum adalah faktor sistem manajemen penanganan parkir dan faktor sistem pemungutan retribusi parkir yang belum berjalan secara baik. Soza dkk (2015) melakukan penelitian tentang implementasi peraturan daerah tentang parkir TJU. Dari hasil penelitian diketahui bahwa pengelolaan retribusi parkir di tepi jalan di sudah cukup baik tetapi belum optimal dikarenakan banyaknya hambatan, maka diperlukan upaya untuk menanggulangi hambatan tersebut.

Disiplin ilmu sosial dan politik juga turut mengambil peran dalam permasalahan parkir TJU. Dengan mengimplementasikan penelitian deskriptif kualitatif, Enembe (2006); Kusuma (2012); Rahmad (2014); Asyuna (2015); Wulandari (2015); dan Rahmah (2016) melakukan penelitian tentang implementasi dan pengawasan kebijakan parkir oleh pemerintah daerah. Masing-masing penelitian tersebut menggunakan pendekatan teori yang berbeda-beda. Secara garis besar diketahui bahwa banyak sekali permasalahan yang terjadi pada sistem parkir TJU baik dari sisi pemangku kepentingan maupun pelaksana dilapangan. Permasalahan tersebut antara lain adanya kebocoran jumlah pendapatan seharusnya, sehingga target tidak pendapatan dari retribusi tidak tercapai. Permasalahan lain adalah adanya penyimpangan pengelolaan parkir di lapangan, komunikasi dan sosialisasi yang kurang optimal, belum maksimalnya lahan parkir, pengelolaan parkir, dan pengendalian parkir, perilaku para juru parkir yang tidak tertib, dan adanya hambatan kepentingan dari koordinator lapangan yang merasa memiliki lahan parkir. Pada akhirnya pengelolaan parkir yang tidak efektif di lapangan berdampak pada serapan penerimaan daerah dari sektor parkir yang dibuktikan dengan tidak pernah tercapainya target realisasi anggaran retribusi parkir tepi jalan umum.

Disiplin ilmu selanjutnya yang melakukan penelitian pada sistem parkir TJU adalah ekonomi. Arvita (2015) melakukan penelitian untuk mengetahui faktor-faktor penyebab rendahnya realisasi penerimaan retribusi parkir dengan menggunakan *Principal Component Analysis* atau *PCA*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: faktor utama penyebab rendahnya realisasi penerimaan retribusi parkir adalah faktor sosialisasi peraturan daerah tentang parkir TJU. Prasetyo (2008); Setyawan (2012); Reski dan Pusposari (2013); dan Sabana dan Sutrisno (2013) mendiskripsikan dan menganalisis tentang potensi Retribusi Parkir Kendaraan, dan kontribusi Retribusi Parkir Kendaraan terhadap Pendapatan Asli Daerah. Penelitian ini menggunakan alat analisis kuantitatif. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa walaupun masih kecil rata-ratanya retribusi parkir TJU akan tetapi cukup berarti dalam pembiayaan penyelenggaraan pemerintah.

#### **4. SIMULASI PARKIR TJU**

Teknik Industri merupakan sebuah ilmu yang mempelajari bagaimana merancang dan merencanakan agar sistem bekerja lebih efektif dan efisien. Salah satu cara untuk menganalisis dan mengevaluasi agar sistem bekerja dengan lebih baik adalah dengan menggunakan Simulasi. Simulasi didefinisikan sebagai aplikasi untuk menirukan atau merepresentasikan perilaku dari suatu sistem nyata, yang biasanya dilakukan pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu (Law dan Kelton, 2000). Banks dkk (2009) menulis bahwa model simulasi dapat digunakan sebagai alat analisis untuk memprediksi efek dari perubahan sistem yang ada dan sebagai alat desain untuk memprediksi kinerja dari sistem baru dengan berbagai keadaan.

Harrell (2004) menjelaskan bahwa simulasi merupakan tiruan dari sistem dinamis menggunakan model komputer untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja sistem. Pada dasarnya simulasi bukanlah alat yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang optimal namun, dapat digunakan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan berbagai pertimbangan atas alternatif yang ditawarkan. Kelebihan metode simulasi adalah dengan mengimitasi sistem nyata maka pemodel dapat melihat perilaku dari system, simulasi dapat menghemat biaya dari pada melakukan percobaan didalam sistem, dan fleksibel terhadap waktu dan lingkungan.

Suryani (2006) menjelaskan bahwa dalam melakukan simulasi terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan diantaranya sebagai berikut; 1.) Pendefinisian system, 2.) Formulasi model, 3.) Pengambilan data, 4.) Pembuatan model, 5.) Verifikasi model, 6.) Validasi model, 7.) Skenarioisasi, dan 8.) Interpretasi model. Terdapat berbagai bentuk simulasi. Pada penelitian ini akan dijelaskan 3 (tiga) jenis simulasi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada parkir TJU, yaitu simulasi monte carlo, simulasi sistem diskrit dan simulasi sistem dinamis.

Simulasi Monte Carlo (MC) juga dikenal sebagai simulasi *random sampling*. Tersine (1994) menjelaskan bahwa MC merupakan bentuk simulasi dimana solusi dari permasalahan digambarkan berdasarkan proses random. Bilangan random ini merupakan perwakilan dari variabel probabilistik atau tidak pasti dari sebuah sistem. Bilangan random ini mewakili variabel berdasarkan distribusi frekuensi kemunculan setiap variabel di dalam sistem. Simulasi MC banyak diimplementasikan pada berbagai permasalahan, seperti ketidakpastian permintaan sebuah produk, waktu antar kedatangan dan waktu proses antrian, kerusakan mesin, simulasi persediaan, dan berbagai permasalahan yang lain.

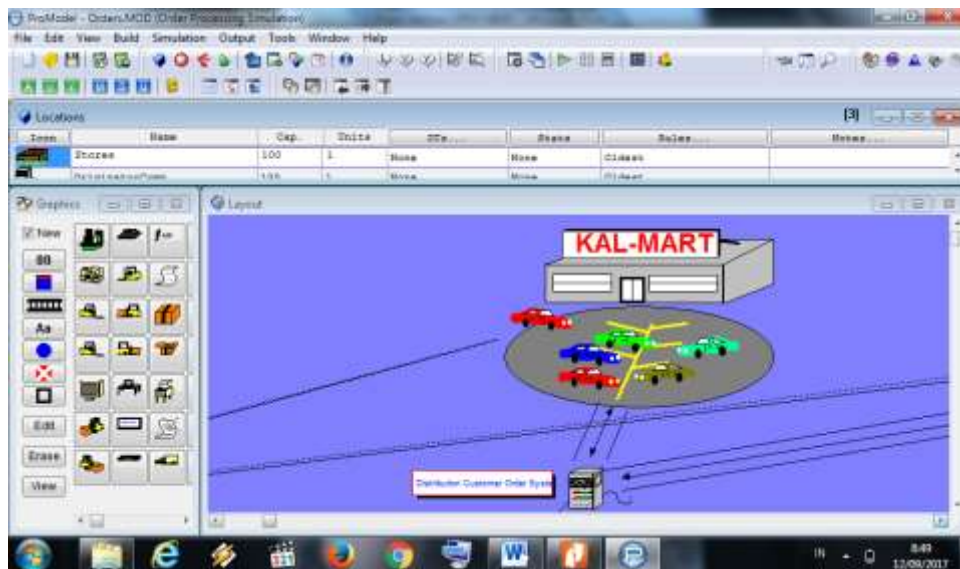
Simulasi MC dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan didalam parkir TJU. Jika merujuk pada bagian sebelumnya, simulasi MC dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan disiplin ilmu TSP dan ekonomi. Sistem parkir TJU mempunyai banyak sekali variabel yang bersifat probabilistik. Permasalahan jalan yang mengalami kemacetan, erat hubungannya dengan jumlah kendaraan yang melintas dan kendaraan yang parkir di TJU yang pada akhirnya akan berdampak pada berapa lahan yang dibutuhkan untuk kendaraan parkir. Begitu pula dengan permasalahan kontribusi retribusi parkir terhadap PAD. Seperti dijelaskan dalam peraturan daerah bahwasanya komponen retribusi parkir meliputi jenis kendaraan dan frekuensi kendaraan. Kedua variabel ini merupakan variabel yang sangat probabilistik. Tidak ada yang dapat memastikan kendaraan apa dan berapa jumlahnya yang akan parkir pada sebuah lokasi parkir. Dengan menggunakan simulasi MC, permasalahan yang melibatkan variabel probabilistik dalam sistem parkir TJU dapat diselesaikan. Langkah-langkah penyelesaiannya adalah 1.) menentukan tujuan dari simulasi, 2.) menetapkan sebuah distribusi probabilitas dari variabel probabilistik, 3.) membuat distribusi probabilitas kumulatif untuk setiap frekuensi, 4.) membangkitkan bilangan acak sesuai dengan interval frekuensi yang diwakili, 5.) mensimulasikan sistem, 6.) mensimulasikan serangkaian alternatif atau percobaan terhadap sistem.

Simulasi yang kedua adalah Simulasi Sistem Diskret (SSD). SSD merupakan bentuk simulasi untuk sistem yang perubahan variabelnya berada pada titik waktu tertentu (Banks, 2009). SSD merupakan sebuah simulasi yang berbasis proses dalam sistem. Maka, terdapat beberapa komponen dalam sistem yang perlu dipahami saat ingin mensimulasikan sistem menggunakan SSD. Komponen tersebut antara lain entitas, sumber daya, variabel, kejadian, dan aktifitas. SSD biasa dilakukan dengan mengaplikasikan software tertentu. Salah satu software SSD adalah ProModel. Dalam melakukan SSD, data historis memegang peranan



yang sangat penting. Data historis yang merangkum penyederhanaan dari sistem, mulai dari masukan, proses, sampai keluaran sistem.

Permasalahan parkir TJU yang dapat diselesaikan menggunakan SSD antara lain adalah permasalahan terkait kebutuhan lahan parkir TJU, besarnya tarif retribusi parkir TJU, evaluasi implementasi kebijakan parkir TJU serta analisis dan evaluasi kemacetan jalan yang diakibatkan oleh parkir TJU. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut menggunakan SSD maka peneliti harus menentukan tujuan dan batasan permasalahan yang akan diselesaikan. Sebagai contoh adalah evaluasi kemacetan jalan. Langkah selanjutnya setelah menentukan tujuan adalah mengumpulkan data tentang luas jalan, luas bahu jalan yang biasa digunakan untuk parkir TJU, volume kendaraan yang melintas, waktu antar kedatangan kendaraan parkir, jumlah lokasi tujuan dan data-data lainnya. Data tersebut kemudian menjadi masukan simulasi dan akan diproses menggunakan kaidah-kaidah dalam SSD. Keluaran simulasi ini kemudian akan divalidasi untuk memastikan apakah model SSD sudah sesuai dengan sistem nyatanya. Jika sudah valid maka dapat digunakan untuk membangkitkan beberapa skenario usulan sistem yang akan di evaluasi. Sehingga didapatkan sebuah sistem yang lebih baik dari sebelumnya. Contoh SSD menggunakan software ProModel untuk sistem parkir seperti pada Gambar 1.

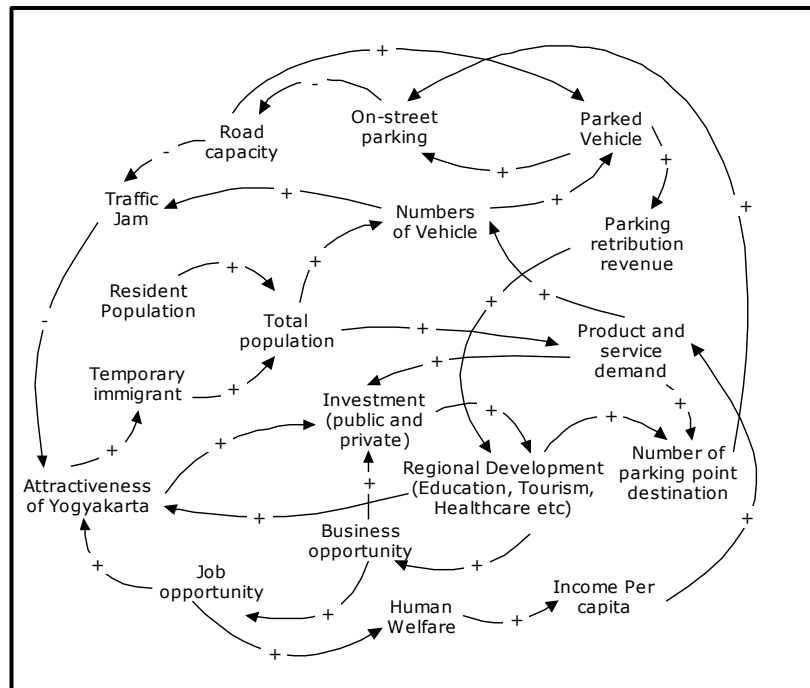


Gambar 1. Simulasi sistem parkir menggunakan software ProModel

Sumber : [www.promodel.com](http://www.promodel.com)

Simulasi ketiga yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam sistem adalah Simulasi Sistem Dinamis (SisDin). Sterman (2000) menjelaskan bahwa SisDin adalah metode untuk memperkuat pembelajaran dalam sistem yang kompleks, dan sebagian, adalah sebagai metode untuk membentuk suatu management flight simulator, model simulasi komputer, untuk membantu dalam mempelajari kompleksitas dinamis, mengerti resistensi kebijakan, dan mendesain kebijakan yang lebih efektif. Didalam SisDin, permasalahan dalam sistem dipandang sebagai hasil dari hubungan yang saling mempengaruhi antar variabel didalam sistem. Tujuan utama dari SisDin adalah untuk memperoleh pemahaman atas suatu sistem. Berbeda dengan SSD yang lebih menekankan pada proses fisik sebuah sistem. SisDin memungkinkan pemodel untuk mensimulasi variabel yang mungkin bersifat *intangibile*.

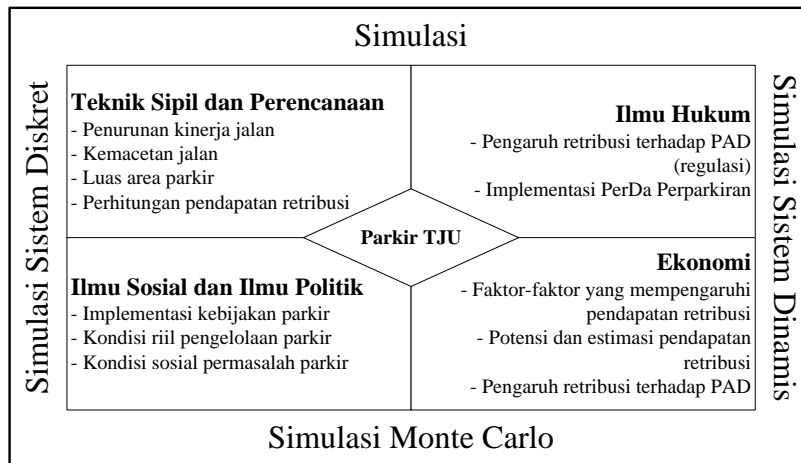
Langkah pertama dari penyelesaian permasalahan menggunakan SisDin dalam memahami dan mengumpulkan data dari sebuah sistem. Data yang dikumpulkan antara lain adalah data tertulis, data mental dan data numerik. Data tertulis adalah data tentang sistem yang berasal dari dokumen milik pihak yang terkait dengan sistem. Data mental merupakan data yang memuat informasi paling banyak dan merupakan sumber data utama pembangunan SisDin. Data mental berbentuk konseptual dari informasi dan pemahaman struktur dari sebuah sistem. Data ini menggambarkan hubungan antar variabel didalam sistem. Data numerik mendukung proses kuantifikasi pembuatan model dan memberikan penjelasan sistem secara matematis. SisDin dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dalam parkir TJU, Gambar 2 menjelaskan implementasi SisDin dalam permasalahan parkir TJU.



Gambar 2 2. Causal Loop Diagram Parkir TJU (Soejanto dkk, 2017)

## 5. KESIMPULAN

Pada dasarnya simulasi bukanlah alat optimasi. Simulasi adalah sebuah usaha untuk meniru sebuah sistem nyata dan mempelajari perilaku sistem tersebut sehingga dapat digunakan untuk memformulasikan kebijakan agar sistem menjadi lebih efektif dan efisien. Berdasarkan uraian pada bagian sebelumnya, dapat diketahui bahwa permasalahan parkir TJU dapat diselesaikan dari berbagai sudut pandang disiplin ilmu. Simulasi, sebagai alat yang mempunyai beberapa jenis dengan karakteristik yang berbeda dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang mungkin sebenarnya di akomodir oleh disiplin ilmu lainnya. Gambar 3 menjelaskan bagaimana simulasi dapat mengakomodir permasalahan dalam parkir TJU.



Gambar 3. Implementasi simulasi dalam parkir TJU

### UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini merupakan bagian dari penelitian yang berjudul “Pengembangan Model dan Simulasi Pendapatan Retribusi Parkir Tepi Jalan (*On-Street Parking*) untuk Meningkatkan Pendapatan Asli Daerah : Studi Kasus di Wilayah Kabupaten Sleman” yang dibiayai oleh Hibah Penelitian Produk Terapa DIKTI tahun 2016.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arief, S., & Aji, T. (2013). Pengendalian persediaan menggunakan simulasi berbasis spreadsheet. *Kaunia, Vol IX No. 1*, 53-62.
- Arvita, B. (2015). *Analisis Faktor-Faktor Rendahnya Realisasi Penerimaan Retribusi Parkir Kota Padang*. Padang: Tugas Akhir, Program Studi Akuntansi, Universitas Negeri Padang.
- Asyuna, R. (2015). *Implementasi Retribusi Parkir di Tepi Jalan Umum di Kota Kijang Kecamatan Bintan Timur Kabupaten Bintan*. Tanjungpinang: Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Banks, J., Carson, J., Nelson, B., & Nicole, D. (2009). *Discrete Event System Simulation*. Prentice Hall.
- Budisusetyo, D. R. (2004). *Pengaruh Parkir Kendaraan Roda Empat Terhadap Arus Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Raya Tuntang - Batas Kota Salatiga*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Dewi, R. S. (2013). *Peranan Retribusi Parkir dalam Meningkatkan Pendapatan Asli Daerah Kota Magelang*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- Enembe, M. (2006). *Studi Implementasi Peraturan Daerah Nomor 1 Tahun 2004 Tentang Penyelenggaraan dan Retribusi Parkir Tepi Jalan Umum Kota Semarang (Studi Kasus di Kawasan Simpang Lima)*. Semarang: Tesis, Magister Ilmu Administrasi, Universitas Diponegoro.
- Gea, S. A., & Harianto, J. (2012). Analisa Kinerja Ruas Jalan Akibat Parkir pada Badan Jalan (Studi Kasus : Pasar dan Pertokoan Jalan Besar Delitua). *Jurnal Teknik Sipil USU, 1*.

- Harrel, Charles, *et al.* 2004. *Simulation Using ProModel*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Kapioru, E. H. (2014). Implementasi Peraturan Daerah Kota Kupang Nomor 15 Tahun 2011 Tentang Retribusi Pelayanan Parkir di Tepi Jalan Umum. *Jurnal Nominal, Volume III No 1*, 111-119.
- Kusuma, T. (2012). *Pengawasan Penyelenggaraan Retribusi Parkir oleh Dinas Perhubungan, Komunikasi, dan Informatika Kota Serang*. Serang: Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Law, Averill. M and W. David Kelton. 2000. *Simulation Modeling And Analysis (Third ed.)*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- Mustafa, N. T. (2004). *Pengaruh Kegiatan Parkir Pada Tepi Jalan Empat Lajur Dua Arah Terhadap Kapasitas Jalan*. Semarang: Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Peraturan Daerah Kabupaten Sleman Nomor 6 Tahun 2015 Tentang Perparkiran
- Peraturan Daerah Kabupaten Sleman Nomor 1 Tahun 2012 Tentang Retribusi Pelayanan Parkir di Tepi Jalan Umum
- Prasetyo, H. (2008). *Analisis Penerimaan Retribusi Parkir Terhadap Pendapatan Asli Daerah*. Yogyakarta: Tugas Akhir, Program Studi Akuntansi, Universitas Sanata Dharma.
- Rahmad, P. (2014). Implementasi Kebijakan Retribusi Pelayanan Parkir di Tepi Jalan Umum. *eJournal Ilmu Administrasi Negara, Volume 4 No 2*, 1314-1326.
- Rahmah, S. (2016). *Evaluasi Terhadap Pengelolaan Parkir Tepi Jalan Umum di Kawasan Simpang Lima Kota Semarang*. Semarang: Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu, Universitas Diponegoro.
- Reski, A., & Pusposari, D. (2013). Analisis Optimalisasi Retribusi Parkir Tepi Jalan Umum di Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB, Vol. 2 No. 1*.
- Sabana, C., & Sutrisno, R. c. (2013). Potensi Retribusi Parkir di Kabupaten Pekalongan. *Pena Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Vol 24 No 1*.
- Setyawan, A. (2012). *Analisis Pengaruh Retribusi Parkir Kendaraan Terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD) Kota Surakarta Tahun 1999 - 2010*. Surakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Soejanto, I., Berlianty, I., & Astanti, D. Y. (2017). A System Dynamic Conceptual Framework of On-Street Parking Increase. *International Prosiding of IAPA 2017*. Surabaya: IAPA International Conference, Universitas Airlangga.
- Soza, h. N., Suyatna, N. I., & Suardita, K. I. (2015). Penyelenggaraan Retribusi Parkir di Tepi Jalan di Kota Denpasar. *Vol. 03 No. 02*.
- Sudirahardjo, R. (2004). Analisis Kebutuhan Ruang Parkir di Pasar Bandarjo Ungaran. *PILAR, 13*, 8-24.
- Suryani, Erma, 2006, *Pemodelan dan Simulasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Suwardo, Utomo, H.B., dan Dharma, H.A., 2004, *Analisis Pendapatan Daerah dari On-street Parking*, <http://suwardo.staff.ugm.ac.id> diakses 2 Maret 2017.

Sterman, J. (2000). *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for A Complex World*. Boston: The McGraw Hill Companies, Inc.

Tamin, z. O., Soedirdjo, L. T., Hidayat, H., & Kusumawati, A. (1999). Pengaruh Perparkiran di badan Jalan (On-Street Parking) Terhadap Kinerja Ruas Jalan: Studi Kasus di DKI Jakarta. *Jurnal Transportasi, Forum Studi Transportasi antar perguruan tinggi (FSTPT)*, 1, 1-17.

Tersine, R. J. (1994). *Principle of Inventory and Materials Management*. New Jersey: Prentice-Hall.

Wulandari, S. (2015). Pengelolaan Parkir Tepi Jalan Oleh UPTD Pengelola Parkir Pada Dinas Perhubungan Kota Samarinda. *eJournal Administrasi Negara, Volume 3 No 1*, 35-46.

[www.promodel.com](http://www.promodel.com). Diakses 1 September 2017. Pukul 10:42

## **Optimalisasi Pengelolaan Sumur Tua Dalam Rangka Peningkatan Produksi Minyak Nasional Dan Kesejahteraan Masyarakat**

M. Irhas Effendi ; [m\\_irhaseffendi@yahoo.com](mailto:m_irhaseffendi@yahoo.com)

Sayoga Heru P ; [heru@hatiesp175.com](mailto:heru@hatiesp175.com)

Sudarmoyo ; [darmoyo\\_upnvy@yahoo.com](mailto:darmoyo_upnvy@yahoo.com)

\*Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Jl SWK 104, Condongcatur, Depok, Yogyakarta 55283

### **ABSTRAK**

Indonesia memiliki sumur tua yang masih berpotensi, hal ini menjadi fokus penelitian. Dalam rangka meningkatkan dan mengoptimalkan produksi minyak bumi dalam suatu Wilayah Kerja Pertambangan (WKP) Kontrak Kerja Sama (KKS) yang didalamnya terdapat sumur tua untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat di sekitar lokasi sumur tua, maka Menteri ESDM menetapkan Peraturan Menteri (Permen) ESDM No. 1 tahun 2008 tentang Pedoman Pengusahaan Pertambangan Minyak Bumi pada Sumur Tua. Terkait dengan terbitnya Permen ESDM No. 1 tahun 2008, SKKMIGAS bersama-sama dengan Kementerian ESDM (ditjen Migas dan Setjen ESDM) dan PT PERTAMINA EP menyusun Pedoman Tata Kerja dengan tujuan sebagai pedoman kerja untuk SKKMIGAS dan Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS) dalam menangani permohonan KUD/BUMD tentang pengusahaan minyak bumi pada sumur tua. Dengan adanya peraturan ataupun pengawasan yang jelas, usaha pengembangan sumur tua dapat menjadi penggerak perekonomian bagi warga sekitar. Aspek keamanan, lingkungan, kesehatan warga dan pelaku industri dapat terjaga dengan baik. Dengan terlibatnya BUMD / KUD dalam mengembangkan sumur tua, diharapkan menjadi permulaan peran usaha daerah di sektor migas Indonesia. Usaha pengembangan sumur tua sedikit berbeda dengan usaha perminyakan pada umumnya. Penelitian ini membahas dari definisi sumur tua, tahapan perijinan sumur tua, metoda pemilihan sumur tua yang masih berpotensi, sikap dan persepsi masyarakat sekitar lapangan sumur tua sampai teknologi yang berkembang saat ini untuk pengelolaan sumur tua. Pengelolaan sumur tua menjadi tidak ekonomis jika menggunakan Standart Teknologi Perminyakan yang ada saat ini,. Oleh karena itu, perlu adanya inovasi RIG Tepat Guna dan Pompa APTG yang sesuai dengan karakteristik pengelolaan sumur tua, agar efisien, ekonomis dan memenuhi standar HSE di industri perminyakan.

Kata kunci : RIG Tepat Guna , Pompa APTG, Pengelolaan sumur tua

### **PENDAHULUAN**

Penurunan harga minyak bumi yang drastis mengakibatkan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi menurun sehingga tidak bertambahnya cadangan serta produksi yang terus mengalami *decline* di Indonesia. Oleh karena itu, perlu memanfaatkan sumur-sumur tua untuk meningkatkan produksi minyak bumi di Indonesia. Tentunya dengan kondisi harga minyak bumi yang turun drastis, perlu adanya suatu inovasi agar pengelolaan sumur-sumur tua di Indonesia menjadi ekonomis dan dapat memberikan *multie ffect* kepada masyarakat sekitar lapangan sumur tua.

Beberapa regulasi telah dirubah berkaitan dengan pengelolaan sumur-sumur tua. Diantaranya adalah Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 1 Tahun 2008 yang menggantikan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor

1285.K/30/M.PE/1996 mengenai pedoman pengusahaan pertambangan minyak bumi pada sumur-sumur tua yang sudah tidak sesuai dengan perkembangan peraturan perundang-undangan di bidang minyak dan gas bumi.

Menurut Peraturan Menteri ESDM Nomor 01 Tahun 2008, definisi sumur tua adalah sumur-sumur minyak bumi yang dibor sebelum tahun 1970 dan pernah diproduksi serta terletak pada lapangan yang tidak diusahakan pada suatu wilayah kerja yang terikat Kontrak Kerja Sama dan tidak diusahakan lagi oleh Kontraktor. Pemerintah berupaya mengoptimalkan produksi minyak bumi termasuk juga sumur tua. Pengelolaan sumur tua diutamakan dilakukan oleh perusahaan daerah seperti BUMD dan KUD, dengan tujuan meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar.

Oleh karena itu perlu adanya suatu inovasi untuk mengoptimalkan pengelolaan sumur-sumur tua. Inovasi dimulai dari konsep pengelolaan sampai teknologi yang digunakan untuk pengelolaan yang lebih efisien, efektif dan ekonomis.

LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta sudah pernah melakukan inovasi Teknologi Tepat Guna ini, dan telah memiliki ijin operasi serta dicoba untuk melakukan reaktivasi sumur-sumur *suspended* di PT. PERTAMINA EP Asset 4 Field Cepu. Inovasi RIG Tepat Guna yang pernah digunakan reaktivasi sumur tua di PT. Pertamina EP dan well service sumur CBM di PT. Medco E&P seperti ditunjukkan pada **Gambar 1.** dan **Gambar 2.** Pompa APTG yang pernah digunakan untuk produksi sumur tua di Lapangan Kedinding dan Lapangan Klamono ditunjukkan pada **Gambar 3.** dan **Gambar 4.**

## LOKASI PENELITIAN

Kabupaten Grobogan merupakan bagian dari Cekungan Jawa Timur Utara yang terbukti kaya kandungan minyak dan gas bumi, selain adanya sejumlah lapangan migas yang berproduksi di wilayah ini, Lapangan Gabus yang terletak di sebelah barat daerah Cepu akan menjadi salah satu penghasil minyak di wilayah tersebut. Penyebaran potensi lapangan sumur tua ditunjukkan pada **Gambar 5.**

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tahapan Persiapan

Melakukan tinjauan pustaka tentang sumur tua, mulai dari tahapan perijinan sampai teknologi yang digunakan pada sumur tua.

### Tahapan Desain RIG Tepat Guna dan Pompa APTG

Membuat desain RIG Tepat Guna dan Pompa APTG berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dipelajari serta berdasarkan pengalaman peneliti untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan karakteristik sumur tua.

### Tahapan Survei

Melakukan survei di lapangan sumur tua untuk mendapatkan gambaran kondisi sumur tua saat ini dan kegiatan geolistrik untuk mendapatkan gambaran struktur bawah permukaan. Tahapan didalam melakukan survei sumur tua ditunjukkan pada **Gambar 6.**

### Tahapan Kuesioner

Melakukan penyebaran kuesioner untuk masyarakat di sekitar lapangan sumur tua untuk mendapatkan gambaran mengenai persepsi dan sikap masyarakat terhadap perusahaan sumur tua.

### **Tahapan Evaluasi dan Validasi Hasil Survei Lapangan**

Melakukan evaluasi berdasarkan data yang diperoleh dan melakukan validasi hasil survei lapangan. Kemudian melakukan analisa pemilihan sumur tua yang berpotensi untuk dilakukan reaktivasi baik secara subsurface dan surface.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Tinjauan Pustaka**

#### **Fisiografi Regional**

Gambaran geologi di daerah Kabupaten Grobogan perlu ditinjau dari tatanan geologi secara regional dari Cekungan Jawa Timur Utara. Secara fisiografi Cekungan Jawa Timur Utara meliputi perbukitan antiklinorium Zona Kendeng di bagian selatan, perbukitan Blora, Cepu, Ngimbang; Zona Randublatung, dan Zona Rembang di daerah tepi pantai utara Jawa. Pembahasan geologi meliputi masalah stratigrafi, kerangka tektonik regionalnya, pola-pola struktur geologi serta potensi hidrokarbon dan sistem pemerangkapan di daerah tersebut. (**Gambar 7.**)

#### **Stratigrafi Regional**

Batuan tertua yang merupakan batuan dasar di Cekungan Jawa Timur Utara adalah batuan metasedimen dan batuan beku (granit). Batuan dasar ini diperkirakan berumur Kapur-Jura / Pratersier. Di atas batuan Pratersier ini, secara tidak selaras diendapkan sedimen Tersier (Mujiono et.al, 2001) seperti yang disajikan pada **Gambar 8.**

#### **Prosedur Pengusahaan Sumur Tua**

Prosedur administratif pengajuan perusahaan sumur tua saat ini diatur dalam Peraturan Menteri ESDM Nomor 01 Tahun 2008, tentang Pedoman Pengusahaan Pertambangan Minyak Bumi Pada Sumur Tua. Pengajuan kerjasama perusahaan dan produksi sumur tua oleh KUD atau BUMD melalui tiga tahapan, yaitu :

1. Tahapan Permohonan Persetujuan,
2. Tahapan Perjanjian Memproduksi Minyak Bumi, dan
3. Tahapan Pelaksanaan Memproduksi Minyak Bumi.

Bagan Alir Permohonan Pengusahaan Pertambangan Minyak Bumi Pada Sumur Tua Berdasarkan Permen 01/2008 ditunjukkan pada **Gambar 9.**

#### **Teknologi untuk Pengusahaan Sumur Tua**

Teknologi yang dimaksud disini merupakan teknologi yang selama ini digunakan untuk re-opening dan produksi sumur-sumur tua di Indonesia, seperti yang sudah dilakukan di lapangan Wonocolo, lapangan Ledok oleh masyarakat sekitar lapangan sumur tua.

Untuk pengelolaan sumur tua saat ini dapat dibagi menjadi dua jenis, yang membedakan jenis pengelolaan ini adalah teknologi yang mendukungnya, yaitu :

1. Teknologi Tradisional



## 2. Teknologi Semi-Tradisional

### Teknologi Tradisional

Teknologi tradisional atau lebih dikenal dengan metoda sumur timba manual merupakan teknologi yang paling sederhana yang digunakan untuk melakukan re-opening dan produksi sumur-sumur tua. Metoda ini tidak memerlukan biaya investasi yang besar dan sangat mudah dalam pengoperasiannya, tetapi teknologi ini memiliki beberapa kekurangan dimana produksi akan sangat terbatas karena sangat bergantung pada tenaga kerja manusia dan memerlukan ruang untuk dapat menarik kabel / kawat baja (yang menarik timba sampai ke permukaan sumur) sejauh kedalaman sumur.

Teknologi tradisional untuk re-opening dan produksi sumur tua ditunjukkan pada **Gambar 10** dan **Gambar 11**.

### Teknologi Semi-Tradisional

Teknologi semi-tradisional atau lebih dikenal dengan metoda sumur timba mekanis. Metoda ini merupakan modifikasi dari metoda sumur timba manual, dimana tenaga kerja manusia diganti dengan mesin. Kelebihan teknologi ini adalah kinerja produksi tidak tergantung kekuatan tenaga kerja manusia dan tidak memerlukan ruang untuk menarik kabel baja karena kabel baja tidak perlu ditarik sejauh kedalaman sumur akan tetapi dirubah menjadi ditarik oleh mesin. Metoda ini memerlukan investasi berupa mesin penarik yang dapat berupa mesin mobil / truk yang memiliki kekuatan sebesar beban penimbaan.

Teknologi semi-tradisional untuk produksi sumur tua ditunjukkan pada **Gambar 12**. Teknologi re-opening sumur tua sekarang ini juga mengalami perkembangan seperti yang pernah dilakukan oleh LPPM UPN, tentu saja teknologi itu dengan kondisi harga minyak saat ini perlu dilakukan perubahan atau inovasi karena terkait dengan keekonomian sumur tua. Hal inilah yang menjadi fokus peneliti untuk membuat inovasi agar dapat mengoptimalkan pengelolaan sumur tua dalam rangka peningkatan produksi minyak Nasional dan kesejahteraan masyarakat.

### Tahapan Desain RIG Tepat Guna dan Pompa APTG

Kegiatan ini merupakan hasil dari inovasi peneliti yang melihat adanya potensi sumur tua tetapi karena teknologi yang digunakan menjadikan sumur tua kurang efektif, efisien dan ekonomis. Hasil desain RIG Tepat Guna ditunjukkan pada **Gambar 13**.

### Survei Lapangan Sumur Tua

Kegiatan survey yang dilakukan untuk mengetahui kondisi permukaan sumur tua serta memperkirakan well profile sumur tua tersebut berdasarkan data yang ada. Salah satu contoh dokumentasi sumur tua ditunjukkan pada **Gambar 14**.

Kegiatan geolistrik untuk mengetahui kondisi bawah permukaan berdasarkan hasil pendugaan geolistrik di sekitar sumur-sumur minyak Lapangan Gabus didapatkan data kisaran resistivity 0.23 – 93.36  $\Omega$ m, dengan perkiraan kedalaman mencapai 375 meter.

Dari nilai resistivity yang diperoleh tersebut dan dengan mempertimbangkan kondisi litologi yang ada, maka dapat diinterpretasikan seperti **Tabel 1**.

Dari kolom-kolom resistivity yang didapat dari pengukuran, setelah diinterpretasikan sebagai litologi kemudian dikorelasikan antar titik-titik, sehingga dapat terlihat penyebaran lapisan-lapisan litologi baik vertikal maupun lateral secara 2 dimensi, korelasi tersebut

menghasilkan penampang geologi bawah permukaan berdasarkan nilai resistivity.

Berdasarkan data pendugaan yang memperlihatkan angka resistivity sangat kecil pada kedalaman antara 80 meter sampai 90 meter, maka dapat diinterpretasikan bahwa kemungkinan pada kedalaman tersebut merupakan kontak antara minyak dengan air asin (OWC\_1) ditunjukkan pada **Gambar 15**.

Lapisan Reservoir ke dua ini berupa lapisan pasir lempungan dengan ketebalan lebih dari 250 meter dan diduga bahwa pada kedalaman antara 230 meter sampai 240 meter terdapat kontak antara minyak dengan air asin (OWC\_2) ditunjukkan pada **Gambar 16**.

### **Tahapan Kuesioner**

Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui persepsi dan sikap masyarakat sekitar lapangan sumur tua terhadap adanya pekerjaan pengelolaan sumur tua. Hal ini sangat penting karena optimalisasi sumur tua ini dilakukan dengan tujuan kesejahteraan masyarakat.

### **Tahapan Evaluasi dan Validasi Hasil Survei Lapangan**

Dalam menentukan sumur-sumur mana yang akan dibuka dan diproduksi kembali pada Lapangan Gabus, perlu ditentukan criteria yang secara ekonomi dapat di pertanggungjawabkan dan dengan mempertimbangkan potensi yang ada. 4 aspek berikut adalah faktor-faktor utama yang digunakan untuk menentukan sumur-sumur mana yang diprioritaskan untuk dibuka dan diproduksi kembali.

#### **1. Sisi Potensi**

Dengan adanya beberapa data subsurface yang ada pada Lapangan Gabus, dilakukan evaluasi subsurface berdasarkan data yang tersedia untuk memperkirakan adanya potensi hidrokarbon.

#### **2. Sisi Operasi**

Akses ke lokasi sumur atau infrastruktur seperti jalan akan menjadikan mobilisasi alat, material maupun pengangkutan minyak menjadi efisien. Lokasi yang infrastrukturnya susah dijangkau akan menjadikan biaya operasi sangat mahal.

#### **3. Sisi Produksi**

Jika minyak atau tanda-tanda adanya minyak di sumur tersebut sudah terlihat sampai dipermukaan, maka harapan bahwa sumur tersebut bisa diproduksi kembali dengan alat produksi yang sederhana menjadi lebih besar.

#### **4. Sisi Servis Sumur (Pembukaan & Perbaikan Kepala Sumur)**

Apakah kepala sumur atau lubang sumur sudah kelihatan atau tidak. Sumur-sumur yang belum kelihatan kepala sumurnya atau lubang sumurnya (masih terpendam) akan memerlukan biaya servis/pembukaan kembali yang lebih mahal.

Sebagai contoh tahapan evaluasi teknis yang dilakukan untuk menentukan sumur-sumur reopening, akan dijelaskan pemilihan reopening sumur tua.

Reopening Sumur tua (4 Sumur) :

<b>REOPENING FASE I</b>
GBS-24
GBS-11
GBS-36
GBS-22

Berdasarkan peta belanda **Gambar 17**. menunjukkan laju produksi terakhir yang lumayan sekitar 3 bopd, dan dapat kita lihat pada sumur GBS-39 memiliki laju produksi awal yang bagus pada kedalaman sekitar 325 meter, oleh karena itu pada fase reopening I ini kita usulkan sumur-sumur yang dekat dengan GBS-39.

Berdasarkan hasil peta struktur layer A dan OWC dari hasil pemetaan dengan metode geolistrik **Gambar 18**. dapat kita lihat sumur GBS-39 posisinya di flange, oleh karena itu kita usulkan untuk reopening sumur-sumur yang posisi lebih top, dengan harapan hidrokarbon akan terkumpul di top struktur / antiklin. Hasil evaluasi dari kondisi surface dan segi pengoperasiannya serta jarak dari sumur ke tangki gathering ditunjukkan pada **Tabel 2**.

### Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil kuesioner tentang persepsi dan sikap masyarakat di sekitar lapangan sumur tua Gabus, masyarakat mendukung adanya pengelolaan sumur tua tetapi mereka juga ingin terlibat atau berperan dengan keahlian yang mereka miliki.
2. Berdasarkan data hasil analisis secara subsurface dan surface diperoleh 4 kandidat sumur yaitu GBS-11, GBS-22, GBS-24 dan GBS-36.
3. Berdasarkan hasil desain Teknologi RIG Tepat Guna, diharapkan dapat mengoptimalkan potensi sumur tua yang tersebar di Indonesia serta membuat keekonomian sumur tua menjadi lebih menarik.

### Saran

Hasil penelitian ini masih dalam tahapan evaluasi potensi sumur tua di Lapangan Gabus dan secara teknologi masih dalam proses pembuatan. Besar harapan peneliti akan melanjutkan dalam penyelesaian RIG Tepat Guna dan Pompa APTG.

### Daftar pustaka

- Mudjiono et al., 2001. Exploration of the North Madura Platform, Offshore East Java. Indonesia: Prosiding Indon. Petrol. Assoc. 28th Ann. Conv., pp 707-726.
- Heru P.S, "Re-produksi Sumur-Sumur Tua di Wilayah Cepu dan Sekitarnya Sebagai Upaya Meningkatkan Produksi Minyak Nasional" Simposium dan Kongres IX IATMI 2006 Jakarta.
- Heru P.S, Dokumentasi Pengelolaan Sumur-sumur Tua Wilayah Cepu Dan Sekitarnya, 2003-2008
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, nomor 01 tahun 2008 tentang pedoman perusahaan pertambangan minyak bumi pada sumur tua.

### Lampiran

Tabel 1. Nilai Resistivity dan Litologi

Nilai Resistivity $\Omega\text{m}$	Litologi
0 - 5	Lempung dengan air payau (asin)

5 - 10	Lempung pasiran
10 - 100	Pasir lempungan

Tabel 2. Evaluasi Subsurface lapangan Gabus

No	Tangki Gathering	Nama Sumur	Jarak Dari Sumur ke Tangki Gathering (m)	Kondisi Permukaan
1	SP 3	GBS-011	37	Casing tidak tampak, ada lubang (genangan air)
		GBS-022	50	Casing tidak tampak, ada lubang (genangan air), ada rembesan minyak
		GBS-024	42	Casing tidak tampak di permukaan
		GBS-036	45	Casing tidak tampak, ada lubang (genangan air)
2	SP 4	GBS-033	148	Casing tidak tampak di permukaan
		GBS-025	103	Casing tampak di permukaan, ada cellar
		GBS-029	257	Casing tidak tampak di permukaan



Gambar 1. RIG Tepat Guna untuk reaktivasi sumur tua di Pertamina dan Ijin Operasi dari Ditjen Migas



Gambar 2. RIG Tepat Guna Menara untuk Well Service Sumur CBM dan Ijin Operasi dari Ditjen Migas

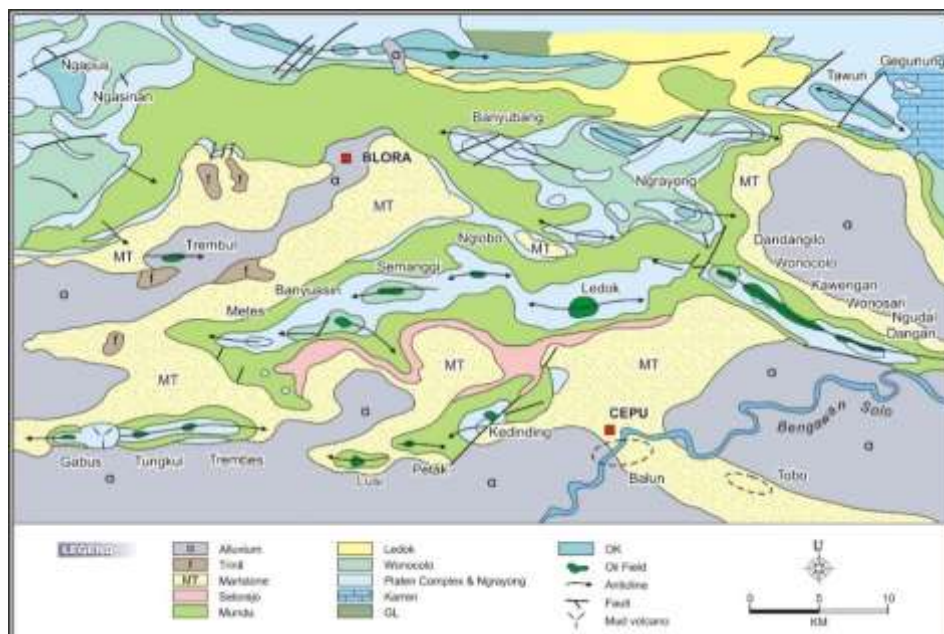


Gambar 3. Pompa APTG untuk produksi sumur tua di Lapangan Klamono, Sorong

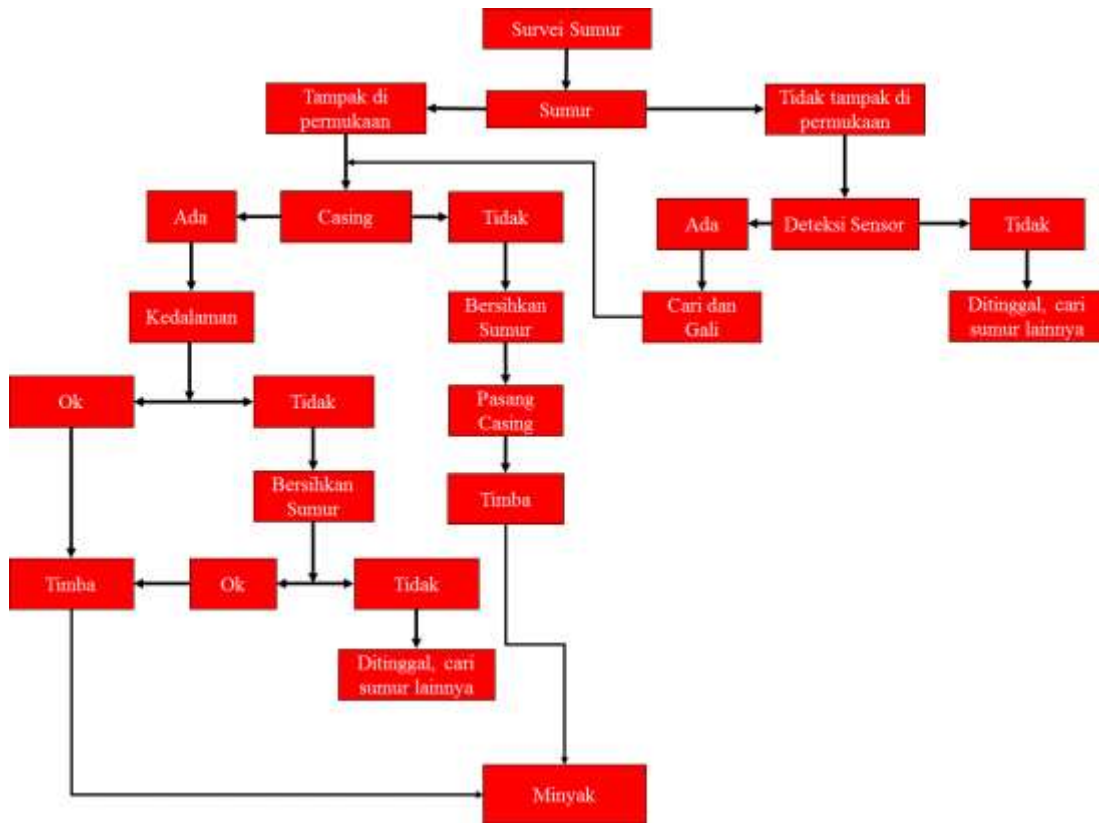




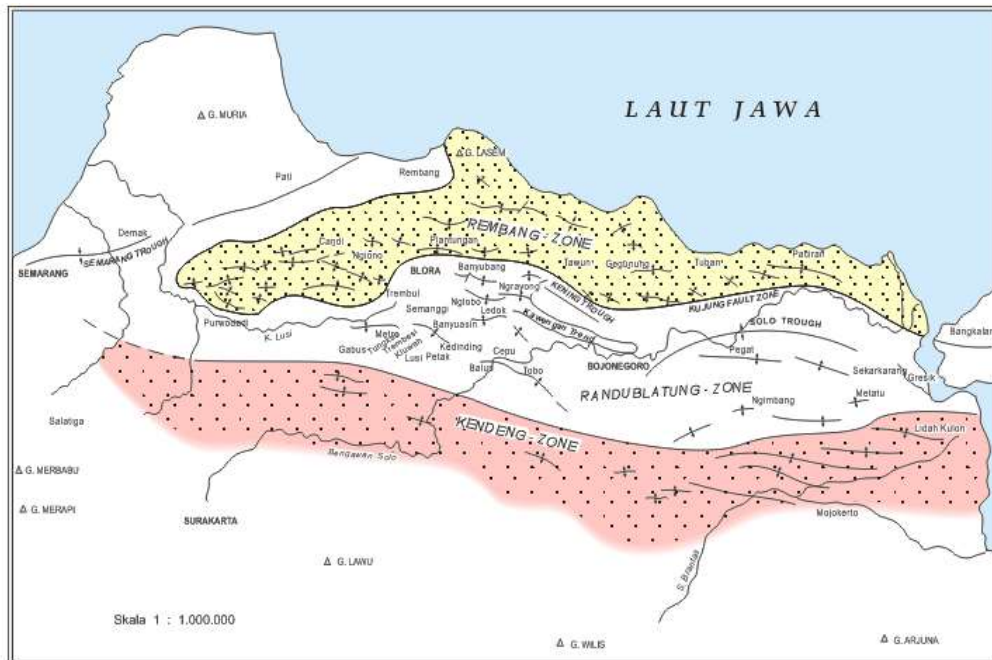
Gambar 4. Pompa APTG untuk produksi sumur tua di Lapangan Kendinding Cepu



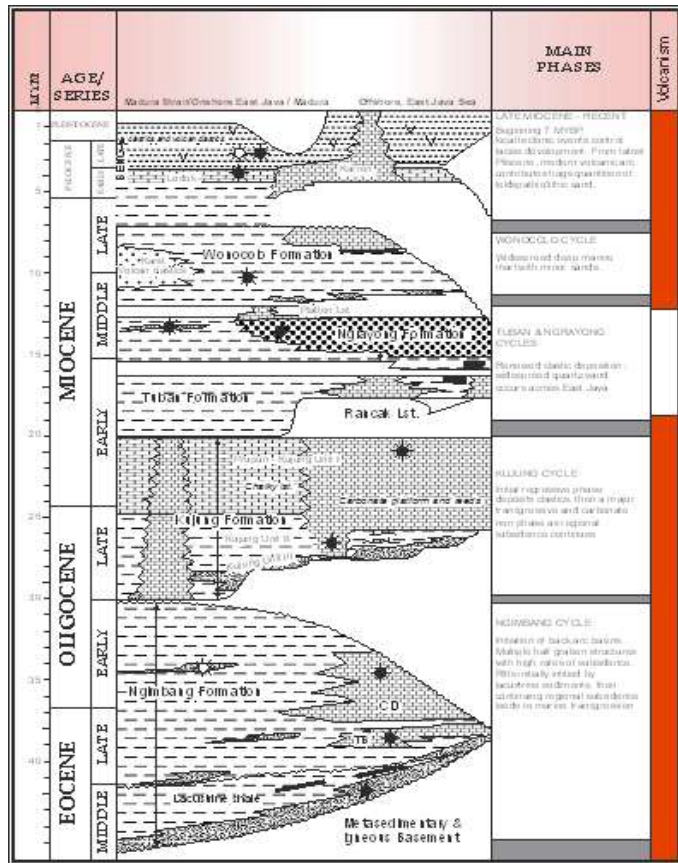
Gambar 5. Peta Potensi Lapangan Sumur Tua



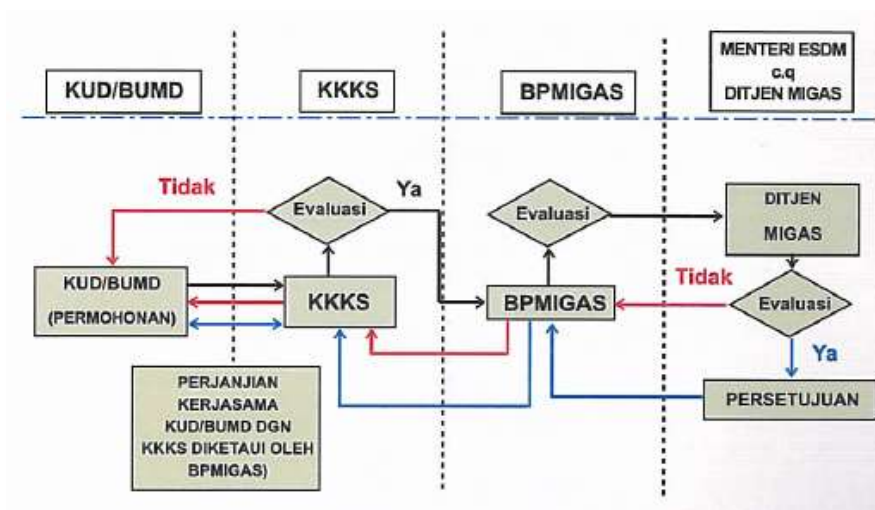
Gambar 6. Tahapan survei sumur tua



Gambar 7. Peta fisiografi Cekungan Jawa Timur Bagian Utara



Gambar 8. Stratigrafi Umum Cekungan Jawa Timur Utara (Mujiono, et. Al, 2001)



Gambar 9. Bagan Alir Permohonan Pengusahaan Pertambangan Minyak Bumi Pada Sumur Tua Berdasarkan Permen 01/2008





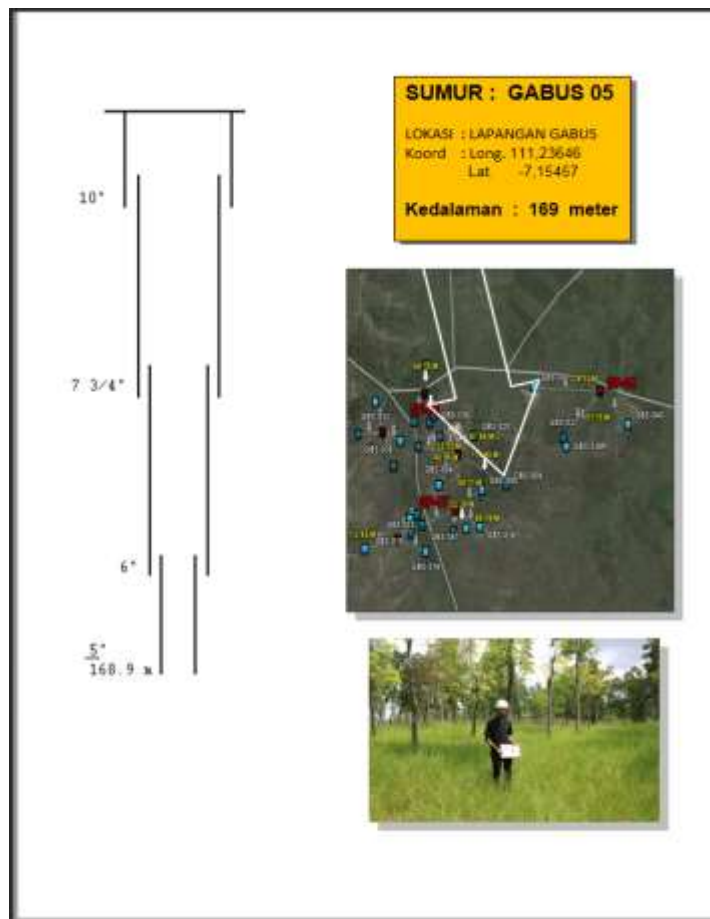
Gambar 10. Pengangkatan Tombros Dengan Liyer



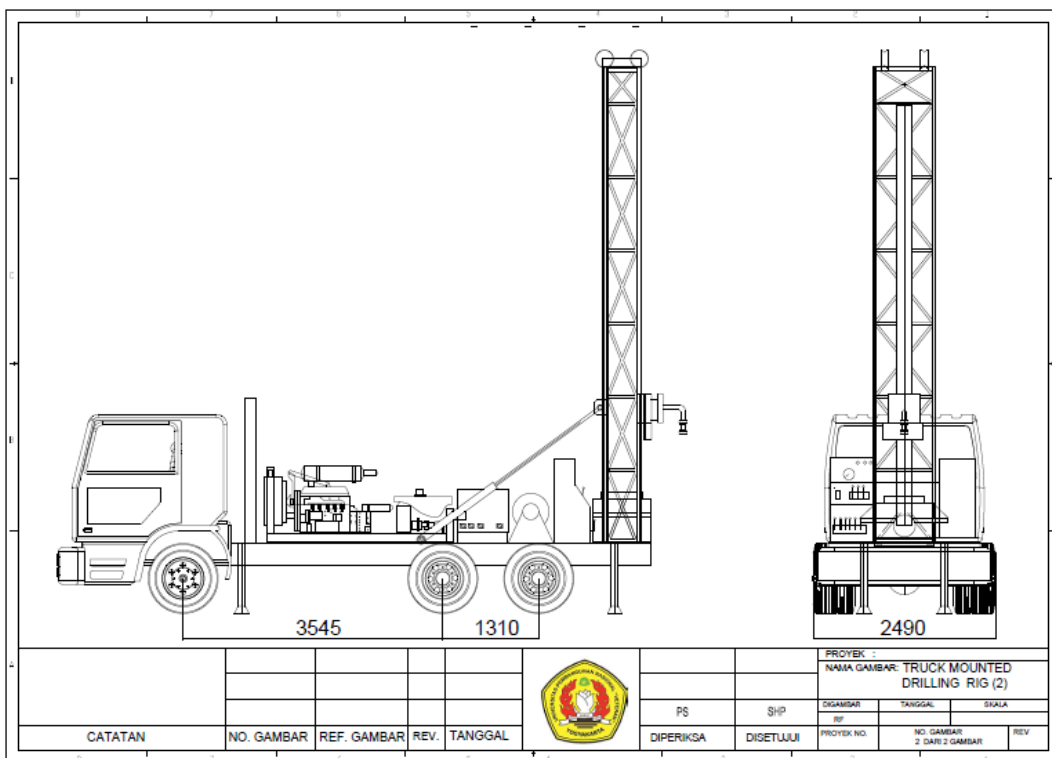
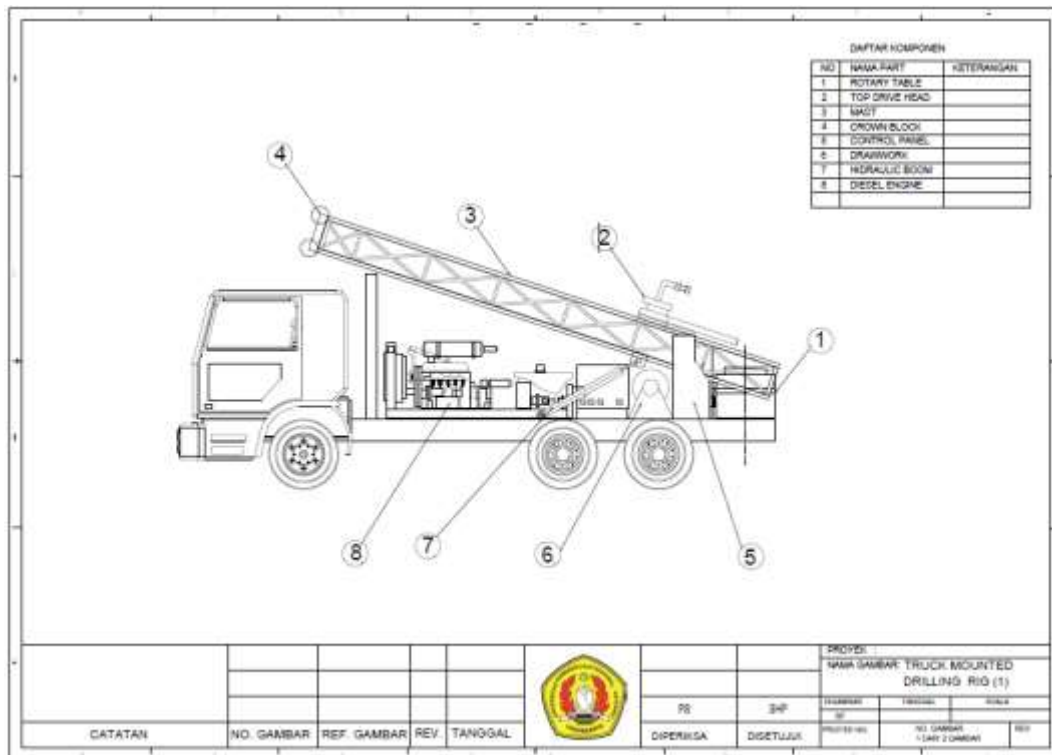
Gambar 11. Proses Produksi Sumur Tua dengan cara Tradisional



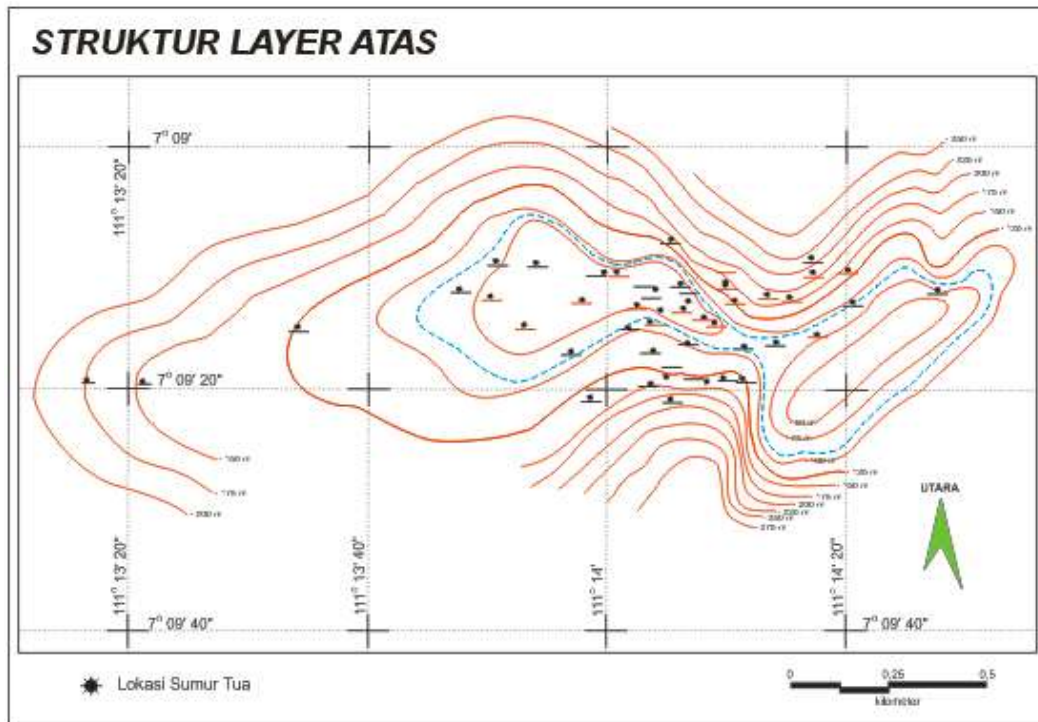
Gambar 12. Proses Produksi Sumur Tua dengan Teknologi Timba Mekanis



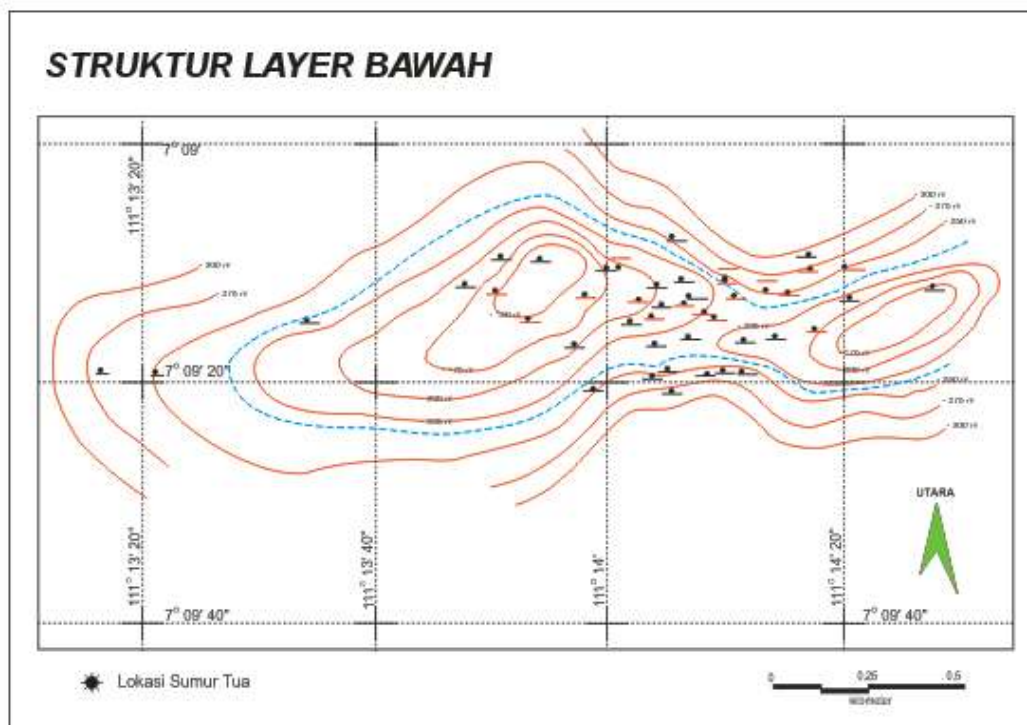
Gambar 13. Hasil survei dan penampang Sumur GBS-05



Gambar 14. Desain RIG Tepat Guna

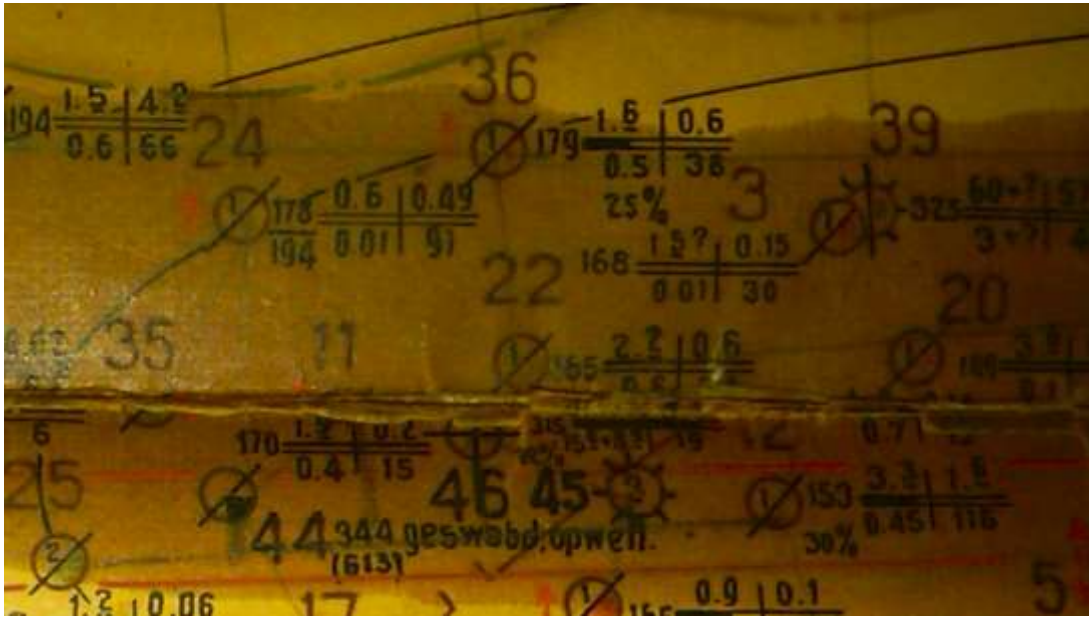


Gambar 15. Kondisi bawah permukaan *Top Struktur Reservoir Atas*

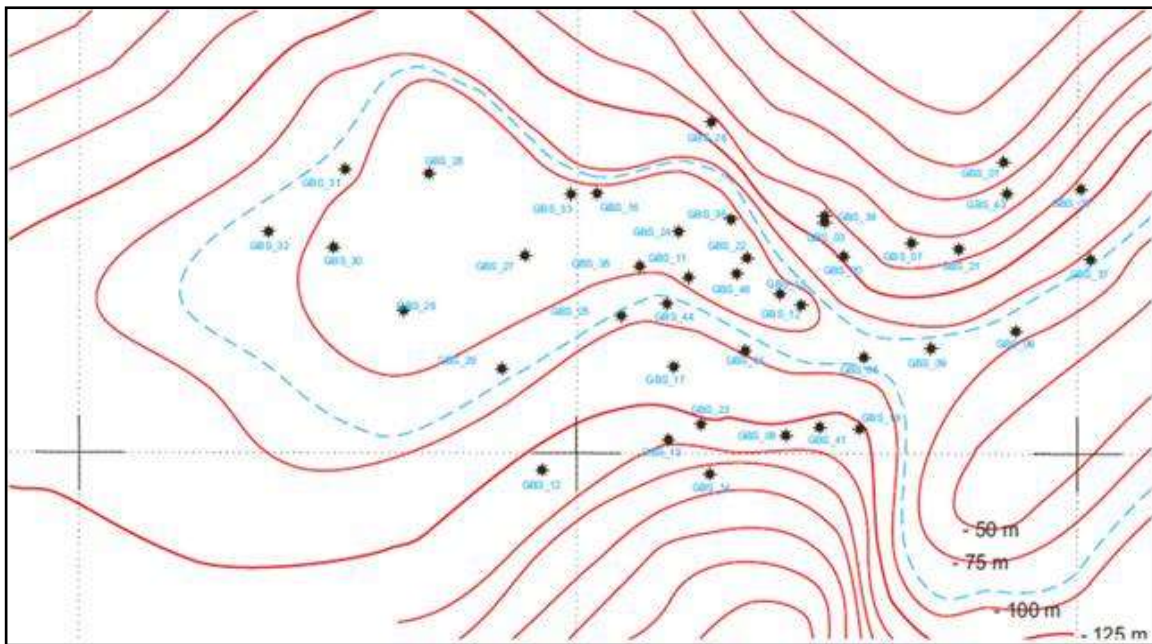


Gambar 16. Kondisi bawah permukaan *Top Struktur Reservoir Bawah*





Gambar 17. Peta Produksi Lapangan Gabus



Gambar 18. Peta Top Struktur Lapangan Gabus Berdasarkan Geolistrik

## GEOHERITAGE DAN PETROLEUM GEOPARK BOJONEGORO MENUJU TINGKAT NASIONAL

Jatmika Setiawan<sup>1)</sup> dan Dedy Kristanto<sup>2)</sup>

[jatmikosetiawan@yahoo.com](mailto:jatmikosetiawan@yahoo.com)

- 1) Geological Engineering Programme, Faculty of Mineral Technology, UPN “Veteran”  
Yogyakarta
- 2) Petroleum Engineering Programme, Faculty of Mineral Technology, UPN “Veteran”  
Yogyakarta

### ABSTRAK

Perkembangan Geopark yang semakin semarak di dunia saat ini, hal ini diikuti dengan perkembangan geopark di Indonesia. Terbukti sekarang Indonesia sudah mempunyai dua geopark internasional (Batur Global Geopark di Bali dan Gunungsewu Global Geopark di Gunungkidul hingga Pacitan) dan puluhan Geopark Nasional serta beberapa *espiring* geopark (calon geopark Nasional) termasuk di dalam adalah Petroleum Geopark Bojonegoro.

Kabupaten Bojonegoro sangat kaya sumberdaya alam termasuk di dalamnya adalah hidrokarbon (minyak dan gas). Hidrokarbon adalah energi yang tidak terbarukan, maka suatu saat akan habis. Maka dari itu untuk mengantisipasinya, akan dibuat Petroleum Geoheritage Bojonegoro yang berkelas Nasional dari 19 geotapak yang meliputi antara lain : Watu Gandul, Selo Rejo & Sumber Air Panas, Gunung Watu, Banyu Kuning, Formasi Kalibeng, Dung Lantung, Kedung Maor, Goa Soko, Goa Fosfat, Makam Orang Kalang, Lokasi Penemuan Fosil, Penambangan Bentonit, Kayangan Api, Sendang Gong, Gunung Pegat, Struktur Lapangan Kawengan, dan Undak Bengawan Solo Purba dan Negri Atas Angin.

Geotapak-geotapak disatukan dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro. Hal ini sebagai dasar pembuatan Petroleum Geopark Bojonegoro yang akan mendapatkan kelas Nasional sebagai objek wisata alam geologi dan akan dibangun secara *sustainable development*. Geoheritage Bojonegoro dan Petroleum Geopark Bojonegoro sebagai wisata alam geologi, inilah yang nantinya menjadi pemasukan uang pengganti habisnya cadangan hidrokarbon di Kabupaten Bojonegoro.

Kata kunci : Bojonegoro, Geoheritage, Petroleum Geopark, sistem petroleum, *sustainable development*.

### ABSTRACT

The development of geopark is increasingly vibrant in the world today, this is followed by the development of geopark in Indonesia. Proven now, Indonesia already has two International Geopark (Batur Global Geopark in Bali and Gunungsewu Global Geopark in Gunungkidul, Yogyakarta) and dozens of National Geopark as well as some National Geopark candidates including Petroleum Geopark Bojonegoro.

Bojonegoro District very rich in resources including the hydrocarbons (oil and gas). Hydrocarbon are non-renewable energy, so there are possible at one time would become depleted. In order to anticipate it, so with the develop of the Bojonegoro Geoheritage for shall be saved and be conceived as are national values of geological site as: Watu Gandul, Selo Rejo & Sumber Air Panas, Gunung Watu, Banyu Kuning, Formasi Kalibeng, Dung Lantung, Kedung Maor, Goa Soko, Goa Fosfat, Makam Orang Kalang, Lokasi Penemuan

Fosil, Penambangan Bentonite, Kayangan Api, Sendang Gong, Gunung Pegat, Struktur Lapangan Kawengan, dan Undak Bengawan Solo Purba dan Negri Atas Angin.

The Geosites are united in the Petroleum Geoheritage Bojonegoro. This as a basis of Petroleum Geopark Bojonegoro gets National class as geological tourism object and will be built in sustainable development. Bojonegoro Geoheritage and Petroleum Geopark Bojonegoro as geological tourism object, this is which will be income a substitute for endless reserve hydrocarbon in Bojonegoro district.

Key wards : Bojonegoro, Geoheritage, Petroleum Geopark, petroleum system, sustainable development

## **PENDAHULUAN**

Kabupaten Bojonegoro, terletak diropinsi Jawa Timur. Kabupaten Bojonegoro ini adalah salah satu daerah yang dijumpai cadangan minyak bumi dan gas (hidrokarbon) di dalam buminya. Hidrokarbon adalah energi tidak terbarukan. Energi tidak terbarukan adalah energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang waktu pembentukannya sampai jutaan tahun. Tak terbarukan karena apabila sumberdayanya di eksploitasikan, maka untuk mengganti sumberdaya sejenis dengan waktu yang sama, baru mungki ada atau belum pasti akan terjadi jutaan tahun yang akan datang. Hal ini karena, di samping waktu pembentukannya yang sangat lama, cara terbentuknya lingkungan tempat berkumpulnya energi inipun tergantung pada proses dankeadaan geologi saat itu. Perlu dipikirkan jika energi tak terbarukan nantinya akan habis, maka harus dicarikan solusi yang baik dan *sustainable development*. Salah satu alternatif adalah dibuat wisata alam geologi yang akan dirangkum dalam cerita *Petroleum Geoheritage* Bojonegoro. Banyaknya warisan alam geologi yang harus diselamatkan dan dapat disusun sebagai Warisan Geologi Tingkat nasional. Hal tersebut akan menjadi pendukung untuk penyusunan *Petroleum Geoheritage* Bojonegoro sebagai wisata alam geologi tingkat nasional maupun Internasional.

## **TUJUAN PENELITIAN**

Kajian ini bertujuan untuk mendata situs-situs warisan geologi di seluruh Kabupaten Bojonegoro untuk diungkap berdasarkan letaknya, keasliannya, sejarah geologinya dan kelas warisannya kemudian dihubungkan berdasarkan urutan kejadiannya, sehingga dapat dimanfaatkan untuk pariwisata baik yang bersifat minat khusus maupun wisata geologi secara umum dan diangkat secara nasional maupun internasional menjadi *Petroleum Geoheritage* Bojonegoro dengan pendanaan melalui PUPT tahun 2017 sebesar 175 Juta Rupiah dengan pendampingan dana dari Kabupaten Bojonegoro dan Pertamina EP Asset-4 Cepu.

## **METODOLOGI**

Metode yang dipakai dalam Penelitian ini adalah pemetaan detil di lapangan seluruh Kabupaten Bojonegoro, pengambilan sampel dan analisis.

## **TINJAUAN LITERATUR**

### **a. Pengertian *Geoheritage***

*Geoheritage* (berasal dari kata *geo* yang berarti “bumi” dan *heritage* yang berarti “warisan”) adalah situs atau area geologi yang memiliki nilai-nilai yang penting di bidang keilmuan, pendidikan, budaya, dan nilai estetika (*The Geological Society of America*, 2010). *Geoheritage* pertama yang sudah di syahkan oleh Kepala Badan Geologi adalah berjudul

*Geoheritage* Jogja yang disusun oleh Tim Konsevasi Geoheritage Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta pada tahun 2014 (C. Prasetyadi, Achmad Subandrio, Bambang Prastistho, Jatmika Setiawan dan Adi Sulaksono, 2014). Dalam *Geoheritage* Jogja tersebut mengisahkan tentang “Geowarisan BABAD BUMI MATARAM, Menyingkap Riwayat Geologi Babad Tanah Jawi”.

### **b. Arti Penting *Geoheritage***

*Geoheritage* mempunyai peran yang sangat penting bagi :

#### **- Pendidikan / keilmuan.**

*Geoheritage* sebagai laboratorium alam tentu sangat bernilai dan bermanfaat sebagai sarana pemahaman mengenai proses-proses alam terbentuknya Pulau Jawa, khususnya di Kabupaten Bojonegoro.

#### **- Informasi.**

*Geoheritage* berupa situs-situs yang sifatnya nyata, tentu sangat bernilai karena menjadi sumber informasi yang langsung atau orisinil.

#### **- Geowisata / wisata kebumian :**

Wisata tidak selalu berkaitan dengan budaya, kuliner, panorama, dll. Wisata kebumian ini tentu dapat menjadi alternatif yang sangat bagus yang dapat memberikan pencerahan atau menambah wawasan peduli lingkungan, bahkan wawasan sadar bencana.

#### **- Pemupuk rasa cinta terhadap tanah air.**

Kekayaan alam Indonesia sangat mempengaruhi sebesar apa kecintaan masyarakat terhadap tanah air. Dengan memahami kejadian alam yang terekam dalam *Geoheritage*, masyarakat luas akan sadar bahwa Indonesia memiliki sejarah kegeologian yang sangat dahsyat.

## **SETTING GEOLOGI**

Secara Geologi Kabupaten Bojonegoro pernah dibuat Peta Geologi oleh PUSAT PENGEMBANGAN DAN PENELITIAN GEOLOGI (W.H. CONDON., dkk, 1996) dengan skala 1 : 25.000. dan telah dikembangkan oleh Tim ESDM Kabupaten Bojonegoro. Formasi-formasi yang dijumpai di kabupaten Bojonegoro dari tua ke muda antara lain: Formasi Wonocolo, Formasi Tambakromo, Formasi Sonde, Formasi Pucangan, Formasi Mundu, Formasi Lidah, Formasi Ledok, Formasi Klitik, Formasi Kerek, Formasi Kalipucang, Formasi Kalibeng, Formasi Kabuh, Formasi Bulu, Endapan Undak, Breksi Pandan, Anggota Klitik, Anggota Dander, Anggota Atas Angin Formasi Kalibeng dan Alluvial (formasi ini mengikut stratigrafi oleh Harsono P., 1983).

## **DATA DAN ANALISIS**

Dari hasil pemetaan Lapangan dijumpai 19 titik Geotapak (Geosite) antara lain : Watu Gandul, Selo Rejo & Sumber Air Panas, Gunung Watu, Banyu Kuning, Formasi Kalibeng, Dung Lantung, Kedung Maor, Goa Soko, Goa Fosfat, Makam Orang Kalang, Lokasi Penemuan Fosil, Penambangan Bentonite, Kayangan Api, Sendang Gong, Gunung Pegat, Struktur Lapangan Kawengan, dan Undak Bengawan Solo Purba dan Negeri Atas Angin.

## **PEMBAHASAN**

Data yang diperoleh dari pemetaan detail dan deliniasi 19 geosite di Kabupaten Bojonegoro, dirangkum dalam *Geoheritage* Bojonegoro dan mendukung Petroleum Geopark Bojonegoro. Titik-titik geosite tersebut dapat diuraikan sebagai berikut (**Gamar 1**) :



## Geosite Wonocolo

Wonocolo dipilih dan diusulkan sebagai geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, dikarenakan tempat ini tersingkap batuan-batuan yang mewakili sistem petroleum di Bojonegoro dan adanya pengambilan minyak tradisional di sumur-sumur tinggalan Belanda. Pengambilan minyak tersebut diusahakan secara tradisional dengan mesin-mesin mobil, menggunakan rig-rig dari kayu jati. Sumur-sumur minyak ini pernah diusahakan oleh Belanda sejak Tahun 1926 dan sampai sekarang masih dapat diambil minyaknya dengan cara tradisional. Rig-rig pengambilan minyak secara tradisional tersebut berjumlah ratusan sehingga terlihat seperti di TEXAS. Puncak antiklin Wonocolo mempunyai ketinggian kurang lebih 450m di atas permukaan laut, sedangkan pemboran paling dangkal sekitar 200m dari puncak lipatan. Sehingga ketinggian minyak yang diambil di Wonocolo pada reservoir Wonocolo masih berada di atas permukaan laut. Hal ini dapat membuktikan bahwa pemboran minyak tradisional di Wonocolo adalah yang paling dangkal di seluruh Indonesia bahkan di seluruh Dunia. Sumur-sumur yang terpilih sebagai percontohan di Geosite Wonocolo antara lain Sumur D-105, Sumur D-138, Sumur D-80 dan Sumur D-99. Geosite Wonocolo ini dapat dikembangkan menjadi **Wisata Geologi Sumur Tua Wonocolo** yang merupakan Wisata Energi Tidak Terbarukan.

## Geosite Watu Gandul

Watu Gandul dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, dikarenakan keunikan bentuknya dan dapat menjadi **wisata edukasi intrusi batuan beku andesit**. Keunikan Watu Gandul ini antara lain : Intrusi ini terletak hampir di tengah dari bukit-bukit yang memutar di sekelilingnya; Dijumpai rekahan-rekahan besar bersistem yang meninggalkan sisa batuan-batuan besar yang menggantung (terjepit) di antara batuan yang lain, sehingga seolah-olah mempunyai kesan batu besar tersebut menggantung; Kita bisa melihat keindahan alam sekelilingnya dari puncak bukit Watu Gandul dan dapat melihat matahari terbenam (*Sun Set*).

## Geosite Selorejo Dan Sumber Air Panas

Selorejo dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Merupakan intrusi andesit yang masih dapat dilihat langsung mengintrusi batugamping hingga membentuk onik; Dijumpainya dua sumber mata air panas yang mempunyai suhu kurang lebih 30-50°C dan dapat dikembangkan menjadi wisata pemandian air panas; Dijumpai endapan travertin yang menyerupai kepala gajah dengan belalainya.

## Geosite Gunung Watu

Gunung Watu dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Dijumpai intrusi batuan beku diorite (gambar sayatan tipis andesit); Dijumpai intrusi batuan beku andesit (gambar sayatan tipis diorit) dan Dijumpai bukti zenolit batuan beku Gabro di dalam batuan beku andesit. Penduduk setempat memberi nama "**Tapak Butho**".

Di kawasan ini dapat dikembangkan **Wisata Edukasi Intrusi Batuan beku** yang sampai terulang dua kali. Hal ini mempunyai arti yang besar di Bojonegoro, sebab membuktikan

bahwa kematangan minyak bumi yang menurut sistem petroleum adalah berumur Miosen Awal, terbukti karena adanya intrusi Diorit yang berusia Miosen Awal.

### **Geosite Banyu Kuning**

Banyu Kuning dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Air yang mengalir di sungai membentuk air terjun kecil, hangat dan berwarna kuning dan Air tersebut melewati batuan breksi yang mengandung banyak mineral besi (Fe), sehingga menyebabkan air tersebut berwarna kuning.

### **Geosite Formasi Kalibeng**

Formasi Kalibeng yang tersingkap di permukaan dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut.

Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Formasi Kalibeng adalah salah satu batuan penutup (*cap rocks*) dalam sistem petroleum di Bojonegoro yang tersingkap di permukaan dan Kita dapat mempelajari batuan penutup tersebut tanpa harus dilakukan pemboran, seperti di tempat lain.

### **Geosite Dung Lantung**

Dung Lantung dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Dijumpai kedung yang selalu ada airnya dengan air terjun yang indah; Dijumpai Formasi Wonocolo yang tersingkap di permukaan. Formasi ini merupakan salah satu batuan reservoir dan batuan penutup di dalam sistem petroleum di Bojonegoro dan Dijumpai rembesan minyak di beberapa tempat.

Di Kawasan Dung Lantung ini dapat dikembangkan **Wisata Minat Khusus Ilmu Kebumihan** yang berhubungan dengan sistem petroleum, karena kita dapat melihat langsung batuan reservoir yang tersingkap di permukaan. Batuan ini di bawah antiklin wonocolo sebagai batuan reservoir yang diambil minyaknya secara tradisional. Rembesan minyak dapat dilihat di tempat tersebut, karena salah satu puncak antiklin yang sudah tererosi. Sehingga memperlihatkan rembesan-rembesan minyak bumi.

### **Geosite Kedung Maor**

Kedung Maor dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Dijumpai Kedung yang dapat dikembangkan menjadi **Wisata Air**; Dijumpai Formasi Wonocolo yang tersingkap di permukaan dan Dijumpai Fosil Track kepiting laut (jingking) yang panjangnya 2-3 meter. Di Kawasan ini dapat dikembangkan beberapa wisata antara lain : berbagai wisata air; Wisata Minat Khusus ilmu kebumihan berupa Formasi Wonocolo sebagai batuan reservoir di dalam sistem petroleum Bojonegoro dan struktur sedimen silang siur berskala besar yang tersingkap di permukaan; serta Wisata Minat Khusus berupa track fosil jingking yang cukup panjang sebagai bukti pernah terjadi bencana pada saat itu.

### **Geosite Goa Soka**

Goa soka dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Dijumpai Goa batugamping yang masih lengkap dengan stalagmit dan stalagtitnya; Dijumpai Mata air yang tidak pernah kering di sepanjang tahun dan Dijumpai batugamping Formasi Paciran yang tebal dan menghasilkan goa batugamping.

Di Kawasan ini dapat dikembangkan wisata Goa batugamping yang masih lengkap dengan adanya stalagtit dan stalagmitnya. Sehingga wisatawan dapat melihat keindahannya dan terjadinya stalagtit dan stalagmit tersebut.

### **Geosite Goa Fosfat**

Goa Fosfat ini dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Dijumpai Goa Batugamping yang kering dalam batugamping Anggota Dander dan Dijumpai banyak Fosfat di dalam goa hasil aktifitas kelelawar.

### **Geosite Makam Orang Kalang**

Makam orang kalang ini sebenarnya secara aturan geosite tidak dapat dimasukkan dalam salah satu geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro. Tetapi karena makam ini yang pertama ada di Bojonegoro yang menggunakan Batugamping Pasiran sisipan pada Formasi Wonocolo, maka diusulkan menjadi salah satu titik Geosite sebagai pendukung Petroleum Geopark bojonegoro.

### **Geosite Penemuan Fosil**

Penemuan fosil-fosil besar dijumpai di sepanjang Sungai Bengawan Solo Purba di bagian barat dari Kabupaten Bojonegoro. Fosil yang dijumpai antara lain : Fosil Tanduk Rusa, Fosil Kepala Kerbau, Fosil Tanduk Banteng, Fosil Kepala Gajah Purba, Fosil Kuda Nil.

Di bagian timur dari Kabupaten Bojonegoro dijumpai fosil-fosil, antara lain : Fosil Ikan Paus berupa tulang belakang dan gigi, Fosil Kepiting laut, Fosil-fosil binatang laut lainnya.

Di sepanjang sungai Bengawan Solo Purba dapat dikembangkan Wisata Penemuan Fosil dan wisata air. Di tempat-tempat penemuan fosil tersebut dapat dibuat replikanya dan dapat dibuat wisata kehidupan binatang-binatang besr masa lalu. Dapat disimpulkan bahwa bagian barat Bojonegoro pada umur 10 ribu tahun kebawah hingga Pleistosen sudah berupa daratan dan mengalir Sungai Bengawan Solo yang melimpah airnya. Sehingga binatang-binatang seperti Rusa, Kerbau, Banteng, Gajah dan kuda Nil dapat hinup dengan baik pada kawasan tersebut. Sedangkan pada Tempat ditemukannya fosil-fosil laut juga dapat dibuat replika dan dikembangkan wisata Fosil laut.

### **Geosite Bentonit**

Bentonit di Desa Malo ini dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Bentonit yang dijumpai di Desa Malo berupa Na Bentonit yang dapat dipakai sebagai lumpur pemboran dan bahan baku keramik.

## **Kahyangan Api**

Kahyangan Api ini dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geohéritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Dijumpai sumber api abadi yang tidak pernah padam sepanjang tahun dan Dijumpai mata air “blekuthuk-blekuthuk” yang tidak pernah melimpah airnya. Di kawasan ini dapat dikembangkan Wisata Api Abadi yang tidak pernah padam di sepanjang tahun. Hal ini membuktikan di bawahnya ada antiklin yang mengandung gas, karena antiklin tersebut terpotong patahan, maka gas bocor dan di permukaan dapat menyebabkan adanya api abadi yang tidak pernah padam. Dijumpainya mata air “blekuthuk-blekuthuk” kurang lebih 150 meter di sebelah barat api abadi tersebut membuktikan bahwa gas yang bocor dari antiklin sebagian melalui media air, sehingga mengakibatkan blekuthuk-blekuthuk sepanjang tahun.

## **Geosite Sendang Gong**

Sendang Gong ini dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geohéritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Dijumpai sendang yang tidak pernah kering airnya di sepanjang tahun dan Dijumpai batugamping yang terkena patahan-patahan turun berundak. Kawasan ini dapat dikembangkan menjadi wisata air yang menarik dengan kolam yang tidak pernah kering airnya.

## **Geosite Gunung Pegat**

Gunung Pegat ini dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geohéritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Gunung ini sudah ditambang dan menghasilkan fenomena yang menarik dan Dijumpai batugamping Anggota Dander berupa batugamping tidak berlapis yang dapat digunakan sebagai batu pondasi dan batu bata putih.

## **Geosite Struktur Kawengan**

Struktur Antiklin Kawengan ini dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geohéritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Dijumpainya singkapan Formasi Wonocolo, Formasi Ledok dan Formasi Lidah; Dijumpai pemboran minyak di puncak Antiklin Kawengan dengan sumur angguk dan Masih wujudnya struktur antiklin yang tersingkap di permukaan pada lintasan jalan utara selatan melalui puncak antiklin kawengan. Di kawasan ini dapat dikembangkan Wisata Minat Khusus untuk orang-orang yang berminat di bidang ilmu kebumih, karena masih dijumpainya bentukan yang nyata dan tersingkap di permukaan dan di puncaknya masih terdapat sumur angguk yang masih aktif sampai sekarang dan masih menghasilkan minyak. Kawasan ini termasuk dalam kawasan *Non Renewable Energy*.

## **Geosite Undak Bengawan Solo**

Undak Bengawan Solo pada Sungai Bengawan Solo Purba ini dipilih dan diusulkan menjadi geosite di dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, dikarenakan adanya beberapa keunikan secara alami di lokasi tersebut. Keunikan-keunikan tersebut, antara lain : Dijumpai Bekas Sungai Bengawan Solo yang masih cukup luas; Dijumpai bukti-bukti struktur-struktur sedimen endapan sungai purba dan Dijumpai undak bengawan Solo Purba Di Kawasan ini dapat dikembangkan wisata air pada Bengawan Solo Purba yang melimpah airnya di musim penghujan. Juga dapat dikembangkan Wisata alam geologi minat khusus yang berupa undak sungai purba dan endapan-endapan sungai purba yang bisa membuktikan hukum Steno “The Present is The Key to the Past” yang jarang ditemukan di tempat lain.

### **Geosite Negri Atas Angin**

Kawasan ini di daerah Negri Atas angin yang bertumpu pada pegunungan dengan ketinggian hingga 450m di atas muka laut. Di kawasan ini memiliki keindahan antara lain : daerahnya dingin; bisa melihat peandangan kota Bojonegoro dan bisa melihat matahari terbenam (sunset) di waktu sore hari.

Petroleum Geoheritage Bojonegoro sudah dinilai oleh Tim Badan Geologi Bandung dan akan segera ditetapkan menjadi Kawasan Cagar Alam Geologi (KCAG) bojonegoro oleh Menti ESDM. Sedangkan Petroleum Geoheritage Bojonegoro juga sudah dinilai oleh Badan geologi dan akan segera diberi Sertifikat Tingkat Nasional oleh Komite Nasional Geopark Indonesia (KNGI).

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

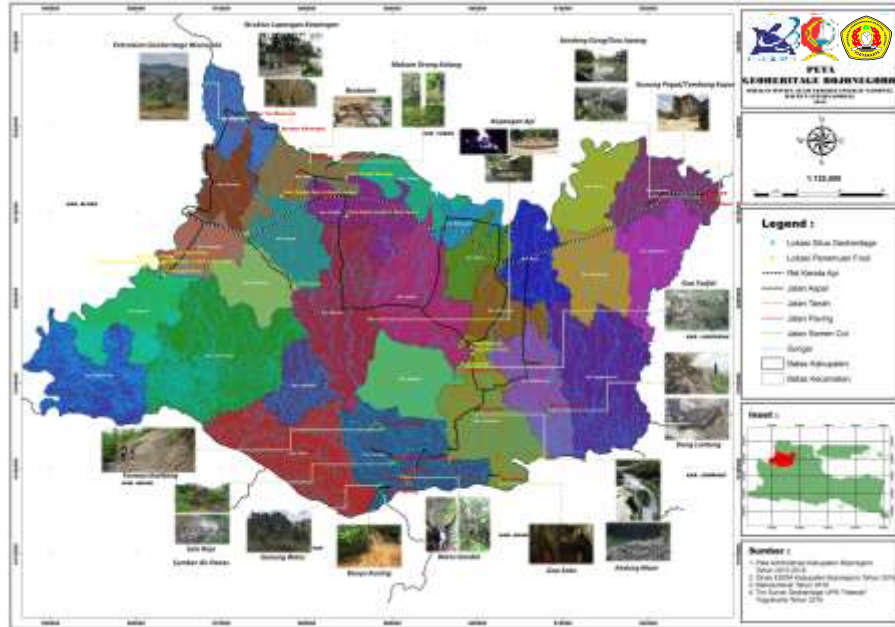
Dengan selesainya tulisan ini, maka diucapkan terima kasih kepada :

- 1). Kemenristek Dikti yang telah memberika dana penelitian melalui skim PUPT tahun kedua di kawasan Bojonegoro.
- 2). LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta yang telah meluluskan kami untuk melakukan penelitian di Bojonegoro melalui Skim PUPT.
- 3). Pemerintah Kabupaten Bojonegoro yang telah mengijinkan kawasannya untuk dipakai Penelitian melalui Skim PUPT.

### **LITERATUR**

1. Harsono Pringgoprawiro, 1983. Stratigrafi Regional Zona Rembang-Cekungan Jawa Timur Utara, Jawa Timur.
2. W.H. CONDON., dkk, 1996. Peta Geologi Lembar Bojonegoro, dikeluarkan oleh PUSAT PENGEMBANGAN DAN PENELITIAN GEOLOGI.
3. Hill, Wesly, 2010. UNESCO’s Geoparks Initiative-Education, Conservation, Geotorism. Geological Society of America-abstract with Programs, Vol.42, No. 5, p.662
4. C. Prasetyadi, Achmad Subandrio, Bambang Prastistho, Jatmika Setiawan dan Adi Sulaksono, 2014. Buku Jogja *Geoheritage*: “Geowarisan BABAD BUMI MATARAM, Menyingkap Riwayat Geologi Babad Tanah Jawi”-Cetakan Pertama ISBN 978-602-71940-3-8 p.37.

### Lokasi Geoheritage Kabupaten Bojonegoro



**Gambar 1.** Titik-titik Geosite dalam Petroleum Geoheritage Bojonegoro, sebagai pendukung Petroleum Geopark Bojonegoro.

## COAL DESULFURIZATION USING ALKYL ALGINATE (SURFACTANT)

Mahreni, Danang Jaya, Guntoro, Anggara Setya Wibawa  
Department of Chemical Engineering, Faculty of Industrial Engineering  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta  
Email: mahreni@upnyk.ac.id

### Abstract

Sulfur is a component present in coal whose composition is about 1-2% by weight. When coal is used as an energy source it will liberate sulfur oxide or SO<sub>x</sub> gas. SO<sub>x</sub> is a highly toxic gas and one of the gases that causes acid rain. Therefore, coal desulfurization is very important to reduce the environmental impact caused by SO<sub>x</sub>. In this research, coal desulfurization has been conducted using Alkyl-alginate surfactant as surface tension reduction agent in coal washing process. The objective of this study was to determine the concentration of surfactant in washing water and to determine the rate of water flow containing surfactant on the percentage of sulfur reduction. The material used in this research was Indonesian coal from South Sumatera. The selected flow rate variations were 750, 1250, 1500, 2500 and 3750 (ml/min) and surfactant concentrations in range of (0.0625, up to 0.375) grams/liter). The results showed that the largest percentage of coal sulfur reduction obtained at a flow rate of 750 ml/min resulted in a decrease in sulfur content of 71.9%. At a flow rate of 750 ml / min and a surfactant concentration of 0.375 g/l, the percentage reduction of sulfur was 82%. From these data it can be concluded that the alkyl alginate surfactant is one of the new surfactants having considerable capability as an agent to decrease the sulfur content of coal

**Key words:** Alkyl alginate, biodegradable, coal , desulfurization, surfactant,

### 1. Introduction

Sulfur in coal consists of organic sulfur and inorganic sulfur. Organic sulfur can be oxidized to produce SO<sub>x</sub> gas which is highly toxic and pollutes the environment. Inorganic sulfur such as pyrite (FeS) and other sulphide metals can not be oxidized and precipitate as crust on the surface of the combustion chamber. Both types of sulfur are detrimental. Therefore it is necessary to remove sulfur from coal. Research to eliminate sulfur or desulfurization has been done using chemical, physical and biological methods. In the physical desulfurization method, the sulfur which can be taken is inorganic sulfur only. From the research that has been done this method can reduce sulfur by 72%. While in chemical desulfurization can take organic and inorganic sulfur, but requires a high cost. In biology desulfurization method, the sulfur which can be taken is organic and inorganic but have weakness that this process take a long time and costly because wearing bacteria so this method is rarely performed. In this research, desulfurization process has been done using combination of physics-chemical process. The desulfurization process is carried out by a washing method in which washing water is added with a chemical (surfactant). The parameters to be tested are the flow velocity and the surfactant concentration on the total sulfur reduction that can be separated from coal.

### 2. LITERATURE REVIEW

#### 2.1. Sulfur on Coal and its effects on the environment

Sulfur in coal is present in three forms, namely pyrite sulfur, sulfur sulfate and organic sulfur. Sulfur in the form of pyrite and sulphate is part of the minerals contained in coal which is the amount still can be reduced by washing techniques. Meanwhile organic sulfur is present in all carbon materials in coal and the amount can not be reduced by washing technique. The presence of sulfur sulfate in coal is often used as an indication that coal has been oxidized, while pyrite sulfur is considered one of the causes of spontaneous combustion.

Sulfur is the main impurity that is a stable material in coal, The negative effect of sulfur in coal is corrosivity and air pollution. Moisture and sulfur (especially as pyrite) can support the occurrence of spontaneous combustion. Until now all organic sulfur in coal can not be eliminated in the washing process.

## **2.2. Coal Desulfurization and desulfurization methods**

Coal desulfurization is needed not only to minimize environmental pollution caused by emissions from sulfur dioxide during combustion, but also to improve coal quality for Clean Coal Technology (Ahmed et al, 2008)

Based on the process, coal desulfurization can be done by chemical (Guangyuan Xie, 2017), (Ehsani, 2006), (Samit Mukherjee, 2001), (Reningtyas & Mahreni, 2015), physical (Subandrio, dkk. 2010), and biological methods (Andi aladin et al, 2009) has conducted a desulfurization research of coal from Pattuku region of South Sulawesi, by way of Flotation (physics method), it is proven that only inorganic sulfur type is effective for reducing. While chemical and biological methods can separate (reduce) both inorganic sulfur and organic sulfur but require chemicals (expensive). Biological methods use the help of microbes that work at low temperatures so that the relatively long time compare to chemical methods (Fikret Kargi, 1986).

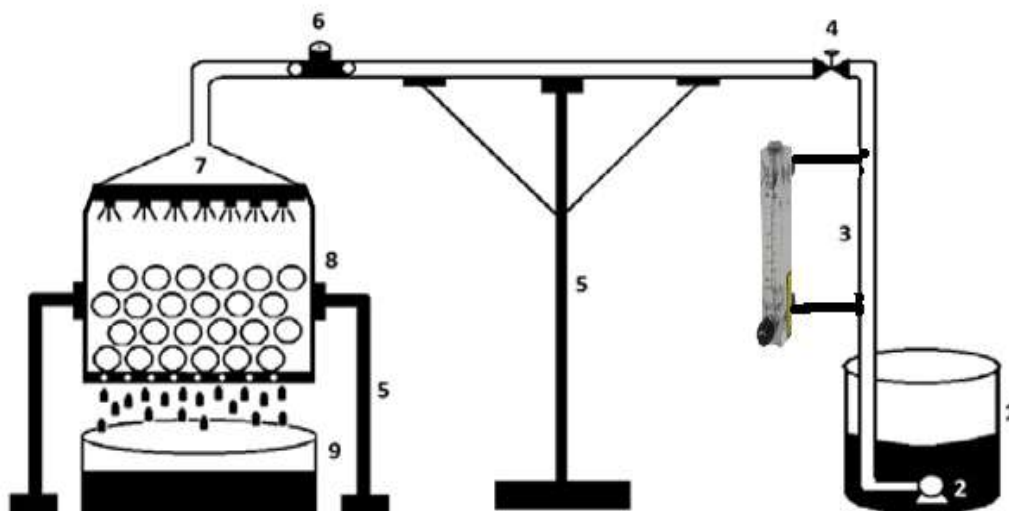
## **3. EXPERIMENT AND METHODS**

### **3.1. Materials**

The main material used in this research is coal from South Sumatra with initial sulfur content of 884,3 ppm. The materials used in this research are Aquadest and Biosurfactant derived from brown algae (*Sargassum* sp).

### **3.2. Aparaus**





**Figure 3.1.** 1. Water storage water contains surfactant, 2. Pump, 3. Flow meter, 4. Faucet 5. Buffer, 6.Kran, 7. Spray, 8. Washing water container

### 3.3. Experiment

#### 3.3.1. Preliminary Experiment

Coal is reduced in size using a crusher and separated by size with  $\pm$  3-4 mesh diameter. a mixture between surfactant and water with concentration (0.0625; 0.125; 0.1875; 0.375) gram/liter was made. After that flowmeter calibration to determine water flow rate to be used that is 750; 1250; 1500; 2500; 3750 (mL/min) was performed.

#### 3.3.2. The desulfurization process using spray

##### Variation of Washing water Flow Rate

Coal of the same size is 3-4 mesh inserted into the sample place. The thickness of the sample is made the same in the sample space. The water containing the surfactant is flowed using the pump at a certain flow rate and into the spray. Where the water will wet coal from the surface down to the bottom and finally out of the sample chamber. Coal of the same size is 3-4 mesh inserted into the sample c. amber. The wash water containing the surfactant is flowed using the pump at a certain flow rate and into the spray. Water out of the spray through nozzle will wet the coal. During contact with coal there will be an interaction between the surfactant molecule and the molecule inside the coal. Surfactants will interact with hydrophobic or hydrophobic molecules. Where hydrophilic group surfactants will bind hydrophilic molecules such as inorganic sulfur molecules. After the washing is done, the coal is drained. Drying of coal ends when the weight of drained coal was constant. Subsequently coal was analyzed to determine the sulfur content using UV visible spectroscopy.

##### Variation of Surfactant Concentration

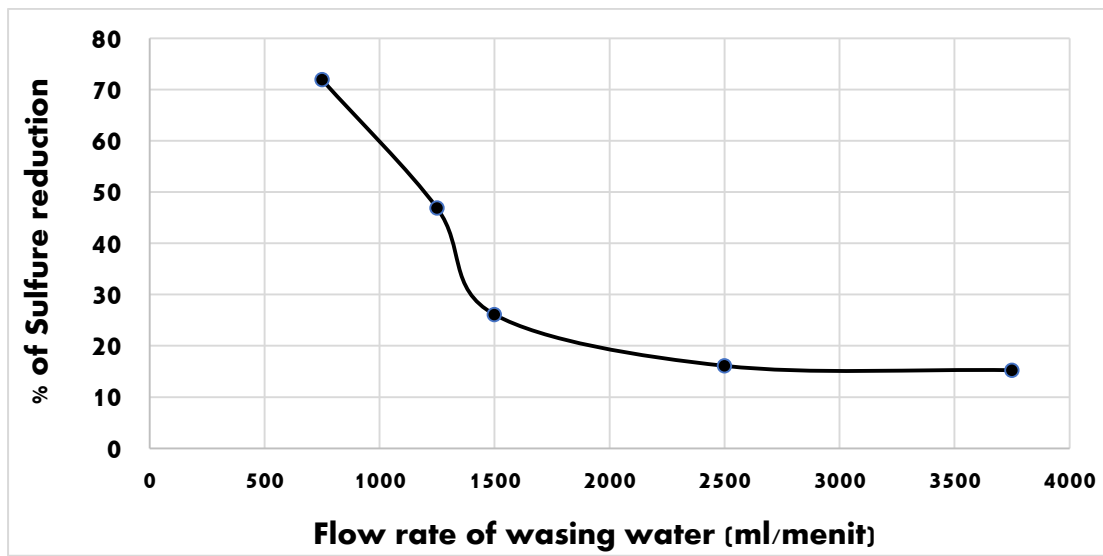
In the same way, for the variation of surfactant concentration. Variation of concentration at 0 gram / liter, 0.0625 gram / liter, 0.125 gram / liter, 0.1875 gram / liter, 0.375 gram / liter. Washing water flow rate 750, l / min.

## 4. RESULT AND DISCUSSION

In this study, the coal feedstock used in the desulfurization process is a material that has been made into the even size and is cleaned of impurities that do not support the research. Before desulfurization, coal analysis have the following results: The same sample weight per run is 100 grams. The sulfur content before washing is 884,3 ppm.

#### 4.1 The effect of the flow rate of washing water to the sulfur reduction

The result of analysis of the sulfur content after washing process with sample weight 100 gram, in the flow rate variation from 750 until 3750 ml/minute and coal size 3-4 mesh can be seen in Figure 3.2.

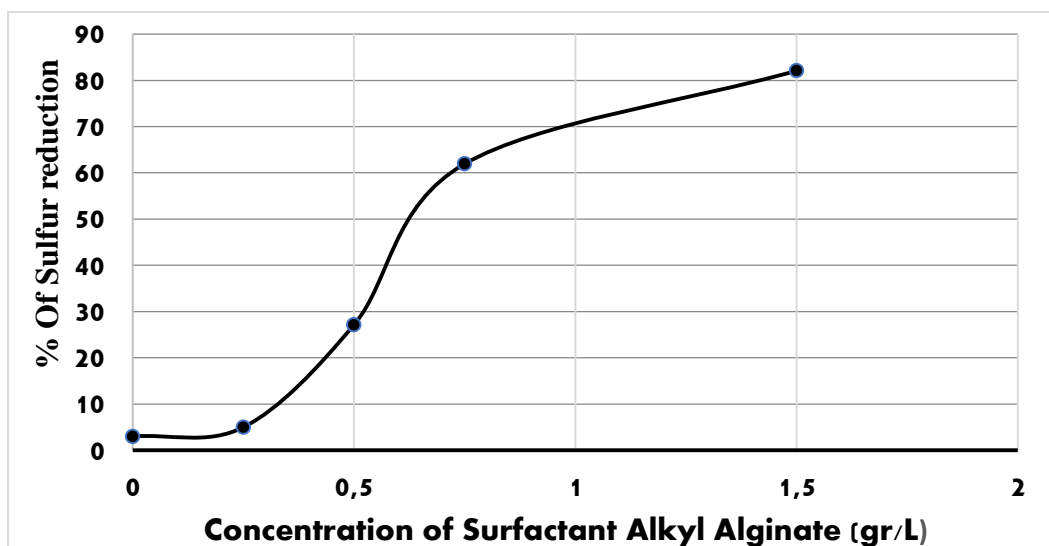


**Figure 3.2. Effect of washing water flow rate containing surfactant to the sulfur content decreased in the coal.**

The results show the longer contact time between coal and washing water, or the slower the flow rate of the washing water, the larger the separated sulfur. The maximum percentage of sulfur decreased at a flow rate of 750 ml/min with a sulfur reduction up to 71.9%. This variation in flow rate indicates that the reduction of sulfur increases with decreasing flow rate of washing water. At the flow rate of 750 ml/min with a concentration of 0.25 gram/liter surfactant can reduce sulfur content up to 71.92%. This can be explained to separate organic (hydrophobic) sulfur and inorganic (hydrophilic) sulfur from coal using washing method required sufficient contact time between coal and washing water. (Andi Aladin, 2009). This is evidenced in accordance with Figure 3.2. Sulfur that can be separated from coal is smaller when contact time increases. The flow rate of 750 ml/min has the longest contact time with the coal. and obtained separate sulfur is increasing and obtained separate sulfur increased until the sulfur decrease reached 71.9%.

#### 4.2 The effect of the surfactant concentration to the sulfur reduction

In this experiment, done by varying concentration of surfactant amount to reduce of sulfur content in a coal, with flow rate of the wasing water is 750 ml/min, 100 grams of coal. Figure 3.3 shows a decrease in the coal sulfur content at the concentration of the varied surfactant. In the variation in the amount of surfactant concentration in the highest percentage of sulfur was obtained at concentrations of 0.375gram/liter with a decrease to 82.08%.



**Figure 3.3. The effect of variations surfactant concentration in the percent of sulfur reduction**

The experimental results using the variation of surfactant concentration was showed that the reduction of sulfur increased with the increase of the surfactant concentration. The maximum percentage of sulfur reduction at a surfactant concentration of 0.375 grams/liter with a flow rate of 750 mL/min is 82.06%. The greater the surfactant concentration, the greater surfactant contacting and entering the coal pores, So that the sulfur can be separated more and more. As shown in Figure 3.3. At a low surfactant concentration of 0.0625 gr/l, the sulfur can be separated only 4.98%. At the concentration of surfactant 0 gram/liter or as pure water can decrease sulfur content just equal to 2,97%. This happens because water is hydrophilic, while organic sulfur was dominated by alkyl groups that bind to Sulfur and are hydrophobic. The difference polarity between organic sulfur and water causes no interaction between the two components and thus organic sulfur can not leach out from the coal structure. Therefore, the sulfur content in coal remains high.

## 5. CONCLUSION

Surfactants Alkyl alginate can reduce the sulfur content of coal up to 82 percent at a surfactant concentration of 0.375 grams/liter. The flow rate of washing water is 750 ml/minut can reduce total sulfur of 82.06%.

## BIBLIOGRAPHY

- Ali Ahmed, Naseer Ahmad, Rizwan Shah, M. Naeem Bhatti, Mahmood Saleem., 2008. "Coal Desulfurization by Solvent Leaching Methods". Journal of Faculty of Engineering & Technology, 2007-2008, pages 47-56. Institute of Chemical Engineering & Technology, University of the Punjab, 54590- Lahore.
- Andi aladin.,2009. "Penentuan Rasio Optimum Campuran CPO: Batubara Dalam Desulfurisasi dan *Deashing* Secara Flotasi Sistem Kontinyu". Jurnal rekayasa proses,vol 3,no 2, Makassar.
- Ehsani, Mohammad Reza . 2006 "Desulfurization of Tabas Coals Using Chemical Reagents" vol. 25, No.2 .Chemical Engineering Department, Isfahan University of Technology, P. O. Box 84156, Isfahan, I.R. IRAN.

Guangyuan Xie. 2017. A technological review of developments in chemical-related desulfurization of coal in the past decade. [International Journal of Mineral Processing Volume 161](#), 10 April, Pages 65-71.

Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1949, *Encyclopedia of Chemical Technology*,

Reningtyas Renung, Mahreni., 2015 “Biosurfaktan” Eksergi vol XII, No 2 ,ISSN:1410-394X. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Samit Mukherjee, S. Mahiuddin, and P. C. Borthakur., 2001. “Demineralization and Desulfurization of Subbituminous Coal with Hydrogen Peroxide”, Jorhat 785006 (ASSAM), India. *Energy & Fuels* 2001, 15, 1418 – 1424.

Simorangkir Tiffani A. 2013. *Analisis Proximate, Analisis Ultimate dan Analisis Miscellaneous Pada Batubara*. Teknik Pertambangan Institut Teknologi Medan : Medan.

Subandrio, dkk. 2010. “Aplikasi Metode Flotasi Buih Untuk Pencucian Batubara Peringkat Rendah”. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”. Yogyakarta.

[Fikret Kargi](#), Review of Microbial methods for desulfurization of coal. Department of chemical engineering, biotechnology laboratory, washington university, st. Louis, missouri 63130, USA Volume 4, Issue 11, p293-297, Nopember 1986.

(<http://geonaturalresource.blogspot.co.id/2015/10/jenis-batubara-indonesia-berdasarkan.html>)

## FOCUS GROUP DISCUSSION: KAJIAN TEORETIS DAN PRAKTIK

Sadi<sup>1)</sup>, Tri Mardiana<sup>2)</sup>, Indra Kusumawardhani<sup>3)</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Teknik Industri UPN “Veteran” Yogyakarta  
email: sadi.sadi1971@yahoo.co.id

<sup>2</sup> Fakultas Ekonomi dan Bisnis UPN “Veteran” Yogyakarta

<sup>3</sup> Fakultas Ekonomi dan Bisnis UPN “Veteran” Yogyakarta  
email: indrakoes74@gmail.com

### **Abstract**

*The focus group has become increasingly popular as a tool for social and market research across a wide range of sectors. The focus group technique is a type of qualitative research methodology, generally defined as a structured discussion with a small group of people, run by a facilitator or using a moderating team, to generate qualitative data on a precise topic of interest, using a set of open-ended questions. This paper explores definitions of and approaches to focus groups and outlines their value as part of an initial exploratory qualitative research phase. Advantages and disadvantages of focus group research are also discussed, along with some of the logistical considerations involved, in light of the researcher’s own experience and recommendations from the literature.*

*Keywords: focus group technique; research methodology; advantages; disadvantages; research; definitions;*

### **A. PENDAHULUAN**

*Focus group* dikenal sebagai alat untuk berbagai sektor penelitian sosial. Teknik *focus group* adalah satu jenis metodologi penelitian kualitatif, ditentukan sebagai diskusi terstruktur dengan sekelompok kecil orang, dijalankan oleh seorang fasilitator atau tim moderator, untuk memperoleh data kualitatif pada topik tertentu secara tepat, menggunakan sekumpulan pertanyaan terbuka. Sejak kemunculannya kembali pada tahun 1980an, metodologi *focus group* telah menambah satu dimensi baru dalam penelitian tentang persepsi publik dan kebijakan publik. Diawali pada tahun 1940an sebagai bagian tambahan dari penelitian kualitatif tentang persepsi publik, kemudian menghilang dan kembali 40 tahun kemudian, menjadi salah satu metoda yang populer dalam penelitian pemasaran (Denzin dan Lincoln, 2005).

### **B. DEFINISI**

Krueger dan Casey (2000) mendefinisikan *focus group* sebagai sebuah serial diskusi yang direncanakan dengan hati-hati dan dirancang untuk mendapatkan persepsi pada sebuah area yang sudah ditentukan dalam lingkungan yang permisif dan tidak mengancam. Barrow (2000) memandang sebuah *focus group* sebagai sebuah tipe wawancara kelompok dimana sebuah kelompok kecil individu dikumpulkan bersama-sama untuk tujuan mendiskusikan sebuah (atau kadang lebih) topik tertentu. Menurut Marczak dan Sewell (2007) *focus group* merupakan kelompok individu yang berinteraksi yang memiliki kepentingan atau karakteristik yang sama, yang dikumpulkan bersama oleh seorang moderator, yang menggunakan kelompok dan interaksi tersebut sebagai cara untuk mendapatkan informasi tentang isu-isu spesifik.

### C. PENGGUNAAN *FOCUS GROUP*

*Focus group* sangat baik digunakan untuk eksplorasi konsep pada tahap awal penelitian, menghasilkan ide-ide kreatif, menguji ide dan menentukan perbedaan pendapat antara berbagai kelompok pemangku kepentingan yang berbeda. *Focus group* sering digunakan sebagai alat triangulasi dengan metoda pengumpulan data yang lain (McClelland, 1994; Threlfall, 1999). Interaksi kelompok antar anggota dari target populasi selama *focus group* memacu peserta untuk membuat hubungan dengan konsep-konsep yang berbeda melalui wawancara individual. Fasilitator yang terlatih bisa menyemangati interaksi kelompok-kelompok tersebut untuk menangkap data ini untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang apa yang sedang diteliti atau dipelajari. *Focus group* dapat diintegrasikan kedalam semua desain penelitian atau dapat dilakukan secara individual ketika sebuah topik khusus sedang dieksplorasi.

### D. KEKUATAN DAN KELEMAHAN *FOCUS GROUP DISCUSSION*

- **Kekuatan**

Menurut Morgan (1997) kekuatan *focus group* adalah kemampuan untuk membuat sejumlah data yang terkonsentrasi tepat pada topik yang sedang diteliti. Kekuatan ini jelas dalam perbandingan pada observasi peserta karena *focus group* tidak hanya memberi akses untuk melaporkan pada rentang topik yang luas yang mungkin tidak dapat diobservasi tapi juga memastikan bahwa data akan secara langsung diarahkan sesuai dengan kepentingan peneliti. Hal lain adalah kemampuan *focus group* untuk mengumpulkan data secara efisien. Metoda ini relatif sederhana, mengizinkan peserta untuk terlibat dalam proses dan tujuannya. Peneliti lain seperti Wall (2001) juga menyatakan bahwa salah satu keunggulan dari *focus group* adalah bisa menampung sejumlah besar orang dalam kelompok yang sama. Sedangkan Krueger (1994), Gibbs (1997) dan Barrows (2000) menyatakan bahwa *focus group* adalah merupakan satu cara efisien untuk mendapatkan sejumlah besar informasi. Hines (2000) mengungkapkan bahwa dengan *focus group* peneliti dapat memperoleh pendapat atau perilaku tertentu dalam waktu singkat.

- **Kelemahan**

*Focus group* relatif mahal untuk dilakukan. Terutama berkaitan dengan waktu yang diperlukan untuk menyiapkan pertanyaan, *pre-test*, rekrutmen dan proses seleksi peserta. Ditambah dengan *fee* untuk moderator, akomodasi untuk peserta bila diperlukan, tempat pertemuan dan sewa ruangan, penerjemahan dan transkripsi, sewa peralatan video untuk merekam, insentif untuk peserta, biaya perjalanan dan akomodasi untuk fasilitator bila dijumlahkan akan sangat mahal (Davis, 2007). Pengaruh kelompok pada diskusi juga dapat meningkatkan pertanyaan tentang kemampuan sekumpulan peserta untuk mendiskusikan topik tertentu. Jika peserta hanya memiliki sedikit keterlibatan pada topik, maka peneliti hanya akan memperoleh sedikit hasil yang diinginkan, tapi jika peserta memiliki keterlibatan yang tinggi terhadap topik diskusi, moderator mungkin harus bekerja keras untuk mengendalikan arah diskusi (Morgan, 1997).

### E. TAHAP-TAHAP MELAKUKAN *FOCUS GROUP DISCUSSION*

Menurut Nagle dan Williams (2013) terdapat 5 (lima) tahapan dalam melakukan *Focus Group Discussion* yaitu:

### **Tahap 1: Tujuan**

Seperti halnya penelitian yang lain, tahap pertama yang harus dilakukan untuk mendapatkan *focus group* yang berkualitas adalah menentukan tujuan. Hal ini sangat penting karena akan menentukan bagaimana hasil aktivitas selanjutnya. Tujuan penentuan sampel untuk *focus group* diantaranya adalah: (1)Ekplorasi: mengetahui pentingnya masalah dari target populasi; (2)Pengembangan program : bertanya kepada anggota dari target populasi tentang jenis aktivitas apa yang mereka sukai; (3)Riset sistematis: mengumpulkan data secara mendalam melalui pertanyaan penelitian yang spesifik; (4)Evaluasi: mengumpulkan data secara mendalam melalui pertanyaan evaluasi yang spesifik untuk menentukan keberhasilan atau kemajuan program.

### **Tahap 2: Metodologi**

Terdapat dua elemen dalam tahapan metodologi: 1)Konseptualisasi. Ketika tujuan penelitian telah ditentukan, populasi dan sampel penelitian juga harus ditentukan. Populasi merepresentasikan individu yang akan dianalisis. Sampel adalah subset dari populasi. *Focus group* tidak menggunakan probabilitas atau sampel random. *Focus group* biasanya menggunakan sampel *convenience*. Sebuah *focus group* paling efektif terdiri dari 7-12 peserta. Ini merupakan jumlah paling optimal untuk melakukan diskusi dan memudahkan fasilitator untuk menjaga kelompok sesuai tugasnya. 2)Logistik. Logistik sering merupakan elemen yang paling banyak menghabiskan waktu untuk mempersiapkan *focus group*. Saat memulai perencanaan 6-8 minggu sebelum *focus group* sebenarnya mungkin tampak seperti waktu yang lama, penting bagi tim peneliti untuk terlibat dalam proses yang matang. Jangka waktu ini memungkinkan peneliti melakukan penyesuaian sesuai kebutuhan. Memilih fasilitator merupakan hal yang penting. Jika tidak ada orang di tim peneliti yang nyaman di depan kelompok atau memiliki kemampuan untuk mendorong interaksi kelompok, gunakan orang eksternal yang memiliki pengalaman dalam memfasilitasi kelompok. Naskah adalah panduan bagi fasilitator untuk menjelaskan kepada individu tujuan kelompok tersebut, tinjau peraturan *focus group*, dan informasi lain yang mungkin penting diberikan kepada peserta.

### **Tahap 3: Fasilitasi**

Komponen umum tahap fasilitasi adalah (1)Persiapan: Dengan logistik yang telah selesai, tim peneliti dapat mempersiapkan *focus group*. Tim harus memiliki setidaknya dua orang. Satu orang adalah fasilitator dan yang lainnya adalah pencatat. Penting untuk meminta pencatat untuk mencatat umpan balik *focus group*.; (2)Pra sesi: Waktu sebelum *focus group* dimulai merupakan kesempatan penting untuk mengenal dinamika kelompok; (3)Fasilitasi: untuk membuka sesi, mintalah agar para peserta mengenalkan diri mereka. Jangan beritahu orang bahwa komentar mereka bersifat rahasia jika tidak benar. Setelah membuka sesi, lanjutkan melalui pertanyaan. Di akhir diskusi, tutup sesi dengan menggunakan teks dari naskah.

### **Tahap 4: Analisis**

Tahap analisis menggabungkan diskusi *focus group* menjadi bentuk yang mudah dikelola untuk pengembangan laporan. Analisis harus dimulai segera setelah penutupan *focus group*. Pengambilan catatan komprehensif dan peringkasan hasil diskusi dengan peserta selama sesi *focus group* akan memfasilitasi analisis yang lebih efisien. Untuk setiap pertanyaan *focus group*, rangkumlah "gagasan besar" atau "tema" yang telah dibahas. Pengurangan data adalah kunci tahap analisis; Rangkum satu sampai dua jam diskusi ke dalam konsep yang dapat dikelola yang akan memfasilitasi pengembangan laporan. Salah satu cara untuk melakukannya adalah dengan membuat peta konsep. Peta tersebut menunjukkan topik pertanyaan dan tema yang muncul untuk konsep tersebut.

## **Tahap 5: Pelaporan**

Tahap pelaporan merangkai semua tahap sebelumnya bersama-sama ke dalam keseluruhan yang koheren. Faktor lain yang harus diperhatikan antara lain: (1) Tentukan apakah laporan akan dalam gaya naratif atau gaya bullet; (2) Tentukan urutan (pertanyaan dengan pertanyaan atau tema); (3) Informasi Peserta: Sertakan dalam laporan ringkasan peserta focus group (misalnya Jumlah Wanita dan Pria, Tingkat Siswa, dll.); (4) Memanfaatkan kutipan dari *focus group* untuk menekankan poin; (5) Buat ringkasan bagaimana hasil *focus group* sesuai dengan tujuan *focus group*.

## **F. APLIKASI METODA FOCUS GROUP DISCUSSION (FGD)**

### **Community Perceptions toward Economic and Environmental Impacts of Tourism on Local Communities (Aref et al, 2009)**

Aref et al (2009) menyelidiki persepsi masyarakat terhadap dampak ekonomi dan lingkungan dari pariwisata di Shiraz, Iran. Fokus khusus adalah pada perbedaan persepsi antara Distrik Lama dan Baru Shiraz. Studi ini dilakukan pada masyarakat lokal di kota Shiraz, Iran. Shiraz terletak di provinsi Fars; Sebuah area sentral untuk peradaban Persia.

Penelitian ini didasarkan pada metodologi kuantitatif dan kualitatif untuk menyelidiki persepsi masyarakat terhadap dampak wisata. Penelitian ini menggunakan kuesioner survei, *focus group discussion* (FGD). Metode penelitian kualitatif saat ini banyak digunakan dalam penelitian pariwisata mis. Easterby-Smith et al (2002). Penelitian pariwisata, antropolog dan sosiolog telah menggunakan penelitian kualitatif (Decrop, 1999; Riley & Love, 2000). Ketika menyangkut ekonomi, geografi, psikologi atau pemasaran, peneliti cenderung menggunakan pendekatan kuantitatif (Decrop, 1999). Menurut Riley (1996) mayoritas penelitian pariwisata mengandalkan survei terstruktur. Metode kualitatif digunakan secara eksplisit dalam tahap eksplorasi untuk memulai dan memberikan informasi untuk penyelidikan kuantitatif lebih lanjut atau untuk memberi bawahan dan meningkatkan temuan empiris. Walle (1997) menjelaskan bahwa karena pariwisata menjadi bidang multidisiplin, periset pariwisata harus mengeksplorasi berbagai alat dan teknik yang tersedia untuk mereka. Akibatnya, penggunaan metode penelitian kuantitatif dan kualitatif dalam pariwisata bermanfaat sekaligus tepat. Triangulasi metode penelitian ini biasa digunakan dalam penelitian pariwisata. Sebagai contoh, Corey (1996) menggunakan teknik dan kuesioner FGD. Menurut Creswell (2003) pendekatan ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif secara terpisah untuk menyeimbangkan kelemahan satu dengan kekuatan yang lain. Selain itu, hasil dari kedua metode tersebut terintegrasi selama tahap interpretasi, yang memungkinkan ratifikasi dan validasi silang temuan penelitian. Tokoh masyarakat di Shiraz dipilih sebagai populasi sampel untuk survei ini karena mereka mewakili "suara orang-orang yang memprihatinkan (Eng & Parker, 1994). Pemimpin masyarakat didefinisikan sebagai pihak yang dapat mempengaruhi kebijakan, opini, atau tindakan masyarakat karena peran, gelar, atau posisi mereka di masyarakat. Tokoh masyarakat diidentifikasi di setiap komunitas yang menerima dana dari kota Shiraz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa responden sangat setuju bahwa pariwisata memberikan banyak manfaat ekonomi, namun bersifat ambivalen terhadap beberapa aspek ekonomi pariwisata. Temuan ini memberikan dukungan untuk penelitian sebelumnya. Namun, meningkatnya tingkat kriminalitas, kemacetan lalu lintas, kebisingan dan polusi udara, kerusakan lingkungan alam dan kenaikan nilai real estat ditemukan sebagai aspek negatif dari dampak pariwisata. Sebagai kesimpulan, kita dapat melihat beberapa kesamaan antara persepsi penduduk dan persepsi tokoh masyarakat



terhadap dampak pariwisata. Terdapat perbedaan yang nyata antara orang-orang di kedua distrik Shiraz, namun tidak penting secara signifikan. Selanjutnya, hasil FGD menggambarkan harmoni suatu pola hasil di antara semua responden.

### **The Value of Focus Group Discussions for Understanding Barriers to Agriculture-Tourism Linkages in Developing Regions (Mwaijande et al, 2009)**

Tujuan dari studi Kepulauan Virgin adalah untuk mendapatkan tanggapan dari para peserta tentang: (1) Apa isu penting yang perlu ditangani untuk mengembangkan industri pertanian berkelanjutan yang sukses di Kepulauan Virgin? (2) Apa hambatan yang membatasi pengembangan industri pertanian berkelanjutan yang sukses di Kepulauan Virgin? (3) Rekomendasi apa yang akan Anda buat untuk mengatasi rintangan ini? Peserta (antara enam dan delapan) dipilih secara purposif berdasarkan karakterisasi mereka sebagai pemimpin opini di tiga kelompok pemangku kepentingan-petani, pembuat kebijakan, dan praktisi perhotelan dan perhotelan. Diskusi kelompok terarah dikelola oleh tiga fasilitator. Fasilitator pertama memperkenalkan tujuan diskusi dan menjelaskan apa yang diharapkan dari para peserta. Fasilitator kedua memimpin diskusi, mengendalikan arus, dan mencatat tanggapan di *flip chart*. Dalam penelitian ini, peneliti berusaha mengembangkan tema yang mengarah pada deskripsi konseptual tentang hambatan terhadap hubungan yang lebih kuat antara kedua industri tersebut. Kelompok petani mengidentifikasi hambatan kritis karena (1) kurangnya lahan, (2) kurangnya air untuk pengairan, (3) kebutuhan infrastruktur umum, dan (4) kurangnya akses terhadap modal atau dukungan finansial bagi petani. Kelompok pembuat kebijakan mengidentifikasi hambatan penting karena (1) kurangnya program pemasaran domestik yang sehat dan terorganisir, dan (2) kurangnya dukungan politik untuk pembangunan pertanian. Kelompok ketiga-praktisi pariwisata dan perhotelan - mengidentifikasi hambatan penghalang yang berbeda: (1) kurangnya komoditas varietas tertentu yang diminta oleh industri perhotelan, (2) ketidakmampuan petani lokal untuk memasok makanan dan secara konsisten memenuhi permintaan, (3) ketidakmampuan produsen lokal untuk memenuhi standar kualitas, (4) kurangnya pendidikan bagi pemilik restoran dan koki hotel mengenai ketersediaan dan potensi penggunaan tanaman dan makanan lokal, dan (5) kurangnya sistem distribusi makanan lokal yang efektif. Informasi yang dikumpulkan melalui proyek ini di Kepulauan Virgin AS mengkonfirmasi pengamatan pada literatur yang ada bahwa pariwisata dapat menjadi mesin ekonomi untuk pertumbuhan pertanian di wilayah ini (Torres & Momsen, 2004; Telfer, 2000). Hasil dari survei tersebut menghasilkan rekomendasi berbasis empiris untuk mengembangkan kebijakan publik baru untuk memperbaiki hubungan antara petani dan sektor pariwisata Kepulauan Virgin A.S. Pembuat kebijakan, terutama mereka yang berpartisipasi dalam penelitian ini, sekarang lebih cenderung untuk bertindak berdasarkan rekomendasi ini karena mereka tahu rekomendasi tersebut merupakan hasil dari proses penelitian yang kredibel. Seiring berkembangnya negara dan wilayah kerja untuk mengatasi banyak isu terkait peran pertanian dalam memajukan ekonomi dan industri baru, kelompok fokus jelas merupakan metode yang berguna dalam membimbing perencanaan strategis dan pembuatan kebijakan.

## **G. PENUTUP**

*Focus group* menjadi alternatif yang bisa dilakukan untuk penelitian tertentu dan kapan sebenarnya metoda ini menjadi metoda yang lebih diinginkan dibandingkan metoda penelitian kualitatif lainnya, merupakan alat penelitian yang berharga dan dapat menangkap informasi yang akan membantu lebih baik dalam topik penelitian. Untuk mengetahui apakah *focus group* ini tepat untuk proyek penelitian adalah dengan melihat bagaimana keaktifan dan

mudahnya peserta untuk berdiskusi tentang topik yang dipilih. Jika masih ada halangan untuk berinteraksi secara aktif dan mudah, peneliti harus membuat strategi cadangan untuk pengumpulan data dalam desain penelitiannya. Menyatakan bahwa *focus group* adalah opsi yang bisa diambil untuk proyek penelitian tidak identik bahwa metoda ini merupakan metoda yang lebih diinginkan untuk mencari data penelitian, karena dalam berbagai situasi dan kondisi penelitian kualitatif yang berbeda akan menghasilkan data yang lebih sesuai dengan tujuan peneliti. Akan tetapi *focus group* menambah pilihan kita sebagai peneliti ketika harus mencocokkan pertanyaan penelitian pada metoda kualitatif.

### Daftar Pustaka

- Aref, F., Redzuan, M., and Gill, S.S. (2009) "Community Perceptions toward Economic and Environmental Impacts of Tourism on Local Communities." *Asian Social Science* Vol. 5, No. 7
- Barrows, C. W. (2000) "An exploratory study of food and beverage training in private clubs." *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 12, (3) 190-197
- Corey, R. J. (1996). "A drama-based model of traveler destination choice." *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 5(4), 1-22.
- Creswell, J. W. (2003). *Research Design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Davis, P. (2007). "Discussions among The Poor: Exploring Poverty Dynamics with Focus Groups in Bangladesh." *Chronic Poverty Research Centre* No.84
- Decrop, A. (1999). "Triangulation in qualitative tourism research." *Tourism Management*, 20(1), 157-161.
- Denzin, N. K. and Lincoln, Y. S. (2005). *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications
- Eng, E., and Parker, E. (1994). "Measuring community competence in the Mississippi Delta: The interface between program evaluation and empowerment." *Health Education Quarterly*, 21(2), 199-220.
- Easterby-Smith, M., Thorpe, R., and Lowe, A. (2002). *Management Research: An Introduction*. London: Sage Publications.
- Gibbs, A. (1997, Winter) Focus groups [online] available from <<http://www.soc.surrey.ac.uk/sru/SRU19.html>> [28May 2017]
- Hines, T. (2000) "An evaluation of two qualitative methods (focus group interviews and cognitive maps) for conducting research into entrepreneurial decision making." *Qualitative Market Research: An International Journal* 3, (1) 7-16
- Krueger, R.A, and Casey, M.A. (2000) *Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research*. 3rd ed. Thousand Oaks, CA: Sage
- Marczak, M., and Sewell, M. (2007) "Using Focus Groups for Evaluation" [online] available from <http://ag.arizona.edu/fcs/cyfernet/cyfar/focus.htm> *Marketing News* (1995), 27 February 2017
- McClelland, S. B. (1994) "Training Needs Assessment Data-gathering Methods: Part 3, Focus Groups." *Journal of European Industrial Training* 18, (3) 29-32
- Mwaijande, F., Miller, J.D., Wailes, E., and Petersen Jr, L. (2009) "The Value of Focus Group Discussions for Understanding Barriers to Agriculture-Tourism Linkages in Developing Regions" *Journal of International Agricultural and Extension Education* Volume 16, Number 3
- Morgan, D.L. (1997) *Focus Groups as Qualitative Research*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications

- Nagle, B., and Williams, N.(2013) *Methodology Brief: Introduction to Focus Groups*. Center For Assessment, Planning, Accountability. <http://www.uncfsp.org/projects/userfiles/file/focusgroupdiscussion> (December 15, 2016)
- Riley, R. W. (1996). "Revealing socially constructed knowledge through quasi-structured interviews and grounded theory analysis." *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 5(1/2), 21-39.
- Riley, R. W., and Love, L. L. (2000). "The state of qualitative tourism research." *Annals of Tourism Research*, 17(1), 164-187.
- Threlfall, K. D. (1999) "Using focus groups as a consumer research tool." *Journal of Marketing Practice: Applied Marketing Science* 5, (4) 102-105
- Wall, A. L. (2001) "Evaluating an undergraduate unit using a focus group." *Quality Assurance in Education* 9, (1) 23-31
- Walle, A. H. (1997). "Quantitative versus qualitative tourism research." *Annals of Tourism Research*, 24(3), 524-536.

# WEB SEMANTIK DENGAN MENGGUNAKAN MAPPING OTOMATIS DARI DATABASE MYSQL 5.6 KE PROTEGE 4.3, TURTLE ONTOLOGY, D2RQ, JENA, DAN NETBEANS 7.4

Widiatminingsih<sup>a</sup>, Herlina jayadiani<sup>a</sup>, Heru cahya Rustamaji<sup>a</sup>, Frans Richard K<sup>a</sup>, Hafisah<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Jln SWK 104 Lingkar Utara, Condongcatur Yogyakarta Indonesia

## Abstract

*The problem of changing information into the level of knowledge is still being a big problem. Manually mapping process from MySQL to protege is still running by user/programmers if they wants to build web 3.0 generation. This is a waste of time. By using D2Rq Turtle the transfer process from information into the form of knowledge becomes faster.*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi web terus berkembang dari waktu ke waktu. Permasalahan yang muncul adalah migrasi data. Perpindahan data dari web generasi 2.0 ke web generasi 3.0 tidak mudah. Jumlah data yang cukup besar ini sangat mempengaruhi proses migrasi data dimana diketahui bahwa teknologi web semantik RDF/OWL belum terkoneksi dengan MySQL. Inilah yang akan menjadi fokus penelitian dalam penelitian ini yaitu membuat jembatan *interoperability* dari level informasi ke level *knowledge*. Mengatasi permasalahan perpindahan informasi ke level *knowledge* dalam web semantik, yakni cara memindahkan *database* dengan MySQL kemudian dipindahkan dengan *knowledgebase* dengan format *turtle* (.ttl) yaitu dengan menggunakan *generate mapping* sebagai jembatan *interoperability* yang terdapat pada teknologi D2RQ *turtle*. Jembatan *interoperability* inilah yang menjadi cikal bakal ontologi. Pada proses selanjutnya, data yang sudah diubah ke dalam format *turtle* (.ttl) akan dipindahkan ke dalam *protégé* sehingga format harus diubah menjadi (.owl). Perubahan format dari (.ttl) ke (.owl) menggunakan *dump RDF/OWL* yang terdapat pada teknologi D2RQ *turtle*. Perpindahan data ke dalam *protégé* dilakukan untuk membuat *object properties*, data *properties*, dan pengecekan *SPARQL*, untuk *class* dan *instance* sudah secara otomatis terbuat. Pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota Yogyakarta adalah pusat pelayanan kesehatan masyarakat yang cukup besar di daerah Yogyakarta. Pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota Yogyakarta memiliki sistem yang cukup kompleks yang terdiri dari *front office* dan *back office*, dimana didalamnya terdiri atas beberapa modul. *Front office* terdiri dari modul rawat jalan, modul registrasi, modul poli, modul apotek, modul rawat inap, modul rekam medik, modul IGD, dan modul keperawatan. *Back office* terdiri dari modul keuangan, modul eksekutif, modul gudang, dan modul logistik. Besarnya sistem pada pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota Yogyakarta maka hanya diambil satu modul untuk proses web semantik yaitu modul rawat jalan pada bagian *front office*. Pengambilan modul rawat jalan dikarenakan setiap pegawai pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota yang melakukan pencarian pada modul rawat jalan pasti memiliki pemahaman *knowledge* yang berbeda sehingga pencarian dibuat berdasarkan *knowledge*.

## 2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah membuat jembatan *interoperability* yang akan memindahkan *database* pada *MySQL* di web generasi 2.0 ke dalam web generasi 3.0 dengan bantuan *D2R server engine* menggunakan pendekatan *mapping* yang nanti akan dipindahkan dari *database* pada *MySQL* ke dalam *knowledgebase* dan akan berbasis web yang akan dipakai oleh pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota Yogyakarta.

## 3. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan Sistem, Merupakan tahapan diawali dengan mencari kebutuhan dari keseluruhan sistem yang akan diaplikasikan ke dalam bentuk perangkat lunak. Pemodelan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Unified Modelling Language* (UML).
2. Analisis, Merupakan proses menganalisis hal – hal yang dibutuhkan untuk pembuatan atau pengembangan perangkat lunak seperti metodologi riset, arsitektur, rekayasa dan pemodelan sistem, dan analisa kebutuhan perangkat lunak.
3. Perancangan, Merupakan tahapan perancangan *database*, perancangan *knowledgebase* seperti pendefinisian *class* dan hierarki *class*, pendefinisian *properties (slot)*, dan proses *instance* dengan menggunakan *On-To-Knowledge* (OTK) ontologi (Sure, Staab, & Studer, 2004), perancangan sistem dengan *Unified Modelling Language* (UML), bagan alir (*flowchart*), dan perancangan *user interface*.
4. *Coding*, Merupakan tahapan untuk menerjemahkan algoritma ke dalam bahasa pemrograman yang telah ditentukan. Pada penelitian ini terbagi dua tahapan yakni dengan XML/RDF, *SPARQL* di level *knowledgebase* dan dengan *Netbeans Jena Library*.

## 5. Fundamental

### a. Teknologi Web

Teknologi web adalah teknologi berbasis web yang dikembangkan dengan pemanfaatan bahasa pemrograman web untuk suatu ruang informasi yang diakses menggunakan *browser*.

### b. Web Semantik

Web semantik merupakan perluasan dari web saat ini, sehingga informasi memiliki arti yang terdefinisi lebih baik, dengan mengupayakan persamaan persepsi antara konsep-konsep yang ada, sehingga memungkinkan manusia dan komputer untuk bekerjasama secara lebih optimal, terutama dalam pengelolaan dan penyajian informasi (Maedche & Staab, 2001).

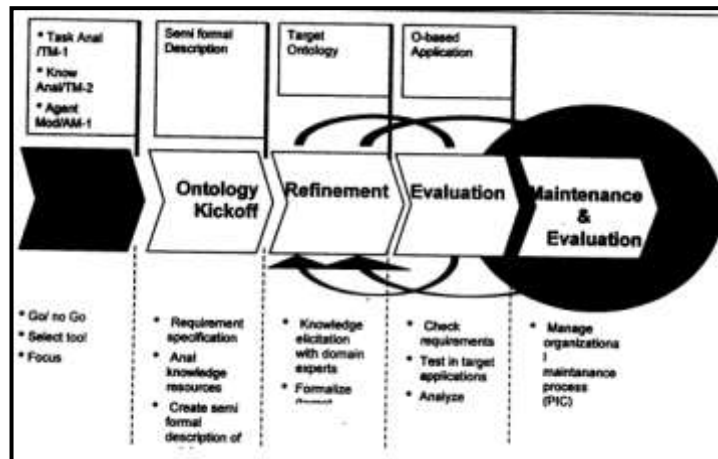
### c. Ontologi

Ontologi merupakan suatu teori tentang makna dari suatu obyek, properti suatu obyek serta relasi obyek tersebut yang memungkinkan terjadi pada suatu *domain* pengetahuan (Noy & McGuinness, 2001). Ontologi dapat digunakan untuk menerangkan tentang struktur suatu

disiplin ilmu atau *domain* pengetahuan tertentu. Suatu ontologi atas beberapa komponen penting yaitu *individuals (instances)*, *classes (concepts)*, *attributes* dan *relationships*.

#### d. OTK (*On-To-Knowledge*)

*On-To-Knowledge* (OTK) adalah metodologi yang memiliki tahapan dan proses umpan balik seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses Pengembangan Ontologi dengan OTK (*On-To-Knowledge*)

Tahapan pada OTK adalah studi kelayakan (*feasibility study*), penentuan kelanjutan (*ontology kickoff*), penyempurnaan (*refinement*), dan pemeliharaan dan evolusi (Sure, Staab, & Studer, 2004).

#### e. Turtle

Turtle adalah format untuk menyatakan data dalam RDF. Model data RDF dengan sintaks mirip dengan *SPARQL*. RDF menampilkan informasi seperti *triple* yang masing-masing terdiri dari subyek, obyek, dan predikat. Item-item tersebut dinyatakan dalam URI web. *Turtle* menyediakan cara untuk menggabungkan tiga URI untuk menjadi sebuah *triple* dan menyediakan cara-cara untuk mempersingkat informasi. *Turtle* dijelaskan oleh Dave Beckett sebagai bagian dari bahasa Notation3 (N3) tim Berners-Lee dan Dan Connolly, dan superset minimal format *N-Triples*. Tidak seperti N3 yang hanya mempunyai kekuatan ekspresif yang melebihi RDF, *turtle* hanya bisa menserialisasi grafik RDF yang valid. *Turtle* adalah alternatif dari RDF/XML yang sebenarnya sintaks unik dan standard untuk menulis RDF. Kebalikan dari RDF/XML, *turtle* tidak bergantung pada XML dan lebih dapat dibaca dan mudah diedit secara manual dari XML. *MySQL* adalah *Relational Database Management System* (RDBMS) yang didistribusikan secara gratis di bawah lisensi GPL (General Public License) dimana setiap orang bebas untuk menggunakan *MySQL*, namun tidak boleh dijadikan produk turunan yang bersifat *closed source* atau komersial. *MySQL* sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep utama dalam *database* sejak lama, yaitu SQL (*Structured Query Language*).

#### f. D2R server

D2R adalah *tool* untuk mempublikasikan konten dari *relational database* dalam web semantik. Konten *database* dipetakan dalam RDF dengan *mapping* yang dideklarasikan untuk menspesifikasikan bagaimana *resources* diidentifikasi dan bagaimana properti *value digenerate* dari konten *database*. D2R server mengizinkan RDF dan HTML browser untuk mengarahkan konten dari non-RDF *database* dan membolehkan aplikasi untuk melakukan *query* pada *database* menggunakan SPARQL *query* dengan SPARQL *protocol* (Bizer & Cyganiak, 2006).

### D2RQ Mapping Language

D2RQ *language* merupakan bahasa yang dideklarasikan untuk mendeskripsikan relasi antara *relationak database schema* dan RDFS *vacabularies* atau OWL *ontologies*. D2RQ merupakan *mapping* dokumen RDF yang disimpan dalam bentuk *turtle*. *Mapping* diekspresikan sesuai dengan term D2RQ *namespace*: <http://www.wiwiss.fu-berlin.de/suhl/bizer/D2RQ/0,1#>. *Mapping* menjelaskan *virtual RDF Graph* yang terdiri atas informasi dari *database* (Cyganiak, Bizer, Garber, Maresch, & Chritian, 2012).

#### g. Database Connection

Mendefinisikan koneksi JDBC ke lokal atau *remote database relational*. D2rq: *Database* menggunakan propertinya dalam melakukan koneksi ke *database*. Selain menggunakan properti yang memiliki sendiri, *d2rq:Database* melakukan koneksi ke *database* juga dapat disukung dengan menggunakan *jdbc:namespace* (*namespace* URI: <http://d2rq.org/terms/jdbc/>). Contoh penulisan code untuk koneksi *database* MySQL ditunjukkan dalam Modul Program 1

```
map:database a d2rq:Database;
  d2rq:jdbcDriver "com.mysql.jdbc.Driver";
  d2rq:jdbcDSN "com.mysql://localhost/kerusakan";
  d2rq:username "root";
  jdbc:autoReconnect "true";
  jdbc:zeroDateTimeBehavior "convertToNull";
```

**Modul Program 1** Koneksi *Database* MySQL

#### h. Pembuatan RDF Resources

D2rq: *ClassMap* menyatakan *class* atau kelompok *class* yang serupa dari OWL *ontologies* atau RDFS *schema*. Sebuah *ClassMap* mendefinisikan bagaimana *instances* dari *class* diidentifikasi. D2rq: *ClassMap* terhubung dengan *d2rq:Database* dan memiliki kelompok *d2rq:PropertyBridges* yang melampirkan *property* yang melampirkan *property* ke *instances*. D2rq: *ClassMap* merupakan *instances* dari RDFS atau OWL *class*. D2RQ secara otomatis membuat *rdf:type triples* bila dibutuhkan (Cyganiak et al., 2012).

#### i. NetBeans

*NetBeans* merupakan merk dagang yang hak atas kekayaan intelektualnya dimiliki oleh Sun Microsystem, Inc. di Amerika Serikat dan negara-negara lainnya. *NetBeans* dimiliki serta diedarkan di bawah lisensi *Sun Public License*. *NetBeans* adalah versi *open source* dari Forte IDE, sebuah IDE untuk pengembangan aplikasi *java* yang dikembangkan oleh Forte Software, dimana Forte saat ini sudah diakuisisi oleh Sun dan menjadi salah satu produk penguat jajaran divisi *software* sun.

#### j. Jena RDF API

*Jena* merupakan suatu *Java* API dalam bahasa pemrograman *Java* untuk membuat dan memanipulasi graf RDF (McBride, 2001). *Jena* dikembangkan untuk memenuhi dua tujuan, yang pertama untuk menyediakan para programmer bahwa API lebih mudah digunakan daripada peralatan alternatif lainnya dan yang kedua dapat digunakan untuk menyesuaikan spesifikasi RDF. *Jena* API didesain khusus untuk bahasa pemrograman *Java*. *Jena* mengintegrasikan kedua jenis program menjadi *single* API (API tunggal). Aplikasinya dapat dituliskan menggunakan pendekatan pernyataan *centric*, pendekatan *resource centric* atau campuran keduanya.

#### k. Java Server Pages

*Java Server Pages* (JSP) merupakan salah satu *tool* untuk mengembangkan halaman-halaman web yang bersifat dinamis yang berbasis bahasa *Java*. Teknologi ini dikembangkan oleh Sun Microsystems.

### 6. Case Study

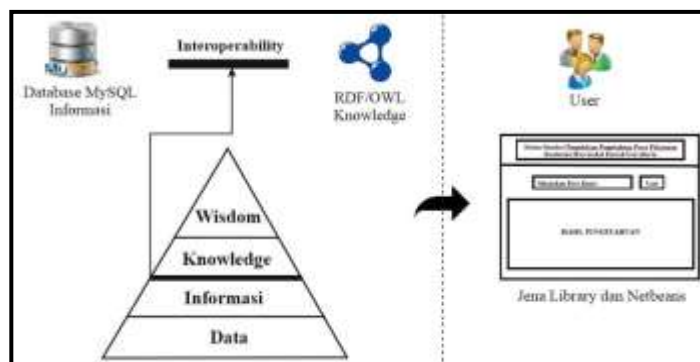
Pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota Yogyakarta mempunyai sistem yang kompleks yang terdiri dari dua bagian, yakni *front office* dan *back office* yang terdiri dari beberapa modul. *Front office* mempunyai modul rawat jalan, modul registrasi, modul poli, modul apotek, modul rawat inap, modul rekam medik, modul IGD, dan modul keperawatan. *Back office* mempunyai modul keuangan, modul eksekutif, modul gudang, dan modul logistik. Setiap modul-modul dari *front office* maupun *back office* tidak bisa langsung dibuat menjadi sistem web semantik secara utuh karena terbatasnya waktu sehingga pada penelitian ini hanya mengambil satu modul yaitu modul rawat jalan pada bagian *front office*. Berikut adalah arsitektur sistem yang akan dibangun yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Arsitektur Sistem yang Akan Dibangun

Dijelaskan pada Gambar bahwa yang akan dikerjakan pada penelitian ini hanya pada modul rawat jalan sehingga agar tercipta sistem web semantik pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota Yogyakarta yang utuh maka *database* modul-modul yang berada pada bagian *front office* dan *back office* dibuat sama seperti pada modul rawat jalan. Pada sistem ditampilkan metadata agar dapat digunakan untuk mengintegrasikan antar modul-modul yang berada pada bagian *front office* maupun *back office*. Didapatkan dari modul rawat jalan, arsitektur yang menjadi fokus dalam pengerjaan penelitian terlihat pada Gambar 4.





Gambar 4 Arsitektur Gambaran Umum

Gambar 4 dijelaskan bahwa penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan. Pertama membuat jembatan *interoperability* dari level informasi ke dalam level *knowledge* yang bisa terlihat pada segitiga pada Gambar dimana informasi berupa *database* pada *MySQL* yang nantinya akan dipindahkan ke dalam *knowledge* dengan mengubah format menjadi *RDF/OWL*. Kedua membuat *interface* dengan *Netbeans* dan *Jena Library* sehingga bisa digunakan oleh *user*. Arsitektur proses apa saja yang dikerjakan dalam penelitian terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Arsitektur Proses yang Akan Dikerjakan

Gambar 5 dijelaskan bahwa data Puskesmas Karangwaru, Tegalarjo, Kota Yogyakarta yang disimpan dalam *database* di *MySQL* yang diberi nama *puskesmas\_tegalarjo*. Pada *puskesmas\_tegalarjo* dibagi menjadi lima tabel, yaitu tabel pasien, tabel penyakit, tabel pembayaran, tabel dokter, dan tabel registrasi. Langkah selanjutnya adalah memindahkan data Puskesmas Karangwaru, Tegalarjo, Kota Yogyakarta yang berada pada *database* *puskesmas\_tegalarjo* ke dalam *D2R server engine*. Pemindahan dari *MySQL database* ke dalam *D2R server engine* dimaksudkan untuk mengubah format dari (.sql) menjadi *turtle* (.ttl). Hasil dari pembentukan *mapping file* disimpan ke dalam format .owl agar bisa dimasukkan ke dalam aplikasi *protégé*. *Protégé* melakukan pembentukan *class*, *object properties*, *data properties*, dan pengujian *SPARQL*. Langkah terakhir pembentukan *user interface* dengan *Netbeans* dan *Jena Library*.

## 7. Rekayasa dan Pemodelan Sistem

Berdasarkan studi pustaka dan observasi yang sudah dilakukan maka dibuatlah rekayasa pemodelan sistem. Pemodelan sistem yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Unified Modelling Language* (UML) karena didasarkan pada pendekatan *object oriented* sehingga dapat menganalisa apa saja yang dilakukan oleh aktor dalam menjalankan sistem. Perancangan ontologi yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *On-To-Knowledge* (OTK). OTK dipakai dalam penelitian ini karena pada pendekatan ini memiliki proses umpan balik sehingga apabila terjadi kesalahan dalam membangun ontologi bisa kembali ke dalam *protégé* tanpa harus kembali ke *database*. Sistem pada aplikasi ini memiliki kemampuan untuk *user* mendapatkan pengetahuan mengenai data rawat jalan yang melakukan pemeriksaan pada tempat pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru,

Tegalrejo, Kota Yogyakarta sehingga hasil yang didapat berupa pengetahuan informasi yang ada pada tempat pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo. Kota Yogyakarta, seperti tanggal periksa, nama pasien, tanggal lahir pasien, alamat pasien, nama penyakit, nama dokter, dan jenis pembayaran.

### 8. Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

Analisis kebutuhan merupakan langkah awal untuk menentukan perangkat lunak seperti apa yang akan dihasilkan. Langkah yang dilakukan adalah memindahkan web generasi 2.0 dalam *database* pada *MySQL* ke dalam web generasi 3.0 dengan menggunakan *D2R server engine* untuk menghasilkan format *turtle (.ttl) file* dan *protégé (.owl)* yang dapat digunakan untuk lokal *Java Application (NetBeans)* menggunakan *Jena Library* sehingga menghasilkan pengetahuan ontologi. Proses *instance, Instance-instance* dalam ontologi sumber data pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota Yogyakarta ini dikembangkan melalui tahap-tahap sebagai berikut.

1. Pemilihan *class*
2. Pembuatan sebuah *instance (individual)* dari *class* tersebut
3. Pengisian nilai *properties (slot)* dari masing-masing *instance (individual)*.

Informasi dan pengetahuan dari sistem pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota Yogyakarta dari ontologi yang telah dibangun.

### 9. Implementasi

Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat *database* pada *MySQL* dengan nama *puskesmas\_tegalrejo*, dimana *database* *puskesmas\_tegalrejo* memiliki lima tabel. Berikut ditampilkan data-data dari setiap tabel pasien, tabel penyakit, tabel pembayaran, tabel dokter, dan tabel registrasi.

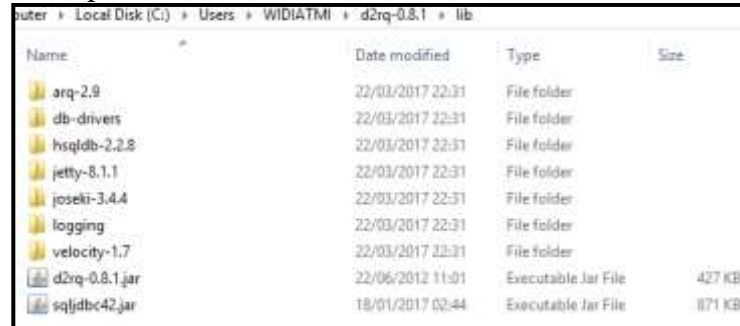
	id_pasien	nama_pasien	alamat	tanggal_lahir
<input type="checkbox"/>	1.3838	Nanda Sari	Jatimulyo 01/01	1996-07-07
<input type="checkbox"/>	1.4209	Eko Haryanto	Jl Mulyo 14/03	1986-08-30
<input type="checkbox"/>	1.4802	Marinah	Jl Jambon 27B	1942-07-07
<input type="checkbox"/>	1.5526	Putriah	Kricak Kidul 35/08	1954-02-13
<input type="checkbox"/>	1.5979	Takiri	Bangunrejo 51/11	1954-01-23
<input type="checkbox"/>	1.6206	Daniel Kristian	Jatimulyo 02/01	1986-01-02
<input type="checkbox"/>	18.02.0033	Nuruk Setyati	Bangunrejo 35/10	1957-01-13
<input type="checkbox"/>	18.42.04.0032	Ridho Fathurrahman	Benar 07/02	2011-01-01
<input type="checkbox"/>	18.42.04.0319	Suzni	Benar 02/01	1983-01-19
<input type="checkbox"/>	18.44.01.0009	Sri Umi	Kricak 45/10	1954-01-30
<input type="checkbox"/>	18.44.01.0011	Baritri	Bangunrejo 48/10	1946-03-19
<input type="checkbox"/>	18.44.01.0110	Suwanto	Jatimulyo 12/04	1961-01-17
<input type="checkbox"/>	18.44.01.0544	Masli	Jatimulyo 24/05	1936-12-02
<input type="checkbox"/>	18.44.01.0564	Stewarto	Bangunrejo 50/11	1963-02-15
<input type="checkbox"/>	18.44.01.0664	Masri	Bangunrejo Tr. U1787	1962-12-04
<input type="checkbox"/>	18.44.01.1154	Krisna Murti	Jl. Jambon 27B	2007-08-09
<input type="checkbox"/>	18.44.01.2086	Eri Warkito	Jati Mulyo 16/04	1972-10-30
<input type="checkbox"/>	18.44.01.2738	Suzini	Bangunrejo 45/10	1941-01-15
<input type="checkbox"/>	18.45.02.0032	Rusman	Bangunrejo 35/10	1949-06-20
<input type="checkbox"/>	18.45.02.0082	Maulani	Karangwaru 56/02	2003-08-18

Gambar 6 Tampilan Data Dari Tabel Pasien

### Jembatan *Interoperability* Untuk Pindah Ke Web Generasi 3.0 Perpindahan di dalam *D2R server engine*

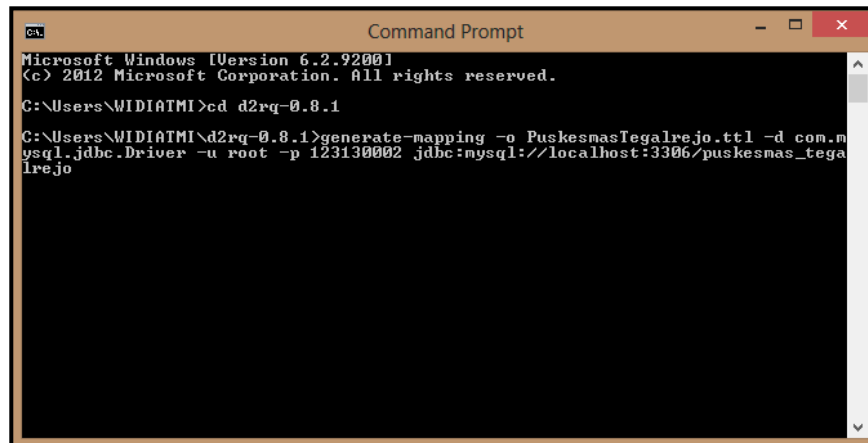
Langkah yang dilakukan dalam perpindahan di dalam *D2R server engine* adalah *generate mapping* dan *dump RDF/OWL*, tetapi sebelum langkah-langkah tersebut dilakukan terlebih dahulu melakukan penginstalan *D2RQ*. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan untuk melakukan instal *D2RQ* sebagai berikut:

1. Mengunduh D2RQ-0.8.1 pada [www.d2rq.org](http://www.d2rq.org).
2. Mengekstrak file D2RQ-0.8.1 dan menempatkan pada local disk C >> users >> widiatmi.
3. Menambahkan sqljdbc42.jar pada folder lib yang terdapat pada file D2RQ-0.8.1 seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7 sqljdbc42.jar

Langkah kedua melakukan *generate mapping* atau *mapping* data menggunakan *command prompt* seperti yang terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Perintah Mapping

Pada Gambar 8 dijelaskan bahwa langkah pertama masuk pada *directory* D2R server *engine*. Langkah kedua mengetikkan “generate-mapping -o PuskesmasTegalrejo.ttl -d com.mysql.jdbc.Driver -u root -p 123130002 jdbc:mysql://localhost:3306/puskesmas\_tegalrejo”. Terdapat perintah “generate-mapping” yaitu perintah *mapping* data, lalu terdapat “-o PuskesmasTegalrejo.ttl” adalah output dari *mapping* menggunakan sintaks *turtle*, “-d com.mysql.jdbc.Driver” adalah *driver database MySQL*, “-u root -p 123130002 jdbc:mysql://localhost:3306/puskesmas\_tegalrejo” adalah pengambilan data dari *database* puskesmas\_tegalrejo. Langkah berikutnya adalah melakukan pengecekan pada D2R server *engine*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan pengecekan pada D2R server *engine* sebagai berikut:

1. Mengetikkan “d2r-server PuskesmasTegalrejo.ttl” pada *command prompt* seperti yang terlihat pada Gambar 9.

```

Microsoft Windows [Version 6.2.9200]
(c) 2012 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\UJDIATMI>cd d2rq-0.8.1

C:\Users\UJDIATMI\d2rq-0.8.1>d2r-server PuskesmasTegalrejo.ttl
08:17:38 INFO JettyLauncher      :: [!!] Server started at http://localhost:2020/ [!!]

```

Gambar 9 Perintah Memulai D2R Server Engine

2. Membuka <http://localhost:2020> pada *web browser* yang terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Tampilan D2R Server Engine

Setiap akan mengakses <http://localhost:2020> terlebih dahulu melakukan langkah pertama tanpa menutup *command prompt*.

### Perpindahan di dalam *protégé*

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mentransfer data yang ada pada D2R server engine ke dalam protégé 4.3. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini untuk mentransfer data yang ada pada D2R server engine ke dalam protégé 4.3 sebagai berikut:

1. Membuat RDF ke dalam bentuk format .owl yaitu dengan mengetikkan “`dump-rdf -f RDF/XML -b http://localhost:2020/ PuskesmasTegalrejo.ttl > PuskesmasTegalrejo.owl`” pada *command prompt* seperti yang terlihat pada Gambar 12 atau bisa juga untuk melakukan *generate mapping*, pengaksesan server D2R server engine dan *dump* RDF dibuat dalam bentuk format (.bat) yang nantinya dimasukkan ke dalam folder d2rq-0.8.1.

```

Microsoft Windows [Version 6.2.9200]
(c) 2012 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\WIDIATMI>cd d2rq-0.8.1

C:\Users\WIDIATMI\d2rq-0.8.1>dump-rdf -f RDF/XML -b http://localhost:2020/ PuskesnasTegalrejo.ttl > PuskesnasTegalrejo.owl

```

Gambar 11 Perintah *Dump* RDF

2. Membuka *file* *PuskesmasTegalrejo.owl* pada aplikasi *protégé* 4.3, karena bersifat semi otomatis maka data yang berhasil ditransfer ke dalam *protégé* 4.3 hanya *class* dan *individuals* saja maka untuk membuat *object properties* dan data *properties* dilakukan pada *protégé* 4.3.

Langkah kedua yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat *object properties* dan data *properties* di dalam *protégé* 4.3 pada *file* *PuskesmasTegalrejo.owl* yang sudah dibuat di D2R server engine sebelumnya.

**Pengujian SPARQL query.**

Contoh ke-1 menampilkan pasien yang membayar dengan jamkesmas pada ontologi yang sedang dibangun. Pada Gambar 12 memperlihatkan hasil *SPARQL query* sederhana.

```

SPARQL Query   RDF/XML rendering
SPARQL query:
PREFIX : <http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
SELECT ?pasien ?pembayaran
WHERE {
  ?pasien :membayar_dengan ?pembayaran.
  ?pembayaran :jenis_pembayaran ?value.
  FILTER (?value = "jamkesmas")
}

```

Gambar 12 Contoh *SPARQL Query* Menampilkan Pasien yang Membayar dengan Jamkesmas

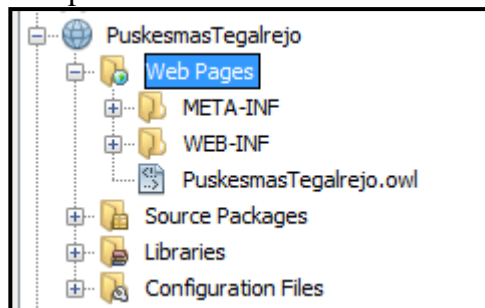
Dijelaskan bahwa “SELECT ?pasien ?pembayaran” adalah *class* yang akan ditampilkan pada hasil pengetahuan. “WHERE { }” menunjukkan syarat atau ketentuan dimana dalam contoh pada Gambar 12 pasien yang membayar dengan pembayaran. Dalam menampilkan pasien yang membayar dengan jamkesmas saja maka menggunakan “?pembayaran :jenis\_pembayaran ?value. FILTER (?value = "jamkesmas)”. *Value* adalah variabel yang digunakan untuk mendefinisikan “jamkesmas”, sehingga hasil pengujian *SPARQL query* yang menampilkan pasien yang membayar dengan jamkesmas terlihat pada Gambar 13.

pasien	pembayaran
'pasien #18.44.01.0110'	'pembayaran #b001'
'pasien #18.44.01.0664'	'pembayaran #b001'
'pasien #1.6366'	'pembayaran #b001'
'pasien #18.45.02.0877'	'pembayaran #b001'
'pasien #1.3836'	'pembayaran #b001'
'pasien #1.5979'	'pembayaran #b001'
'pasien #18.45.02.1107'	'pembayaran #b001'
'pasien #18.42.04.0032'	'pembayaran #b001'
'pasien #18.45.02.0082'	'pembayaran #b001'
'pasien #18.42.04.0319'	'pembayaran #b001'
'pasien #18.45.02.1052'	'pembayaran #b001'
'pasien #1.3526'	'pembayaran #b001'

Gambar 13 Hasil SPARQL Query Menampilkan Pasien yang Membayar dengan Jamkesmas

Hasil yang dimunculkan pada Gambar 13 adalah *primary key* dari setiap *class* pasien dan *class* pembayaran, dimana pembayaran #b001 adalah kode pembayaran dari jamkesmas.

Pembuatan tampilan *interface* pada penelitian ini membutuhkan *NetBeans 7.4*, server tomcat, *Jena API* dan *Protégé-OWL API*. Langkah selanjutnya adalah membuat *project* baru dengan PuskesmasTegalrejo adalah memasukkan file PuskesmasTegalrejo.owl pada *packages Web Pages* yang terlihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Proses Memasukkan Ontologi

Langkah selanjutnya adalah menambahkan *Jena API* dan *Protégé-OWL API* yang berekstensi jar ke dalam *packages Libraries* dengan cara mengklik kanan *packages Libraries* >> *Add JAR/Folder* >> memilih file *jena* yang berekstensi jar pada bagian lib >> *open*. Langkah yang dilakukan dalam implementasi *query* dimulai dengan file *PuskesmasTegalrejo.owl* sebagai basis pengetahuan dari aplikasi web. Pembacaan file *PuskesmasTegalrejo.owl* tersebut menggunakan *method* *readFile* ("PuskesmasTegalrejo.owl"). Pada Modul Program 1 memperlihatkan *method* untuk pembuatan model ontologi.

```
model = ModelFactory.createOntologyModel(OntModelSpec.OWL_MEM_RDFS_INF);
```

Modul Program 1 *Method* untuk Pembuatan Model Ontologi

Kemudian file OWL tadi akan dibaca sebagai *InputStream* seperti yang diperlihatkan pada Modul Program 2.

```
InputStream in=FileManager.get().open(sc.getRealPath(""+inputFileName));
Model.read(new InputStreamReader(in), "");
```

Modul Program 1 Pembacaan File OWL sebagai *InputStream*



Setelah model tersebut membaca file *PuskesmasTegalrejo.owl* maka selanjutnya akan diambil elemen PREFIX dan *namespace* URI dari PREFIX tersebut dengan *method* `model.getNSPrefixMap()` dan `model.getNsURIPrefix(ns)`. *Prefix* hasil *method* `readFile("PuskesmasTegalrejo.owl")` ini disimpan ke dalam variabel global bernama *prefix*.

Pembuatan *query SPARQL* dilakukan dengan melewati berbagai parameter pencarian yang ditangkap oleh halaman antarmuka JSP ke *method* `parseSearchKeys` dan dikembalikan sebagai *string query* setelah digabung dengan *prefix* yang disimpan dalam variabel *prefix*. *String query* tersebut kemudian dieksekusi dengan memanggil *method* `execute(model.query)` yang akan menghasilkan dokumen hasil bertipe *ResultSet*. Cuplikan kode pada *method* `util.execute(model.query)` dapat dilihat pada Modul Program 3 sebagai berikut:

```
Query query = QueryFactory.create(queryString);
QueryExecution qexec = QueryExecutionFactory.create(query, model);
return qexec.execSelect ();
```

#### Modul Program 3 Cuplikan *Method* untuk Mengeksekusi *String Query*

Hasil *query* tersebut perlu diformat ke dalam format RDF/XML jika hasilnya berupa RDF atau ke dalam format XML jika hasilnya bukan berupa RDF. Untuk memformat hasil *query* tersebut digunakan *method* `prepareResult`, yang nantinya akan menghasilkan sebuah dokumen sesuai dengan format hasil *query SPARQL* yaitu berformat XML. Pada *method* `prepareResult` dilakukan pemisahan untuk setiap solusi *query* yang dinyatakan pada elemen `result` dan `results` pada dokumen XML tersebut diperlihatkan pada Modul Program 4.

```
List list= d.getRootElement().element("results").elements("result");
```

#### Modul Program 2 Pemisahan untuk Setiap Solusi *Query*

Halaman awal merupakan halaman yang pertama kali muncul pada sistem simulasi pengelolaan semantik registrasi pasien pada pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota Yogyakarta. Teknik pencarian dilakukan berdasar kata kunci akan meminta *user* untuk memasukkan sebuah kata kunci pada sebuah *text-entry field* yang tersedia. Kata kunci yang dimasukkan akan dicocokkan dengan nilai *property/nama instances* pengetahuan yang dimiliki oleh sistem. Gambar 15 merupakan hasil implementasi rancangan halaman pencarian kata kunci.



Gambar 15 Halaman Pencarian Terminologi

Saat tombol *Search* diklik maka semua data yang ada pada *form* di halaman *index.jsp* akan dikirim ke halaman *hasil\_cari\_kata\_kunci\_1.jsp*. Pada halaman *hasil\_cari\_kata\_kunci\_1.jsp* kata kunci dari *text-entry field* akan ditangkap dan disimpan ke dalam variabel *searchText*, dengan *statement* yang diperlihatkan pada Modul Program 5.

```
String searchText = request.getParameter ("keyword")
```

Modul Program 5 *Statement* untuk Menangkap Kata Kunci

Variabel *searchText* tersebut kemudian dicocokkan dengan nilai properti. Modul Program 6 berikut menunjukkan potongan *query* yang memperlihatkan proses pencocokkan.

```
"FILTER (REGEX(str(?value)," + searchText + "','i') || REGEX(?nama_pasien," +
searchText + "','i') || REGEX(?tanggal_lahir," + searchText + "','i') ||
REGEX(?alamat," + searchText + "','i') || REGEX(?tanggal_periksa," + searchText +
 "','i') || REGEX(?nama_dokter," + searchText + "','i') || REGEX(?jenis_pembayaran,"
+ searchText + "','i'))";
queryString += "} ORDER BY ?nama_pasien";
```

Modul Program 6 Proses Pencocokan *Query*

Setelah proses pencocokkan selesai dan diperoleh hasil yang sesuai, maka hasil *query* tersebut akan ditampilkan. Informasi yang ditampilkan adalah informasi dari pasien seperti tanggal pemeriksaan, nama pasien, alamat, tanggal lahir, nama penyakit, nama dokter, dan jenis pembayaran yang dilakukan oleh. Sesuai dengan klausa *SELECT* pada *query SPARQL* yang ditunjukkan pada Modul Program 7.

```
SELECT DISTINCT ?tanggal_periksa ?nama_pasien ?tanggal_lahir ?alamat
?nama_penyakit ?nama_dokter ?jenis_pembayaran
```

Modul Program 7 Klausa *SELECT* pada *Query SPARQL*

## 10. Kesimpulan

1. Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota Yogyakarta pada bagian *front office* khususnya rawat jalan pada tahun 2014.
2. Jembatan yang digunakan untuk melakukan perpindahan *database MySQL* 5.6 ke dalam *protégé* 4.3 adalah *D2RQ*.
3. Penggunaan *semantic web search* pada pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota Yogyakarta dilakukan dengan menggunakan pendekatan *mapping*.
4. Pembuatan tampilan *interface* pada *semantic web search* pusat pelayanan kesehatan masyarakat Karangwaru, Tegalrejo, Kota Yogyakarta dengan menggunakan *Jena Library* dan *Netbeans* 7.4.

## 11. Daftar Pustaka

Maedche, A., & Staab, S. (2001). *Ontology Learning for The Semantic Web*. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-40/maedche+staab.pdf/>



Noy, F. ., & McGuinness, D. . (2001). *Ontology Development 101: A Guide to Creating your First Ontology*. Retrieved from <http://protege.stanford.edu/publications/ontology-development/ontology101-noy-mcguinness.html>

Sure, Y., Staab, S., & Studer, R. (2004). On-To-Knowledge Methodology (OTKM). In P. D. S. Staab & P. D. R. Studer (Eds.), *Handbook on Ontologies* (pp. 117–132). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-24750-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-540-24750-0_6)

Bizer, C., & Cyganiak, R. (2006). D2rq Server-Publishing Relational Database on Semantic Web.ISWC.

Cyganiak, R., Bizer, C., Garber, J., Maresch, O., & Chritian, B. (2012). The D2RQ Mapping Language. Retrieved from <http://d2rq.org>

McBride, B. (2001). *Jena: Implementing the RDF Model and Syntax Specification*, Hewlett Packard Laboratories Filton Road, Stoke Gifford Bristol, UK. Retrieved from <http://ftp.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-40/mcbride.pdf>

# RESPON TANAMAN KUBIS MERAH (*Brassica oleraceae* var. *capitata forma rubra* L.) PADA BERBAGAI JENIS PUPUK ORGANIK CAIR UNTUK Mendukung EKOWISATA DI KADISOBO SLEMAN

Heti Herastuti<sup>1)</sup>, Prayudi<sup>2)</sup>, M. Edy Susilo<sup>3)</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
email: heti\_astuti@yahoo.co.id

<sup>2 & 3</sup> FISIPOL, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

## Abstract

*Ekowisata merupakan bentuk wisata yang dikelola dengan pendekatan konservasi dalam upaya menjaga kelangsungan pemanfaatan sumberdaya alam untuk waktu kini dan masa mendatang. Di Kadisobo Sleman mulai berkembang ekowisata yang menawarkan keasrian alam dengan keunggulan pertanian organik yang memanfaatkan limbah organik untuk budidaya sayuran. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji berbagai jenis dan konsentrasi pupuk organik cair untuk budidaya kubis merah. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap pola factorial 3 x 3 dengan 3 ulangan.. Faktor pertama adalah jenis POC yang terdiri atas 3 taraf, yaitu: POC (urin sapi), POC (akar bambu), POC (orok-orok). Faktor kedua adalah konsentrasi POC terdiri atas 3 taraf, yaitu: 4 ml/l, 6ml/l, dan 8ml/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara berbagai jenis dengan konsentrasi pupuk organik cair terhadap semua parameter. Pupuk organik cair urin sapi memberikan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar, dan bobot kering tanaman kubis merah lebih besar dari pada pupuk organik akar bambu dan orok-orok. Konsentrasi pupuk organik cair 8 ml/l paling tepat untuk memberikan pertumbuhan tanaman kubis merah terbaik.*

**Keywords:** *kubis merah, POC, ekowisata*

## PENDAHULUAN

*Ekowisata* adalah perjalanan yang bertanggung jawab ke daerah alami yang menjaga lingkungan, mempertahankan kesejahteraan masyarakat lokal dan melibatkan interpretasi dan edukasi khususnya pada staf dan tamu atau wisatawan. Salah satu paket wisata di Kadisobo Sleman adalah konsep ekowisata pertanian organik. Kegiatan bertanam secara organik memiliki daya tarik bagi wisatawan untuk terlibat di dalamnya, karena tidak merusak lingkungan, sehat dan bersih dari pencemaran bahan kimia. Adapun ciri khas produk unggulan desa wisata Kadisobo Sleman adalah produk sayur organik yang dalam budidayanya menggunakan pupuk organik cair.

Kubis salah satu jenis sayuran yang mempunyai nilai gizi yang tinggi untuk kepentingan manusia, karena mengandung vitamin dan mineral yang diperlukan oleh tubuh manusia. Warna-warna yang berbeda dari sayuran memiliki manfaat dan kandungan gizi yang berbeda. Warna merah keunguan pada kubis merah menunjukkan sayuran ini kaya akan anthocyanin, anthocyanin merupakan senyawa alami yang termasuk antioksidan. Antioksidan adalah zat pelawan radikal bebas yang sangat penting bagi tubuh untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Pada kubis merah juga kaya akan vitamin A dan C

yang dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari terutama dalam membantu mengurangi diabetes, kanker, penyakit mata dan serangan jantung.

Dalam budidaya kubis sudah banyak dilakukan dengan pemberian pupuk organik cair. Pupuk organik cair memiliki fungsi yang sangat tinggi dalam pertumbuhan dan hasil tanaman, selain menyuburkan tanah juga mengurangi pencemaran lingkungan akibat penggunaan pupuk yang selama ini banyak digunakan petani. Pupuk organik cair adalah pupuk berfase cair yang dibuat dari bahan-bahan organik yang difermentasikan dalam kondisi anaerob dengan bantuan organisme hidup. Kelebihan pupuk organik cair adalah unsur hara yang dikandungnya lebih cepat tersedia dan mudah diserap akar tanaman.

Setiap unsur hara memiliki peranan masing-masing dan dapat menunjukkan gejala tertentu pada tanaman apabila ketersediannya kurang. Adapun sumber unsur hara dapat diperoleh dari pupuk organik cair yang bermacam-macam, dengan adanya macam-macam pupuk organik cair dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Macam-macam pupuk organik cair yang dapat digunakan untuk menambahkan unsur hara pada tanaman antara lain : urine sapi, akar bambu dan orok-orok.

Urine sapi merupakan pupuk yang berasal dari kotoran sapi yang difermentasikan dalam kondisi anaerob dengan bantuan organisme. Urine sapi mengandung zat perangsang tumbuh yang dapat digunakan sebagai pengatur tumbuh diantaranya IAA. Lebih lanjut dijelaskan bahwa urin sapi juga memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman. Karena baunya yang khas, urin sapi juga dapat mencegah datangnya berbagai hama tanaman, sehingga urin sapi juga dapat berfungsi sebagai pengendalian hama tanaman serangga (Kurniandinata, 2008). Berdasarkan analisis laboratorium bahwa pupuk organik cair pada urine sapi memiliki kandungan 2,9 % N, 2,3% P dan 6,7 % K.

Sedangkan pada akar bambu terdapat bakteri *pseudomonas flourensens* dan bakteri *bacillus polymixa* yang dapat membantu proses fermentasi. Menurut Styorini (2010), memanfaatkan akar bambu yang mengandung bakteri *pseudomonas flourensens* dan bakteri *bacillus polymixa* dapat berperan dalam proses fermentasi. Bakteri akar bambu dapat mengeluarkan cairan yang mampu melarutkan mineral sehingga menjadi unsur hara yang tersedia, merombak dan mengurai bahan organik (dekomposisi bahan organik) menjadi nutrisi tanaman. Selain itu bakteri *pseudomonas flourensens* dan bakteri *bacillus polymixa* dapat mengeluarkan enzim serta hormon yang berguna untuk memacu pertumbuhan tanaman dan mengeluarkan antibiotik yang mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan mikroba yang bersifat patogenik (mikroba penyebab penyakit) (Efendi, 2011). Akar bambu yang sudah lapuk diduga mengandung bakteri yang mampu menghasilkan enzim selulase (terutama lingo selulase) (Iswati, 2012). Pada pupuk organik cair akar bambu memiliki kandungan 0,06% N, 2,7% P dan 8,7 K.

Salah satu jenis tanaman pupuk hijau yang dapat digunakan ialah tanaman orok-orok (*Crotalaria juncea* L.). Orok-orok sering dianggap sebagai tanaman pengganggu atau gulma karena mudah tumbuh secara liar termasuk pada lahan yang sedang digarap. Petani memanfaatkan tanaman tersebut sebagai pakan ternak atau sebagai pagar halaman; padahal dapat pula dimanfaatkan sebagai pupuk hijau. Sebagai pupuk, *Crotalaria* dapat menambah ketersediaan hara nitrogen tanah yang pada akhirnya bertujuan untuk meningkatkan produksi tanaman yang dibudidayakan. Keunggulan tanaman tersebut adalah mampu memfiksasi N bebas dari udara dengan bakteri penambat N sehingga kadar N yang terkandung didalam tanah relatif menjadi tinggi. *Crotalaria* mempunyai kandungan N yang tinggi yaitu 3,01% N (Rachman, 2002) dan bagian tanaman ini cukup lunak (sukulen) sehingga cocok digunakan sebagai pupuk hijau. Selain penghasil unsur nitrogen, *Crotalaria*

juga penghasil biomassa (Isroi, 2010). Pupuk organik cair *Crotalaria* memiliki kandungan 0,08% N, 0,8% P dan 1,7 % K.

Pada umumnya pupuk organik cair mengandung unsur hara makro dan mikro, hormone tumbuh dan probiotik tanah. Masing-masing jenis pupuk organik cair mengandung kandungan unsur yang berbeda, sehingga perlu dikaji konsentrasi yang tepat untuk dapat diberikan ke tanaman sayur khususnya kubis merah. Dengan memanfaatkan urin sapi, akar bambu, dan orok-orok sebagai bahan dasar pupuk organik cair, maka akan mengurangi kerusakan pada tanah.

Tujuan penelitian adalah: (1) untuk mengkaji pengaruh jenis dan konsentrasi pemberian pupuk organik cair serta interaksinya terhadap pertumbuhan tanaman kubis merah (*Brassica oleraceae var. capitata forma rubra* L.); dan (2) untuk menemukan jenis dan konsentrasi POC yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman kubis merah, sehingga diperoleh hasil yang tinggi

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di desa wisata Kadisobo 2, Trimulyo, Sleman pada bulan April sampai Juni 2017 dengan ketinggian tempat 450 m dpl. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kubis merah, POC 1 berbahan urin sapi, POC 2 berbahan akar bambu, dan POC 3 berbahan orok-orok. Alat yang digunakan: drum plastik, gelas ukur, aerator, timbangan analitik, oven. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial  $3 \times 3$ , dengan jumlah ulangan sebanyak 3 kali. Faktor pertama adalah jenis Pupuk Organik Cair (P) terdiri atas 3 taraf, yaitu : POC 1 berbahan urin sapi, POC 2 berbahan akar bambu, dan POC 3 berbahan orok-orok. Faktor kedua adalah konsentrasi POC (K) terdiri atas 3 taraf, yaitu : 4 ml/l, 6 ml/l, dan 8 ml/l.

Analisis data varian dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh dari perlakuan pada jenjang nyata 95%. Apabila ada beda nyata antar perlakuan, dilakukan uji lanjut dengan Duncan 5% untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Pupuk organik cair diaplikasikan dengan cara disiramkan pada tanaman dengan interval 1 minggu sekali sebanyak 200 ml/tanaman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan parameter pertumbuhan meliputi, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar, dan bobot kering tanaman. Hasil pengamatan perlakuan penggunaan berbagai jenis dan konsentrasi pupuk organik cair disajikan pada tabel 1. di bawah ini.

Tabel 1. Rerata tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar, bobot kering tanaman kubis merah

Perlakuan	Parameter				
	Tinggi tanaman (cm)	Luas Daun (cm <sup>2</sup> )	Jumlah Daun	Bobot basah (g)	Bobot Kering (g)
Jenis POC:					
• Urin Sapi	23,44 a	231,05 a	17,22 a	150,29 a	24,07 a
• Akar Bambu	21,30 b	173,67 b	15,93 b	124,19 b	20,11 b
• Daun Orok-orok	18,59 c	135,28 c	14,63 c	84,08 c	14,93 c
Konsentrasi POC:					
• 4 ml/l	19,56 r	160,17 r	15,41 q	109,85 r	17,81 r

• 6 ml/l	21,33 q	180,12 q	15,89 q	121,78 q	19,78 q
• 8 ml/l	22,44 p	199,71 p	16,48 p	132,63 p	21,52 p
	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji Duncan taraf 5%. Tidak terjadi interaksi yang ditunjukkan pada tanda (-)

Dari tabel 1. menunjukkan bahwa pupuk organik cair dari urin sapi berbeda nyata dengan pupuk organik dari akar bambu dan orok-orok terhadap tinggi tanaman dan luas daun kubis merah. Sedangkan tinggi tanaman dan luas daun kubis merah dengan perlakuan pupuk organik cair dari akar bambu menghasilkan pertumbuhan lebih baik dari pupuk organik cair dari orok-orok. Pada konsentrasi pupuk organik cair 8 ml/l memberikan tinggi tanaman dan luas daun kubis merah lebih baik daripada perlakuan pupuk organik cair 4 ml/l dan 6 ml/l.

Hal ini disebabkan dengan pemberian pupuk organik cair dari urin sapi dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan unsur hara terutama unsur hara N yang sangat diperlukan tanaman, sehingga tanaman dapat memacu pertumbuhan vegetatifnya. Seperti dikemukakan oleh Marsono dan Sigit (2001) bahwa unsur hara N diperlukan untuk pembentukan klorofil yang diperlukan dalam proses fotosintesis dan memacu pertumbuhan vegetatif tanaman. Berdasarkan analisis laboratorium bahwa pupuk organik cair pada urine sapi memiliki kandungan 2,9 % N, 2,3% P dan 6,7 % K. Begitu pula pada perlakuan konsentrasi pupuk organik cair memberikan hasil semakian besar konsentrasi yang diberikan akan menghasilkan tinggi tanaman dan luas daun semakin besar karena kandungan unsur hara lebih banyak pada konsentrasi 8 ml/l .

Pada parameter jumlah daun menunjukkan jenis pupuk organik cair dari urin sapi memberikan jumlah daun lebih banyak dari akar bambu dan orok-orok. Konsentrasi pupuk organik cair 4 ml/l memberikan hasil tidak bedanya dengan 6ml/l, namun keduanya berbeda nyata dengan 8 ml/l terhadap jumlah daun kubis merah. Sejalan dengan penelitian Alfarisi (2015), jumlah daun pada tanaman sawi yang diperlakukan dengan pupuk dari urin sapi menghasilkan jumlah daun paling banyak karena urin sapi mengandung unsur hara kalium yang sangat berguna untuk tanaman sayur berdaun. Hasil penelitian Parawansa dan Hamka (2014), pemberian pupuk organik cair urin sapi dapat meningkatkan pertambahan jumlah daun pada tanaman kangkung darat karena urin sapi mengatur zat perangsang tumbuh yang dapat digunakan sebagai pengatur tumbuh diantaranya adalah IAA.

Pada parameter bobot segar dan bobot kering kubis merah menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik cair dari urin sapi memberikan hasil lebih berat daripada pupuk organik cair akar bambu dan orok-orok.. Sedangkan perlakuan penggunaan pupuk organik cair dari akar bambu memberikan hasil bobot segar dan bobot kering lebih besar daripada pupuk organik cair dari orok-orok. Sedangkan semakin tinggi konsentrasi pupuk organik cair akan memberikan hasil bobot segar dan bobot kering semakian besar pula. Hasil diperoleh konsentrasi terbaik adalah 8 ml/l pupuk organik cair.

Berdasarkan analisis laboratorium bahwa pupuk organik cair pada akar bambu memiliki kandungan 0,06% N, 2,7% P dan 8,7% K. Kandungan unsur NPK didalam akar bambu lebih sedikit daripada yang ada di urin sapi. Ketersediaan unsur hara di dalam pupuk organik cair dan dibantu dengan ketersediaan mikroorganisme yang cukup akan menyebabkan proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman kubis merah lebih maksimal.

Bakteri dari genus *Pseudomonas*, *Bacillus* yang ada di perakaran bambu diidentifikasi sebagai PGPR penghasil fitohormon yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman terutama hormon auksin yang berperan dalam meningkatkan atau memacu tinggi tanaman.

Akumulasi bahan kering mencerminkan kemampuan tanaman dalam mengikat energi dari cahaya matahari melalui proses fotosintesis, serta interaksinya dengan faktor lingkungan lainnya. Distribusi akumulasi bahan kering pada bagian tanaman dapat mencerminkan produktivitas tanaman. Penelitian dari Sudjana (2011) menyatakan, orok-orok adalah bahan organik yang dapat meningkatkan berat kering, berat segar, dan jumlah daun tanaman selada. Hasil analisis laboratorium untuk pupuk organik cair orok-orok memiliki kandungan 0,08% N, 0,8% P dan 1,7 % K.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh (Herastuti, *et al.*, 2016) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk urine sapi, akar bambu, *orok-orok* memberikan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, berat kering, volume akar pada tanaman sawi lebih baik.

## **KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Tidak terjadi interaksi antara berbagai jenis dan konsentrasi pupuk organik cair terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar dan bobot kering tanaman kubis merah.
2. Pupuk organik cair urin sapi memberikan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar, dan bobot kering tanaman kubis merah lebih besar dari pada pupuk organik akar bambu dan orok-orok.
3. Konsentrasi pupuk organik cair 8 ml/l paling tepat untuk memberikan pertumbuhan tanaman kubis merah.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Tulisan ini merupakan bagian dari hasil penelitian PUPT DIKTI (2017) yang berjudul “Pengembangan *Ecotourism* Desa Wisata Dengan Pendekatan *Stakeholder Engagement* Di Kabupaten Sleman”. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dirjen Dikti Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi.

## **REFERENSI**

- Alfarisi, N. dan Manurung, T. 2015. Pengaruh Pemberian Pupuk Urin Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis (*Zea mays saccharata*) Dengan Penggunaan EM4. *Jurnal Biosains* Vol. 1 No. 3 Desember 2015
- Herastuti, H., Prayudi., dan M. E. Susilo. 2016. *Pertanian Organik Memanfaatkan Bahan Alami Untuk Mendukung Ecotourism Di Desa Wisata*. Yogyakarta, Juli 2016. [Prosiding Seminar Nasional LPPM]. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. 3 : 60-67.
- Parawansa, INR dan Hamka. 2014. Interval Waktu Pemberian Pupuk Organik Cair Urin Sapi Pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir) *Jurnal Agrisistem*, Desember 2014, Vol. 10 No.2
- Sudjana, B. 2015. Pemanfaatan *Crotalaria retusa* (L.) dan “Kascing” Sebagai Pupuk Organik Untuk Sayuran Selada (*Lactuca sativa*). *Majalah Ilmiah Solusi Unsika* ISSN 1412-86676 Vol. 10 No. 20 Ed. Sept-Nop 2011

Syamsiah, M. dan Royani. 2014. Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Terhadap Pemberian PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobakteri) dari Akar Bambu dan Urine Kelinci. Jurnal Agrosience Volume 4 No. 2: Juli – Desember 2014.

# POTENSI PANAS BUMI DI PULAU JAWA DAN PEMANFAATAN LANGSUNGNYA (STUDI KASUS LAPANGAN PANAS BUMI CISOLOK, SUKABUMI, JAWA BARAT)

Intan Paramita Haty<sup>1</sup>, Bambang Triwibowo<sup>1</sup> and Ardhian Nofri Nugroho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Jl. SWK 104 Condong Catur Sleman Yogyakarta 55283, [intanparamitahaty@yahoo.co.id](mailto:intanparamitahaty@yahoo.co.id)

<sup>2</sup> PT. Jabar Rekind Geothermal Jakarta, Wisma Aldiron lantai 3 Suite 316 Jl. Jend Gatot Subroto Kav 72 Jakarta, [ardhian\\_nofri@yahoo.co.id](mailto:ardhian_nofri@yahoo.co.id)

**Abstrak** - Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pemanfaatan manifestasi panas bumi di daerah prospek lapangan panas bumi Cisolok, Sukabumi, Jawa Barat. Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu metode geothermometer yang memakai hasil analisa kimia sampel manifestasi mata air panas di daerah ini. Geothermometer yang paling banyak digunakan antara lain Geothermometer Silika, Geothermometer Na/K, Geothermometer Na-K-Ca, Geothermometer Na/Li, dan Geothermometer Na-K-Mg. Berdasarkan suhu geothermometer itulah manifestasi panas bumi dapat dimanfaatkan secara langsung ataupun tidak langsung.

Kata kunci : Manifestasi, panas bumi, mata air panas, Geothermometer

## Pendahuluan

Indonesia terletak pada pertemuan 3 lempeng kerak bumi yang besar yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Pulau Jawa berada di bagian tengah busur vulkanik Sunda yang terjadi karena tumbukan konvergen antara lempeng samudra Indo-Australia yang bergerak menunjam ke utara di bagian bawah Lempeng Eurasia dan memanjang dari Laut Andaman menerus ke timur melalui Sumatra, Jawa, Bali sampai Pulau Flores. Tumbukan ini dimulai sejak Kenozoikum dan menghasilkan gaya kompresi utara – selatan yang membentuk sesar geser berarah barat laut – tenggara, serta memicu terjadinya aktifitas magmatisme dan vulkanisme di Pulau Jawa.

Dengan lapisan magma di dalam mantel, menjadi penting memahami dinamika gerakannya yang berguna dalam pemahaman di mana dan bagaimana potensi panas yang dikandung di dalamnya dapat dimanfaatkan oleh manusia. Magma yang dinamis dapat bergerak ke berbagai arah. Jika ke arah permukaan bumi terdapat celah, lubang atau kedalamannya di bawah bumi dangkal, magma dapat bergerak keluar bumi (ekstrusi). Dengan besarnya tekanan yang terkandung dalam magma, pergerakan dapat menembus kulit bumi bersifat ledakan (eksplosif), maupun terobosan di dalam kulit bumi/intrusif (Sumotarto, U., 2015). Aktifitas magmatisme – vulkanisme yang terjadi selama Pliosen – Plistosen mengakibatkan munculnya banyak gunungapi di sepanjang jalur subduksi. Rangkaian gunungapi tersebut beberapa diantaranya masih aktif dan lainnya sudah tidak aktif yang biasanya keduanya dapat dijadikan sebagai objek pariwisata. Objek pariwisata yang memanfaatkan sumber daya geologi seperti panasbumi, danau, sungai, dan sebagainya disebut geowisata. Pengembangan geowisata di Indonesia masih tergolong rendah, banyak daerah-daerah potensial yang belum terekspos, padahal keindahan dan manfaatnya sangat berguna bagi masyarakat sekitar ataupun pengunjungnya (Jemi, dkk., 2015)

## Potensi Panas Bumi di Indonesia



Potensi sumber daya panas bumi di Pulau Jawa dapat ditemukan mulai dari Jawa Barat sampai Jawa Timur dengan kapasitas yang berbeda-beda. Di Kamojang-Derajat, Cibereum-Parabakti, Pengalengan dan Dieng potensi panas bumi sudah dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik. Sedangkan di tempat lain masih dalam rencana pengembangan. Rencana pengembangan tersebut dimulai sejak tahun 2013 sampai dengan tahun 2017 ini terdiri dari WKP Cibuni, Jawa Barat dengan 1 unit pembangkit sebesar 10 MW; WKP Karaha, Jawa Barat dengan 2 unit pembangkit masing-masing sebesar 30 MW; WKP Gunung Tampomas dengan kapasitas 2 x 110MW; WKP Gunung Tangkuban Perahu, Jawa Barat dengan kapasitas 2 x 55MW; WKP Ciselok, Sukabumi, Jawa Barat dengan kapasitas 2 x 55MW; WKP Ciater dengan 2 unit pembangkit masing-masing sebesar 30MW; WKP G. Iyang Argopuro, Jawa Timur dengan 1 unit pembangkit sebesar 1 x 55MW; WKP G. Ungaran dengan kapasitas 2 x 55MW. WKP Blawan Ijen, Jawa Timur dengan kapasitas 2 x 55MW, WKP Telaga Ngebel, Jawa Timur dengan kapasitas 3 x 55MW, WKP Baturaden dengan kapasitas 2 x 110MW; WKP Guci dengan kapasitas 1 x 55 MW. Selain itu di tahun 2017 ini dilaksanakan pula kegiatan eksplorasi Gunung Lawu di Jawa Tengah.

## **STUDI KASUS PEMANFAATAN LANGSUNG PANAS BUMI DI CISOLOK, SUKABUMI, JAWA BARAT.**

### **Lokasi dan Kesempaan Daerah**

Ciselok merupakan salah satu daerah prospek panasbumi yang berada di paling barat Kabupaten Sukabumi dan berbatasan dengan Kabupaten Lebak. Daerah ini sebelumnya merupakan daerah eksplorasi Pertamina. Survey yang pernah dilakukan di daerah ini meliputi survey geologi detil, survey geokimia detil, dan survey geofisika yang meliputi survey DC resistivity, SP, MT, gravity, bahkan telah dilakukan pemboran eksplorasi CSL-1 hingga kedalaman kurang dari 1500m. Berdasarkan hasil dari survey dan pemboran tersebut disimpulkan bahwa sistem panas bumi di Ciselok merupakan sistem outflow dari suatu sistem panas bumi bertemperatur tinggi yang diduga berasal dari sekitar Gunung Halimun, kurang lebih 20 km di utara lokasi prospek Ciselok (Suryantini, 2009).

Lapangan Panas Bumi Ciselok-Cisukarame secara administratif berada di Daerah Ciselok – Cisukarame Kecamatan Ciselok – Cikakak, Kabupaten Sukabumi Propinsi Jawa Barat. Sejauh 564 km dari Yogyakarta dengan waktu tempuh sekitar 15 jam (Yogyakarta - Kebumen – Purwokerto – Wanarejo – Bandung – Sukabumi – Pelabuhan Ratu – Ciselok). Dari kota Sukabumi berjarak ± 70 km atau ± 140 km dari kota Bandung. Hampir sebagian besar daerah penelitian dapat dicapai dengan kendaraan roda dua. Sedangkan secara geografis terletak pada koordinat 6°53'31" S - 6°56'58.5" S dan 106°26'22" E - 106°30'08" S

### **Geologi Regional**

Batuan di daerah penelitian berdasarkan Sudjatmiko dan S. Santosa, 1992 (dalam Suryantini, 2009) digolongkan menjadi batuan berumur Tersier dan batuan berumur Kuarter (gambar 1).

Stratigrafi daerah Ciselok dan sekitarnya tersusun oleh :

- a. Batugamping (Tmtl) anggota Formasi Citarete, terletak di bagian bawah, berumur Miosen Awal, bercirikan batugamping terumbu dan mengandung pecahan kuarsa dan feldspar, terendapkan pada lingkungan laut.
- b. Tuff Citorek (Tpv) berumur Pliosen, bercirikan endapan epiklastika, tufan bersusun dasit dan batugamping. Tuf ini diduga selaras di atas Formasi Cimanceuri.

- c. Breksi Tapos (Qbv), berumur Plistosen, berupa breksi gunungapi bersusun andesit basalt dan aglomerat. Breksi ini mejemari dengan lava Halimun, dan menutupi tak selaras satuan batuan tua.
- d. Dasit (Tmda) berumur Miosen Akhir, bersusun dasit atau liparit, terbentuk retas atau trobosan kecil berbentuk "stock"
- e. Alluvium (Qa) berupa endapan sungai dan endapan undak. Endapan pantai (Qc) setempat berupa dataran pantai, gosong pasir, dan batugamping terumbu.

Di daerah Cisolok terdapat tiga sesar utama yang berarah timur laut – barat daya, timur-barat dan hampir utara – selatan. Sesar berarah timur laut – barat daya berumur Tersier yang mengontrol pembentukan cekungan Tersier dan masih aktif mengontrol proses erosi, pengendapan serta aktifitas vulkanik di daerah Cisolok. Struktur termuda (Plistosen) yang berkembang di Cisukarame berarah utara – selatan, sedangkan struktur yang mengontrol pemunculan manifestasi merupakan struktur lebih tua berarah timur laut – barat daya sehingga perlu diketahui lokasi dan polanya. Sesar berarah timur – barat memotong sedimen berumur Miosen Atas tetapi tidak berhubungan dengan aktifitas panasbumi saat ini. Perpotongan sesar berarah hampir utara-selatan dengan sesar berarah timur laut – barat daya merupakan zona penting karena berhubungan dengan alterasi yang luas.

Widarto (1985) juga telah melaksanakan pemetaan geologi permukaan di daerah Cisolok-Cisukarame. Satuan batuan tertua yang tersingkap di permukaan adalah satuan batupasir tufaan Formasi Citarete, di atasnya secara selaras diendapkan satuan breksi Formasi Cimapag. Keduanya terangkat dan terlipatkan oleh kegiatan tektonik sesudah Miosen Bawah yang disertai terobosan dasit. Pada Pliosen Bawah diendapkan satuan tufa Formasi

Cimanceuri secara tidak selaras diatas formasi terdahulu. Kemudian terjadi pengangkatan dan pensesaran oleh kegiatan tektonik sesudah Pliosen Bawah yang disertai terobosan andesit. Sebagian dari keseluruhan satuan batuan di atas ditutupi oleh hasil vulkanik Kuartar secara tidak selaras. Satuan batuan yang menyusun stratigrafi diatas memungkinkan terjadinya suatu medan uap alam atau lapangan panasbumi. Ini didukung dengan munculnya manifestasi permukaan sebagai gejala munculnya panasbumi di lapangan Cisolok dan Cisukarame.

### **Manifestasi**

Manifestasi panasbumi di permukaan yang terdapat di daerah Cisolok dapat digunakan sebagai salah satu penciri adanya panasbumi yang berkembang di bawah permukaan. Manifestasi panasbumi yang ditemukan di daerah Cisolok yaitu mata air panas, uap dan mata air panas, dan endapan travertine. Terdapat paling sedikit 8 uap dan mata air panas (Gambar 2) serta 20 mata air panas (Gambar 3) disepanjang 300 meter sungai sungai Cipanas dan Cisolok (Gambar 4). Mata air panas di Cisolok muncul di daerah zona ubahan hidrothermal. Manifestasi permukaan didaerah Cisolok, menunjukkan bahwa system panasbumi telah mengalami perubahan. Air reservoir yang berasal dari air Cl berubah menjadi air HCO<sub>3</sub>. Hal ini terjadi karena adanya interaksi antara air panas dengan batuan yang ada di permukaan sehingga mengakibatkan perubahan karakteristik dan mineralogi. Salah satu manifestasi panasbumi yang muncul di Cisolok terdiri atas sekumpulan kelompok mata air panas dengan temperatur berkisar antara 71°C-100°C dengan pH 6,4-7,4 dan debit antara 5-60lt/menit (Suryantini, 2009). Berdasarkan suhu reservoir panasbumi, pemanfaatan panasbumi dapat dibagi menjadi dua, yaitu pemanfaatan tidak langsung dan pemanfaatan

langsung.

### **Pemanfaatan Manifestasi Secara Langsung**

Pemanfaatan manifestasi panas bumi secara langsung di daerah prospek Cisolok, Sukabumi, Jawa Barat sebagai daerah potensi wisata, pemandian air hangat, maupun pengobatan. Mata air panas dengan kandungan mineral yang berbeda sering direkomendasikan untuk tiap orang dengan keluhan penyakit yang berbeda.

Balneologists (studi ilmiah tentang air mineral alami) Eropa telah melaksanakan penelitian secara intensif mengenai terapi air mineral. Mata air dengan kandungan mineral yang berbeda sering direkomendasikan untuk tiap orang sesuai dengan keluhan penyakitnya. Berikut ini merupakan hasil penelitian dari mineral-mineral yang sebagian besar terdapat pada sebagian besar mata air panas beserta manfaat dari mineral-mineral tersebut ([thegoldenjubilee.blogspot.co.id/2011/07/pemanfaatan-langsung-energi-panas-bumi-untuk-balnotherapy](http://thegoldenjubilee.blogspot.co.id/2011/07/pemanfaatan-langsung-energi-panas-bumi-untuk-balnotherapy)) :

1. Bikarbonat, mata air ini mengandung gas bikarbonat (sodium bikarbonat, bikarbonat kalsium, karbon dioksida, dll). Mandi di air bikarbonat dipercaya membantu membuka pembuluh darah perifer dan membantu meningkatkan sirkulasi di dalam tubuh. Selain itu hasil penelitian di Eropa menyebutkan bahwa memanfaatkan air bikarbonat pada mata air panas dengan suhu berkisar antara 86-100°F untuk mandi mampu mengatasi hipertensi dan aterosklerosis ringan. Beberapa peneliti percaya bahwa mandi bikarbonat juga membantu penyakit jantung dan ketidakseimbangan sistem syaraf.

2. Sulfur dan Sulfat, mata air panas yang kaya sulfur digunakan untuk mengatasi berbagai macam permasalahan, seperti infeksi kulit, gangguan pernafasan, dan radang kulit. Air panas kaya sulfat (senyawa belerang) memiliki komposisi sulfur yang jauh berkurang dibandingkan dengan mata air yang kaya sulfur. Air panas yang kaya sulfat ini biasanya untuk permasalahan hati dan gastrointestinal, serta untuk beberapa permasalahan pernapasan dengan inhalasi, seperti di spa Eropa.

3. Klorida, mata air panas asin yang kaya natrium klorida ini memiliki jumlah kandungan klorida 0,5-3%. Dianggap oleh beberapa peneliti bermanfaat untuk kondisi rematik, arthritis, kondisi sistem saraf pusat, gangguan pasca trauma dan pasca operasi, serta penyakit ortopedidan ginekologi.

4. Mineral hasil penelitian:

- ✓ Boron, berguna dalam membangun massa otot, aktivitas otak meningkat, dan memperkuat tulang.
- ✓ Kalium, membantu dalam normalisasi irama jantung, membantu dalam mengurangi tekanan darah tinggi, membantu untuk menghilangkan racun tubuh dan meningkatkan kesehatan kulit.
- ✓ Sodium : Sodium dan garam alami membatu proses pengentasan gejala rematik, dan dapat merangsang sistem limfatik tubuh bila digunakan dalam bak mandi
- ✓ Air asin yang tinggi kalsium, magnesium, dan potasium dapat membantu tubuh dalam membersihkan kulit.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut diatas, sistem ini dapat lebih mudah dan murah untuk dikembangkan di Indonesia, karena Indonesia memiliki sumber panas bumi yang sangat besar, sehingga dapat memanfaatkan manifestasi mata air panas dari panas bumi secara langsung.

### **Penutup**

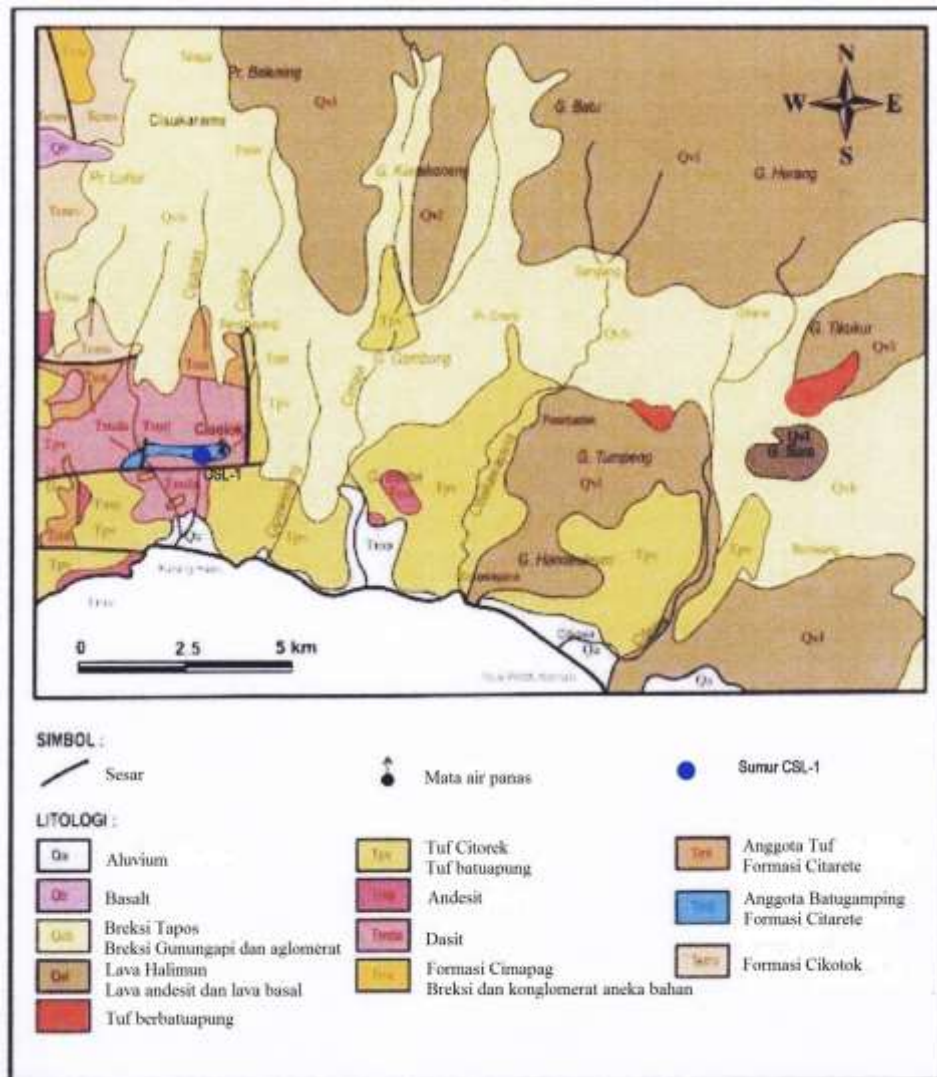
Pemanfaatan (manifestasi) panasbumi secara langsung harus ditingkatkan lagi di Indonesia, karena manfaatnya yang cukup besar bagi kesehatan manusia. Akan tetapi peningkatan ini harus disertai dengan “pengemasan” dari pemandian air panas itu sendiri supaya menarik perhatian. Seperti kita ketahui orang-orang Indonesia saat ini lebih tertarik untuk mengunjungi spa-spa dengan berbagai treatment yang biayanya cukup besar. Apabila pemandian air panas ini dapat dikemas, dipadukan, ataupun dibangun seperti spa-spa yang bergaya modern, maka biaya yang dikeluarkan akan jauh lebih murah.

## Daftar Pustaka

- BPTKG, 2015, Geokimia Air : Workshope Geokimia Gunungapi “Memahami geokimia dalam upaya mitigasi gunungapi”. Yogyakarta.
- Browne, P. R. L., and Freeston, D.H., 1994, *Teaching The Teachers : Geothermaltechnology*, Geothermal Institute University of Auckland.
- [en.wikipedia.org/wiki/Balneotherapy](http://en.wikipedia.org/wiki/Balneotherapy)
- Fournier, R. O., 1979, *A revised equation for the Na/K geothermometer*, Geothermal resources council, 221-224p.
- Jemi, dkk., 2015, *Penyuluhan dan Pemberdayaan Masyarakat terhadap Potensi Dan Mitigasi Geowisata Panasbumi Di Daerah Cibuni Kabupaten Bandung*. Universitas Pajajaran, Sumedang.
- Giggenbach, W. F., 1988, *Geothermal solute equilibriq. Derivation of Na-K-Mg-Ca geoindicator*. Geochim. Cosmochim. Acta, 52, 2749 – 2765.
- Paramita Haty, Intan., 2012, Rencana Pengembangan Panas Bumi Di Pulau Jawa Dan Permasalahannya, Majalah Informasi Kampus UPN Veteran Yogyakarta Edisi April Vol. 18 No. 204, Yogyakarta
- PT. JRG (Jabar Rekind Geothermal) – ELC (Electroconsult), 2010, *Geoscientific Survey of the Cisolok – Cisukarame Geothermal Field Province of West Java Republic of Indonesia*. Geological Report, Unpublish.
- Sujatmiko dan Santosa, S., 1992. *Peta Geologi Lembar Leuwidamar, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung.
- Sumotarto, U., 2015. *Eksplorasi Panas Bumi*, Penerbit Ombak, Yogyakarta.
- Suryantini and Hendrasto Fajar., 2009, *Ekskursi Geothermal (PB 6013 Evaluasi Prospek Panasbumi) Cisolok, Jawa Barat, 1 November 2009*, Magister Program In Geothermal Technology, Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.
- [thegoldenjubilee.blogspot.co.id/2011/07/pemanfaatan-langsung-energi-panas-bumi-untuk-balnotherapy](http://thegoldenjubilee.blogspot.co.id/2011/07/pemanfaatan-langsung-energi-panas-bumi-untuk-balnotherapy)

Widarto, D. S., 1987, *Penafsiran Suhu Bawah Permukaan Berdasarkan Sifat Kimia Di Lapangan Panasbumi Cisolok – Cisukarame, Pelabuhan Ratu*, Teknologi Indonesia Jilid X No 1987,1-17.

[www.eytonsearth.org/balneology-balneotherapy.php](http://www.eytonsearth.org/balneology-balneotherapy.php)



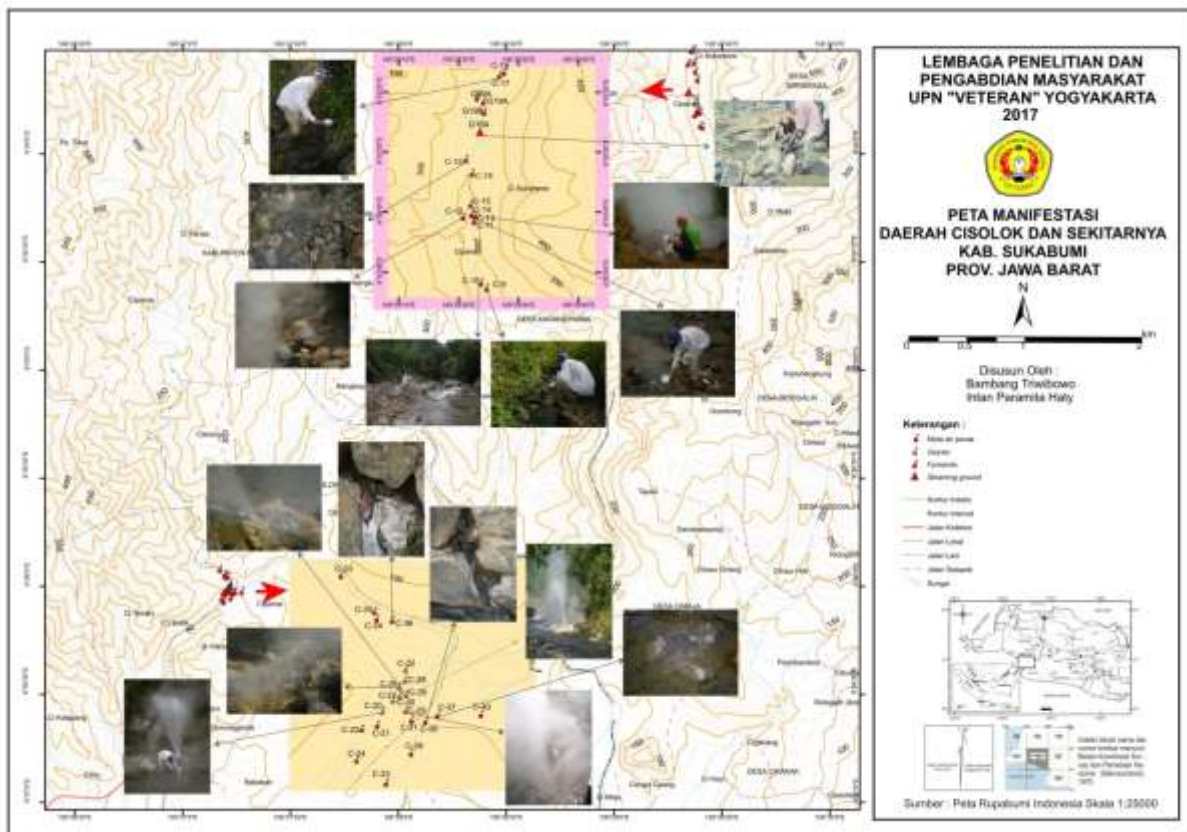
Gambar 1. Peta Geologi daerah Cisolok (modifikasi dari Sudjtmiko dan S. Santosa, 1992 dalam Suryantini, 2009)



Gambar 2. Manifestasi panas bumi berupa *geyser* di daerah Cisolok LP13  
Sampel manifestasi C-27



Gambar 3. Manifestasi panas bumi berupa mata air panas di Cisolok LP16  
Sampel manifestasi C-22



Gambar 4. Manifestasi panas bumi disepanjang 300 meter sungai sungai Cipanas dan Cisolok

# ALTERASI DAN MINERALISASI DI DAERAH CIDOLOG KABUPATEN SUKABUMI, JAWA BARAT

**Heru Sigit Purwanto & Suharsono**

Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

## *Sari*

*Daerah telitian secara umum berada pada kondisi geologi yang bervariasi dan kompleks. Keadaan geologi yang kompleks dapat tercermin dari keadaan geomorfologinya yang bervariasi, berupa punggung, perbukitan serta lembah yang dalam. Kondisi stratigrafi berupa interaksi antara batuan sedimen vulkanik dan intrusi batuan beku yang disertai dengan kontrol struktur yang mengontrol kemiringan lapisan batuan serta diinterpretasikan mengontrol mineralisasi daerah telitian. Mineralisasi pada daerah telitian biasanya terdapat pada urat-urat kuarsa (sisa magma/late magmatic) di jalur rekahan, baik pada rekahan tarik (tension fractures), rekahan geser (shear zones) maupun jalur sesar (fault zones). Juga terdapat pada tubuh batuan yang mengalami proses alterasi-mineralisasi sebagai akibat dari proses magmatisme yang terjadi. Alterasi didaerah telitian terdiri dari argilik, prophyilitik dan silisik serta kehadiran mineral pyrite, chalcopyrite, galena, sphalerite, hematite dan magnetite. Berdasarkan analisis AAS menunjukkan kehadiran unsur Au (447 ppb), Cu (5,81%, Pb (3060 ppm), Zn (641ppm) dan Ag (16,4 ppm). Hasil penelitian awal, bahwa struktur geologi sangat erat hubungannya dengan mineralisasi yang terjadi di daerah Mekarjaya dan sekitarnya, kasus di Mekarjaya menunjukkan indikasi bahwa mineralisasi yang terjadi pada urat-urat kuarsa dikontrol oleh pola struktur geologi. Hal ini berdasarkan hasil penelitian di lapangan bahwa urat kuarsa yang mengandung mineralisasi terbentuk pada rekahan yang ada pada batuan sebagai hasil dari struktur geologi. Selain itu, berdasarkan analisis AAS contoh urat kuarsa yang mengisi kekar-kekar tension dan kompresi menunjukkan bahwa unsur Logam yang tinggi memang berada pada urat kuarsa tersebut.*

*Kata kunci : urat kuarsa, kontrol struktur, zona alterasi, mineralisasi*

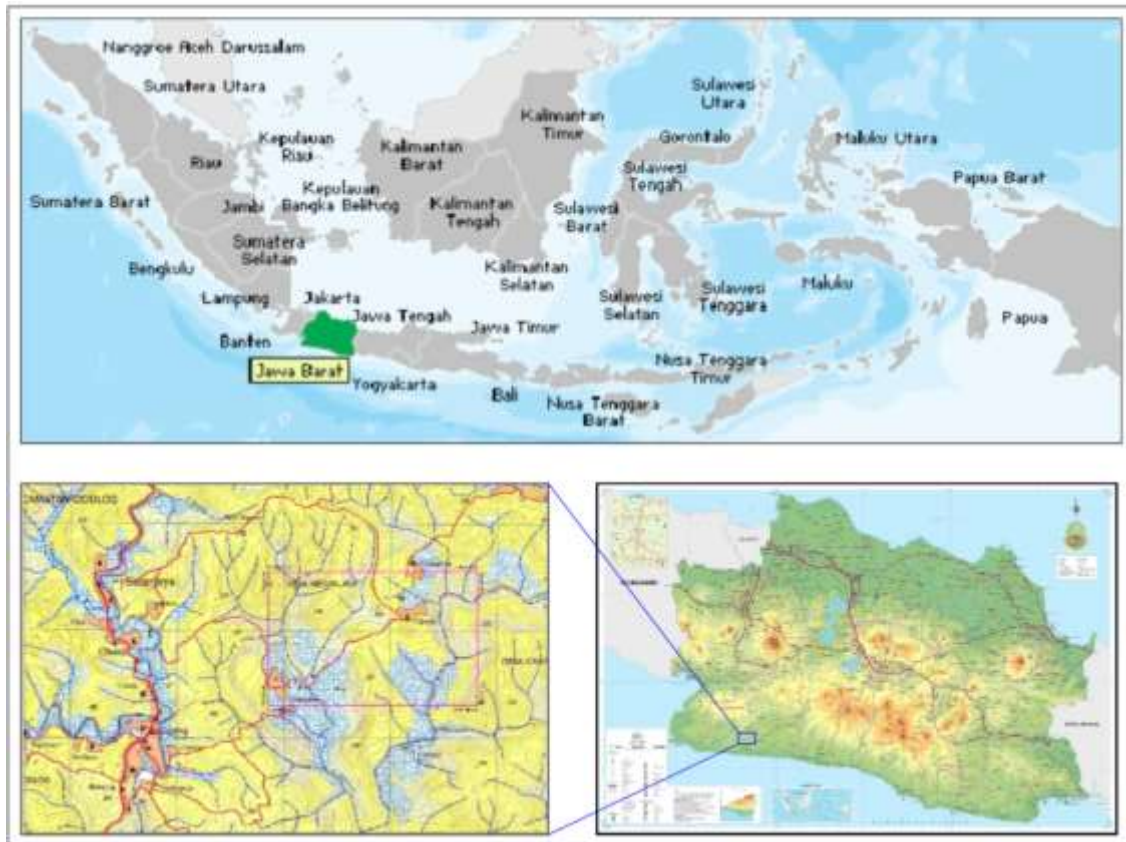
## **PENDAHULUAN**

Secara administratif, lokasi penelitian di daerah Cidolog termasuk wilayah Kecamatan Cidolog, Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat.

Mineralisasi pada umumnya terjadi pada urat kuarsa karena prinsipnya terbentuk oleh larutan yang bersifat mengisi rekahan, oleh sebab itu pola urat yang terbentuk akan mengikuti pola rekahan. atau proses *cavity filling* (Sudrajat, 1982). Pada cebakan yang mengisi rongga terjadi 2 proses yaitu : pembentukan rongga dan pengisian larutan (Bateman, 1960). Sesar geser yang bersifat ekstensif akan terbentuk rekahan terbuka yang memungkinkan masuknya larutan hidrotermal pembentuk urat, sehingga urat akan terbentuk relatif sejajar dengan arah sesar

Penelitian ini dilakukan dengan metode berupa pemetaan permukaan dengan pengamatan terhadap singkapan batuan, kedudukan kekar dan vein (urat), infrastruktur serta sarana dan prasarana untuk menuju lokasi, transportasi dan pengambilan sampel batuan untuk analisis. Peralatan yang digunakan adalah kompas geologi, palu geologi, GPS, loupe, Hcl dan lainnya. Tahapan pemetaan meliputi; Studi data sekunder berupa literatur daerah telitian, dilanjutkan Pengamatan morfologi dan topografi di lapangan, Pengukuran





kedudukan dan pengambilan sampel batuan, Pengamatan infrastruktur dan jalan. Tahap pengolahan data dilakukan dengan pembuatan Peta Lintasan, Peta Singkapan Batuan, Peta Geologi, Peta Geomorfologi, dan Peta Alterasi-Mineralisasi. Hasil analisa dan interpretasi dituangkan ke dalam laporan akhir penelitian.

### **GEOLOGI DAERAH TELITIAN**

Bentukan morfologi pada daerah telitian merupakan hasil proses geologi berupa proses eksogen dan endogen. Proses eksogen bersifat destruktif antara lain berupa erosi, pelapukan dan sebagainya. Proses endogen cenderung bersifat konstruktif antara lain berupa pengangkatan, pelipatan, sesar dan

Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian

sebagainya. Atas dasar aspek utama geomorfologi diatas maka daerah telitian dibagi menjadi tiga satuan geomorfologi yaitu: Satuan Perbukitan bergelombang Sedang ( $D_1$ ) Satuan Perbukitan bergelombang lemah ( $D_2$ ) dan Satuan tubuh sungai ( $F_1$ ).

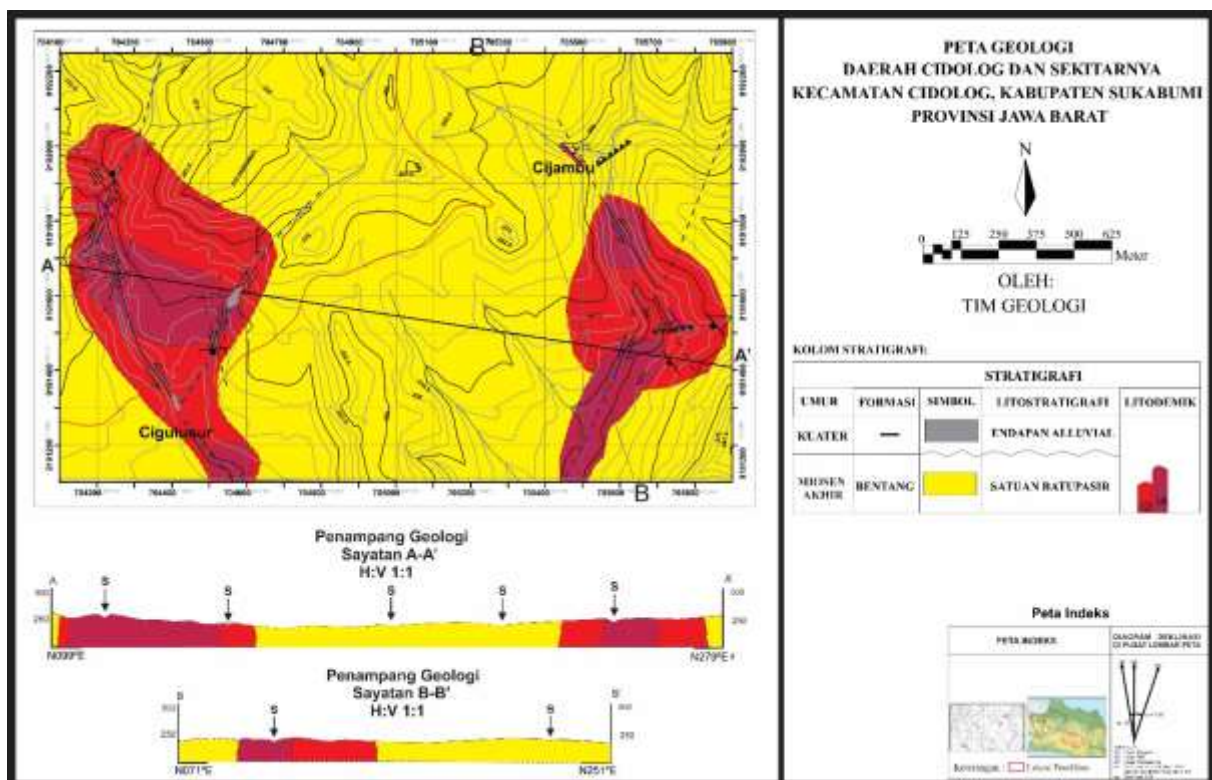
Sungai - sungai di daerah telitian telah mencapai stadia muda menuju tua dengan ditandai oleh gradien sungai yang curam, aliran sungai relatif berkelok, lembah sungai relatif berbentuk V, erosi ke arah Vertikal dominan, kecepatan pengendapan material lepas pada lembah lebih kecil dibandingkan erosi.

Berdasarkan Stratigrafi regional daerah telitian terdiri dari Porfiri Cilegok (Tmcs) dan Formasi Bentang (Tmb). Berdasarkan pengamatan dilapangan, serta hasil analisa pengamatan fisik berupa litologi, struktur geologi dan kedudukan batuan serta berdasarkan penampang terukur, maka pembagian stratigrafi daerah telitian disusun oleh Satuan Batupasir, batuan intrusi Diorit dan batuan intrusi Andesit.

Struktur geologi merupakan salah satu faktor penting pengontrol mineralisasi dan berperan penting terhadap pola sebaran endapan bijih tembaga dan timbal di daerah penelitian. Struktur geologi terekam dalam batuan dan menyebabkan deformasi terhadap batuan di daerah penelitian.

Struktur geologi di daerah penelitian sangat terlihat dari kelurusan-kelurusan lembah sungai. Adapun struktur yang terdapat di lapangan antara lain berupa kekar gerus (*shear joint*), kekar tarik (*tension joint*), sesar mendatar (*strike-slip fault*), sesar normal (*normal slip fault*), dan sesar naik (*reverse slip fault*). Pengukuran data struktur geologi di lapangan meliputi kekar gerus (*shear joint*), kekar tarik (*tension joint*), *shear fracture*, *gash fracture*, arah breksiasi, jurus dan kemiringan bidang geser, gores garis (*plunge, rake, bearing*).

Berdasarkan kenampakan citra SRTM daerah penelitian menunjukkan orientasi arah cenderung barat laut – tenggara, sedangkan berdasarkan penarikan kelurusan lembah didapatkan arah umum N 145°E dan N325°E.



Gambar 2. Peta geologi daerah Cidolog dan sekitarnya

## ALTERASI DAN MINERALISASI

Ubahan hidrotermal merupakan suatu proses yang kompleks yang melibatkan perubahan mineralogi, tekstur, dan komposisi kimia batuan. Proses tersebut merupakan hasil interaksi antara larutan hidrotermal dengan batuan yang dilewatinya pada kondisi fisika dan kimia tertentu (Pirajno, 1992). Zonasi alterasi mempunyai karakteristik dan pola yang unik sehingga dapat diidentifikasi. Pola zonasi tersebut diawali dari zona terdekat dengan endapan bijih.

Zonasi alterasi pada daerah penelitian diawali dengan zona alterasi *Silisifik* kemudian zona alterasi *Argilik* dan zona alterasi *Propilitik*.

### ***Alterasi Silisifik***

Tipe alterasi *silisifik* ditandai dengan himpunan mineral silika ( $\text{SiO}_2$ ), seperti kuarsa. Sebaran alterasi ini menempati area kecil dengan luasan 5% dari luas daerah penelitian dan umum dijumpai pada sistem mineralisasi epitermal.

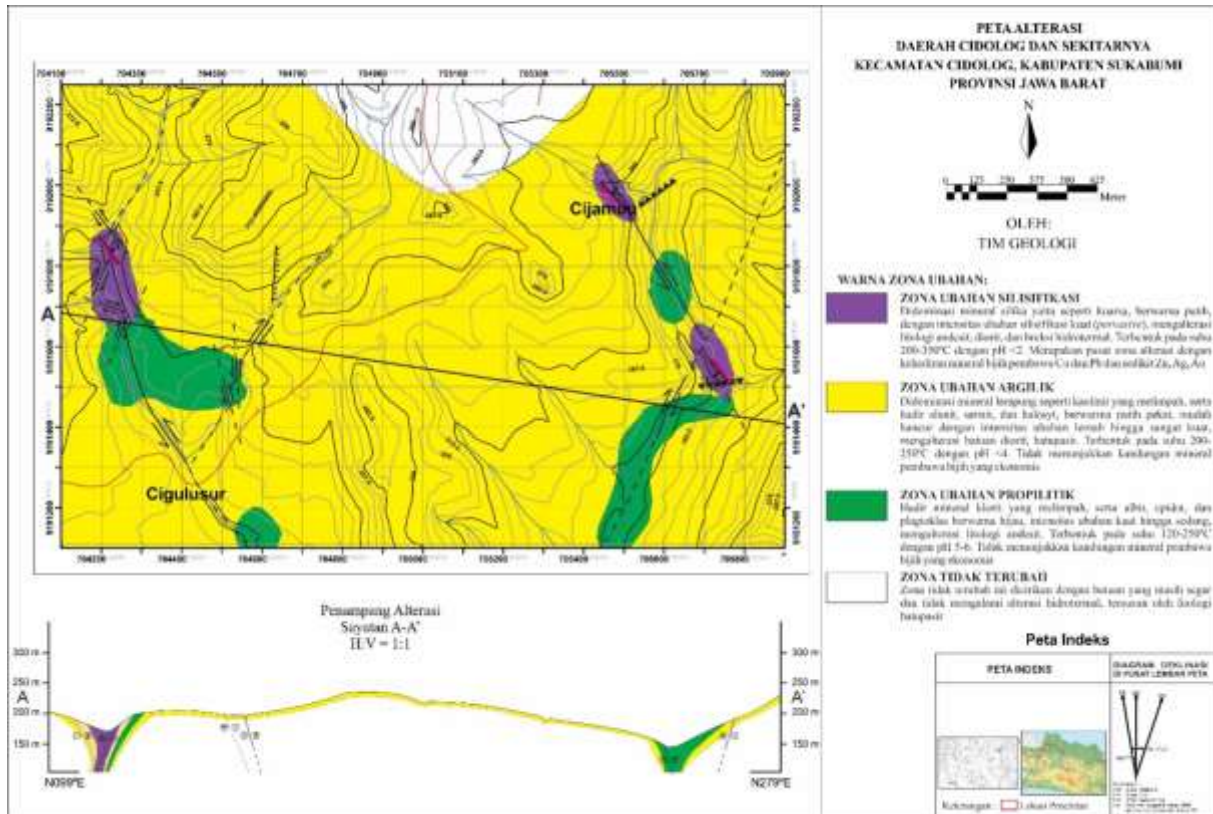
Alterasi *silisifikasi* yang ditemukan di daerah penelitian telah mengalami alterasi kuat dan dapat dijumpai pada litologi diorit, andesit dan juga dijumpai breksi hidrotermal. Terbentuk paling awal pada kondisi kaya volatile dan kemudian setelah fase kaya cairan alterasi ini mengalami pelindian dan menjadi tekstur *vuggy*, bahkan dapat sampai terbreksikan, sehingga membuka ruang pengendapan bagi logam-logam yang dibawa oleh larutan hidrotermal.

Pembentukan alterasi *silisifikasi* yaitu pada kondisi pH fluida larutan hidrotermal  $<2$  dan suhu yang relatif tinggi 200-350°C (Corbett dan Leach, 1997).

Pola sebaran alterasi ini dipengaruhi oleh keberadaan struktur yang berkembang di daerah penelitian.

### ***Alterasi Argilik***

Alterasi argilik dicirikan dengan kehadiran kumpulan mineral lempung yang berdasarkan analisis *X-Ray Diffraction* didapatkan himpunan kaolinit dan serisit. Kenampakan lapangan alterasi ini adalah umumnya berwarna putih. Alterasi Kaolin terbentuk pada fase akhir saat fluida hidrotermal kaya volatile keluar melalui rekahan pada saat *post-magmatic* dengan pH 4-5 dan pada suhu relative rendah



Gambar 3. Peta alterasi daerah Cidolog dan sekitarnya

200-250°C (Corbett dan Leach, 1997). Pola dari sebaran alterasi kaolin pada daerah penelitian dikontrol oleh struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian. Sebaran alterasi argilik sekitar 65% cakupan luas daerah penelitian. Kehadirannya sebagai pelingkup dari alterasi yang lain dan ditemukan di hampir menyeluruh daerah penelitian.

### Alterasi Propilitik

Alterasi *propilitik* dicirikan dengan kehadiran mineral albit, klorit yang menggantikan sebagian mineral piroksen pada batuan andesit, dan epidot. Alterasi *propilitik* ini tergolong alterasi lemah hingga kuat. Kenampakan lapangan alterasi ini umumnya masih menunjukkan tekstur batuan aslinya namun mulai muncul mineral klorit berwarna hijau, tetapi setempat, ada juga yang telah teralterasi kuat sehingga berwarna hijau kuat.

Alterasi *propilitik* terbentuk pada fase akhir saat fluida hidrotermal kaya volatile keluar melalui rekahan pada saat *post-magmatic* pada temperature relative rendah 120-250°C dan pH 5-6 (Corbett dan Leach, 1997). Pola dari sebaran alterasi *albite-chlorite* pada daerah penelitian dikontrol oleh struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian. Sebaran alterasi *albite-chlorite* sekitar 10% cakupan luas daerah penelitian. Ditemukan hanya pada bukit intrusi dan lembah dengan litologi andesit dikarenakan jauh dari sumber hidrotermal dan menggantikan sebagian piroksen pada batuan andesit.

### Mineralisasi Daerah Telitian

Mineralisasi daerah telitian dicirikan dengan hadirnya mineral pirit (FeS<sub>2</sub>), kalkopirit (CuFeS<sub>2</sub>), galena (PbS), emas (Au), yang tersebar di daerah telitian, biasanya disepanjang zona sesar dan urat kuarsa yang mengisi rekahan.

Unsur bijih yang hadir berdasarkan analisa AAS sebagai berikut : Cu (14 ppm – 5.81%), Pb (15 – 3060 ppm), Zn (59 ppm – 1.02 %), Ag (0.3 – 16.4 ppm), dan Au (5 – 447 ppb)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta dan Direktur Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi, yang telah memfasilitasi dan mendanai Penelitian ini.

## KESIMPULAN

Hasil analisa beberapa sampel batuan menunjukkan kadar unsur Cu, Pb dan Zn yang cukup tinggi, interpretasi mineralisasi terjadi pada urat kuarsa, veinlet dan batuan sampling, dan mineralisasi di kontrol oleh struktur daerah telitian. batuan sampling menunjukkan zona alterasi, diinterpretasikan daerah telitian merupakan tipe deposit epithermal sulfida tinggi dengan mineralisasi dominan pada urat-urat kuarsa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agterberg, FP, Bonham-Carter, GF, Cheng, Q., and Wright, DF (1993). *Weights of evidence modeling and weighted logistic regression for mineral potential mapping*. In JC Davis, and UC Herzfeld, Eds. *Computers in Geology*, 25.
- Agung Basuki, D. Aditya Sumanagara, D. Sinambela., 1994. The Mount Pongkor gold-silver deposit, West Java, *Indonesia. Journal of Geochemical Exploration* 50 (1994) 371-391. Elsevier Science.
- Daniel Herve Goret, Theophile Ndougsa, Arsene Maying, Stephane Patrick Assembe, Alphonse Didior, Man-Mvele Pepogo (2013). Gold mineralization channels indentification in the Tindikala-Boton Area (Eastern-Cameroon) using geoelectrical (DC&IP) methods: a case study. *International Journal of Geosciences*, 2013,4,643-655.
- Davis, B.K and Hippertt, J.F.M. 1998. Relationships between gold concentration and structure in quartz veins from the Hodgkinson Province, Northeastern Australia. *Mineralium Deposita* 33: 391-405.
- Edward A. du Bray, 2017, Geochemical characteristics of igneous rocks associated with epithermal mineral deposits, *Ore Geology Reviews*, Volume 80, January 2017, Pages 767–783
- Nikolay A.Goryachev & Franco Pirajno.(2014). Gold deposits and gold metallogeny for east Russia, *journal Oregeorev*, vol.59: June 2014.
- John M Guilbert, Charles F Park Jr., 1986, *The Geology of Ore Deposits*, W. H Freeman and Company, New York, 985p
- Sanzhong Li, M.Santosh, Borming Jahn.2012. Evolution of the Asian Continent Margins, *Journal of Asian Earth Sciences*, Vol 47 .2012
- Satellite image of tele atlas, 2012, Image Image Google Earth, US Navi, NGA, GEBCO. SRTM imagery 2009, *Shuttle Radar Topography Mission*, srtm\_58\_14, <http://www.gistutorial.net/resources/download-data-srtm-wilayah-indonesia.html>
- Sunarya, Y, 1989, Overview of Gold exploration in Indonesia, *J. Indonesia Association of Geologist*, 12; 345-357.
- Sukamto, RAB., 1975, *Jampang and Balekambang Regional Geological Map Sheet*, the Centre for Geological Research and Development, Directorate of Geology.
- Tjokrosapoetro Soebardjio, 1997, *Relationship Tectonics with Presence Mineral Metal*, Center of Mining Power Development.



Van Bemmelen, R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*, v. IA. Martinus Nijhoff, The Hague, 792h

**1.3 Zhimin Zhu, 2016, Gold in iron oxide copper–gold deposits, [Ore Geology Reviews, Volume 72, Part 1, January 2016, Pages 37-42](#)**

## ***The Increasing of Quality Biogas before to Compression and Bottling Techniques***

***(Case Study in Ngentak Village, Bantul, DIY, Indonesia)***

**Suhascaryo, KRT Nur<sup>1</sup>., Prianto, Sugeng<sup>2</sup>., Purnomo, Hadi<sup>3</sup>., Mispawanti, RR Hasthi N<sup>4</sup>.**

*Abstract*— This paper aims to explain a project which designed a system to compress and store the biogas in such a way that it will be suitable for cooking gas in rural communities, especially in Ngentak Village, Poncosari, Bantul, DIY Province in Indonesia. After water content and CO<sub>2</sub> have been removed from biogas methane from digester by Diethylen Glycol and Natrium Hydroxide (NaOH), water has to be reduced until 2.5 ml by 15 ml of glycol content and NaOH 30% to reduce 1.34% of CO<sub>2</sub> content and 94.59% of gas methane. In addition, biogas compression and bottling process consist of different steps such as biogas purification (H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> removal unit), compression and bottling. As a result, this study has succeeded in compressing biogas into 8,78 lbs and LPG cylinder reaching maximum level in pressure gauge.

***Keywords***—biogas, compression, bottling

### **Introduction**

Biogas is a renewable fuel produced from waste treatment since biogas is a mixture of methane (CH<sub>4</sub>), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), hydrogen sulphide and traces of water vapor. It is generated when bacteria degrades biological material in the absence of oxygen in a process known as anaerobic digestion which is basically a simple process carries out in a number of steps by many different bacterias that can use almost any organic material as a substrate – it occurs in digestive systems, marshes, rubbish dumps, septic tanks and the Arctic Tundra.

<b>Substances</b>	<b>Biogas %</b>
-------------------	-----------------

TABLE I. detailed compositions of biogas

Methane ( CH <sub>4</sub> )	50-60
Carbon Dioxide ( CO <sub>2</sub> )	34-38
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	0-5
Oxygen ( O <sub>2</sub> )	0-1
Water Vapour (H <sub>2</sub> O)	6
Hydrogen Sulphide (H <sub>2</sub> S)	Trace

In addition, biogas is a gas produced from organic materials such as animal manure, human excreta, kitchen remains, crops straws and leaves after decomposition also fermentation under air tight (no oxygen) condition, as well as main products of the anaerobic digestion which are biogas and slurry. Biogas digester is used to collect kitchen wastes and convert it to biogas through anaerobic digestion processes.

Biogas is a clean-burning, renewable fuel that contains 50-60% methane and it can be used in household cooking applications[1]. After extraction of biogas (energy), the slurry comes out of the digester as a by-product of the anaerobic digestion system. The biogas burns very well when the CH<sub>4</sub> content is more than 50% and therefore biogas can be used as a substitute for kerosene, charcoal and fire wood for cooking and lighting[2]. Look at the Table 1 below depicts the detailed composition of biogas [3].

The aim of the project is to design a system to compress and store biogas in such a way that it will be suitable for cooking gas in rural communities. This research is focused on energy conservation area in Srandakan, Bantul, DIY (see fig. 1).



Source : Google Map

Figure 1. Research area in Srandakan, Bantul, DIY Province



## Proposed Method

The biogas compression and bottling process consist of different steps such as biogas purification (H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> removal unit), compression and bottling (see fig 2).

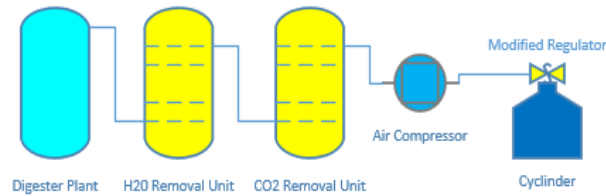


Figure 2. Typical arrangement of biogas compression and bottling process

The proposed methods as depicted in figure 2 consist of:

1. Biogas digester plant
2. H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> removal unit
3. Compressor unit
4. Storage unit (modified regulator & cylinder)

The biogas digester plant has been defined to capture gas methane from ranch cow raw waste material, to influx dehydrator removal by diglycol or DET so that reducing water content, and to capture ethylene CO<sub>2</sub> by CO<sub>2</sub> removal with natrium hidroxide (NaOH). The next step result of gas methane is to compress by compressor unit in blue tube 8.75 lbs.

The raw biogas from the digester is first allowed to pass through a set of two scrubbing units for removal of impurities as shown in figure 2. The methane rich content biogas is now allowed to compress by passing it through a compressor (about 50-70 psi). The compressed gas is finally stored into small cylinders with the help of modified regulator and adapter. Gas cylinder is connected to one output port in regulator where a pressure gauge is connected to the other output port. The reverse flow of the biogas is avoided by non-return valve in cylinder. For purification system, it can be seen in previous research on purification and improvement of quality biogas from result installation of biogas making process in Ngentak Village, Poncosari, Bantul, DIY Province[4].

## Result and discussion

Dehydrator unit by Diethylen Glycol (DET) was optimized to reduce 2.5 ml water content by 15 ml of DET and CO<sub>2</sub> removal optimized in 31 % was reduced to 1.34% by 30 % concentration of NaOH and 94.59 % biogas methane content. Using NaOH to reduce CO<sub>2</sub> content impacted a problem in plant, especially in valve. The problem was occurred in any solid Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> in reactor (see Table. II)

TABLE II. EFFECT OF NAOH TO REDUCED CO<sub>2</sub> CONTENT FROM GAS CHROMATOGRAPH

Add NaOH (%)	Results of gas chromatograph	
	CH <sub>4</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)
0	52.642	30.36

Add NaOH (%)	Results of gas chromatograph	
	CH <sub>4</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)
10	75.74	11.094
30	94.585	1.344

Similar researches on compression and biogas containment has been done in several places. The storage of biogas may also be a problem, as it is always with gaseous products. Biogas could not be stored easily, as it did not liquefy under pressure at ambient temperature. Its critical temperature and pressure are -82.5°C and 47.5 bars. Compressing the biogas reduces the storage requirements, offers concentrated energy content and gives pressure to overcome the resistance to gas flow. Most commonly used biogas storage option is in propane or butane tanks and commercial gas cylinders up to 200 bars. Depending on the application of biogas (e.g. vehicle fuel, domestic cooking) the storage facilities are varied[5]. The purified and dried biogas was compressed into an LPG cylinder by using a refrigerant reciprocating compressor up to an absolute pressure of 5 bars in total of 12-14 minutes[2].

Other studies show that the longer time to fill the cylinder with constant compressor pressure, the more mass of gas is filled and the greater the pressure of the gas in the gas cylinder which can be seen in the pressure gauge[6]. The methane compression and storage system in the tube cannot be done indiscriminately, but it needs more in-depth study because methane includes non-condensable gas, it cannot immediately turn into liquid even to extreme pressures and temperatures, unlike LPG that turns into liquid at not too high pressures, approximately 8 atm at room temperature. In addition to that, a non-condensable gas such as methane, by its combustible properties, is going to increase its temperature if there is given pressure. This can increase the risk of explosion during compression process, so the safety considerations should take precedence. Excessive pressure also allows gas leakage during storage. It is very dangerous to try to store methane in gas cylinders on the market because it is not designed to ensure the safety of the storage of methane[7]. This study has succeeded in compressing biogas into 3 kg and 12 kg LPG cylinder reaching maximum level in pressure gauge. In 3 kg gas cylinder, the biogas can be used for approximately six minutes.

### Conclusions

Below are three main conclusions that can be concluded.

- a. Biogas can be compressed into LPG tubes with modified regulators before treatment plant.
- b. The longer the biogas fills into the gas cylinder (tube) the more mass of biogas and the greater the gas pressure in the gas cylinder (tube).
- c. The methane compression and storage system in the tube cannot be done indiscriminately, but it needs more in advanced study because methane includes non-condensable gas.

### Recommendation

Future research may be conducted on the study of :

- a. It needs the right technology to pack the biogas in a tube safely and standardized.
- b. Economics of the biogas product vs LPG in market.
- c. Marketing models to develop biogas tubes market.

## References

### Printed

- [1] Virendra K. Vijay, Ram Chandra, Parchuri M. V. Subbarao and Shyam S. Kapdi. "Biogas Purification and Producing Bio CNG from Biomass for Rural Auto-motors", Mechanical Engineering Department, Indian Institute of Technology, Bhubaneswar, India, 2000.
- [2] Nallamothe, R. B., Teferi, H. B., "Biogas Purification, Compression and Bottling", Marine Engineering, Andhra University, India, Global Journal of Engineering and Technology, Vol. 2 (6): 34-38, 2013.
- [3] Vinayak R. Gaikwad, D. S. Patil, "Biogas: A future source of renewable energy", Department of Environmental Engineering, Lonere, Maharashtra, 2014.
- [4] Suhascaryo, N., Purnomo, H. B., "Purification and Improvement of Quality of Biogas Making Process in Ngentak Village Pongkor", National Development "Veteran" University of Yogyakarta, 2016.
- [5] Demirbas, M. F, Balat, M., "Recent Advances on The Production and Utilization Trends of Biogas Fuels: A Global Perspective", Science Direct, 2016.
- [6] Putra, W. T., Fadelan, Munaji., "Analisa Hasil Penyimpanan Energi Biogas Ke Dalam Tabung Bekas", Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri (Seniati), ISSN : 2085-4218, 2016.



### Online

Ika, UGM Kembangkan Tabung Biogas., 2014  
[https://www.ugm.ac.id/id/berita/8908\\_ugm.kembangkan.tabung.biogas](https://www.ugm.ac.id/id/berita/8908_ugm.kembangkan.tabung.biogas)

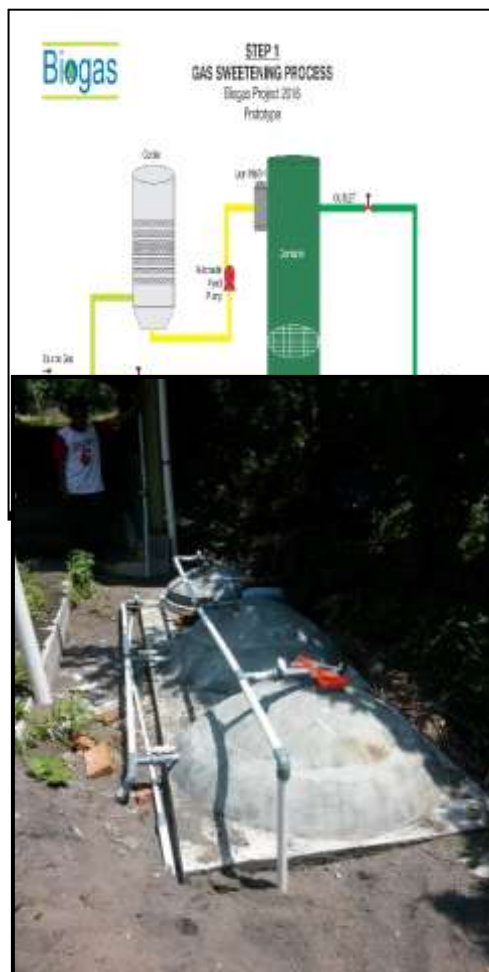
### Appendix

Several pictures related to the research are taken from Suhascaryo, N., Purnomo, H., Priyanto, S., and Prastyo, H. B., 2016

Picture 1. Effect NaOH in Tower Reactor CO<sub>2</sub> Capture



Picture 2. Biogas utilization for cooking



Picture 3. Digester Storage of Gas Methane (Fermentation processes)



Picture 4. CO<sub>2</sub> Removal Plant

Picture 5. Dehydrator Plant (removal water content)

About Author (s):

KRT Nur Suhascaryo is currently a lecturer in Faculty of Mineral Technology, *Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta*, Indonesia. He had his master and doctoral degree from Bandung Institute of Technology, Indonesia.



Sugeng Prianto is currently a lecturer in Faculty of Agriculture, *Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta*, Indonesia. He had his master degree from *Universitas Gadjah Mada*, Indonesia. Meanwhile, his bachelor degree from *Universitas Sebelas Maret*, Indonesia.



Hadi Purnomo is currently a lecturer in Faculty of Mineral technology, *Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta*, Indonesia. He had his master degree from *Universitas Gadjah Mada Yogyakarta*, Indonesia. Meanwhile, his bachelor degree had been accomplished from *Universitas Indonesia*, Indonesia.



RR Hasthi Nuroktriana Mispawanti is currently pursuing her master degree in Master and Doctoral Program Faculty of Economics and Business, *Universitas Gadjah Mada Yogyakarta*, Indonesia. She had her bachelor degree majoring English Literature in the same university.

# THE STUDY OF MACERALS IN LOW RANK COAL (LIGNITE) AT WARUKIN FORMATION, SOUTH KALIMANTAN AND THEIR POSSIBILITY FOR COAL LIQUEFACTION

Adi Ilcham<sup>1</sup>, Basuki Rahmad<sup>2</sup>, Edy Nursanto<sup>3</sup>, Gogot Haryono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemical Engineering, Faculty of Technology Industry <sup>2</sup>Department of Geological Engineering, Faculty of Technology Mineral <sup>3</sup>Department of Mining Engineering, Faculty of Technology Mineral University of Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

## Abstract

The study of macerals in low rank coal of Warukin Formation, South Kalimantan, is reported. Coal samples were taken from three layers namely Wara Coal Seam-110, Seam-120, and Seam-200. The macerals were observed using coal with diameter of 3 cm then pulverized with +10-20 mesh size. The results of observation show that the content of macerals in Wara layer consists of vitrinite group reach of 81%w, the liptinite group of 51%w and the inertinite group of 27%w. Coal with high percentage of liptinite group could be utilized for liquefaction due to the group were derived from trace of plants such as spores, resin, wax and fat. The contents of coal have correlation with the amount of conversion during liquefaction. The more macerals of vitrinite the more conversion got.

*Keywords: Low rank coal, Warukin Formation, Maceral, Coal liquefaction*

## INTRODUCTION

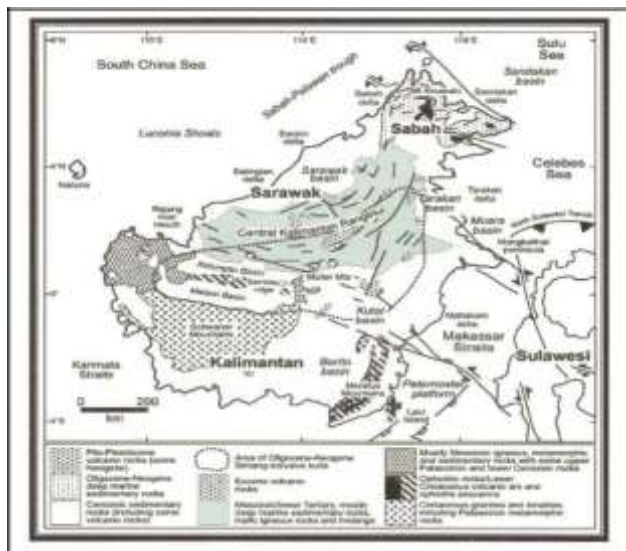
The South Kalimantan has abundance of coal. In coal there is organic matter enabling coal can be used as an energy source. The organic contents make coal traditionally have been used to generate heat. Coal is classified based on its composition and transformation level that occurred or formed from plants within long years ago. Much of coal contains organic material. The coal were formed through converting of plants under swamp conditions (aerobic) of peat, then transformed to produce a type of coal known as lignite, subbituminous, bituminous and anthracite. The organic materials which are humic called by maceral normally exist in coal. The macerals are existing with some minerals that can be observed under a special microscope. The reflected ray microscopy can be used to distinguish macerals based on reflectance of coal morphology. The macerals with same optical properties and chemical composition are categorized into one type of maceral, called by maceral group (Stach et al., 1982).

Generally, macerals are divided into three groups such as vitrinite, liptinite and inertinite. When liptinite and inertinite are exist in brown and hard coal they called in the same name. The liptinite in the low rank coal (brown coal), relatively rich in hydrogen and they have the lowest reflectance. Whereas inertinite relatively rich in the carbon element, they have the highest reflectance (Stach et al., 1982).

In this paper, it will be discussed how the low rank coal can be utilized to get an alternative fuel. The coal in this study was taken from PT. Adaro Indonesia at Warukin Formation within Wara block. The coal sample are containing deposits with punctuated by mudstone and sandstone.

## B. GEOLOGY SETTING

The Wara block is located around Barito Basin in Kalimantan island. Darman and Sidi (2000) explain Barito Basin is located along the southeastern border of Kalimantan and Schwaner Mountains in the south (Figure 1). This basin is restricted by Meratus in the east and Adang Fault in the north.



**Figure 1.** Tectonic and Geology Setting of Kalimantan (Satyana et al., 1999)

Barito basin is a symmetrical, formed in foredeep area on the eastern side and a platform adjacent to Schwaner or Shield of West Kalimantan. Barito Basin have an elongated shape according to the basin direction of northeast-southwest. This form has the same direction as the shape of Meratus bordering in the south eastern.

Barito basin began to form basin at the end of the Cretaceous, along with the collision between Paternoster and South-West Kalimantan Microcontinent. Warukin formation for first time was discovered in the Warukin Village, Tanjung Raya, South Kalimantan Province. The age of Warukin Formation is Miocene to Late Miocene. It is estimated that within Miocene, regression process occurs resulting Barito Basin. The formation was started from the flood plain, overflow, and swamped precipitation then formed Warukin Formation. The observation showed that the formation composed of mudstone, sandstone and inserted coal (Heryanto, 2008). Basically, Warukin Formation consists of three types, from older to old layer, those are:

- a. Lower Warukin, constitute interbedded of marl, limestone, shale, and calcareous shale.
- b. Middle Warukin consists of marl, silt, clay and thin sand layer with coal inserted.
- c. Upper Warukin consists of coal by the insertion of carbonate clay and sandstone.



## C. COAL MACERAL OF LIGNITE

Based on quality parameters, Wara coal at Warukin formation is lignite type. Sampling of the seam was conducted using ply by ply method. Results of analysis on the coal show that the content of maceral in Wara layer consists of maceral groups i.e. vitrinite could reach of 81%, liptinite could reach of 51% and inertinite of 27% (see Table 1).

## D. DISCUSSION

### 1. Effect of Coal Characteristics

Coal characteristics reflect coal quality therefore the information of the characteristics are very helpful in the planning for coal utilization. The study of the maceral composition and mineral are crucial point related to the design of its process system.

Coal can be liquefied based on its characteristics which can be seen from the rank, petrographic, and mineral composition. The coal rank is an important information when coal will be liquefied. The rank informs the maximum conversion that could be reached in the liquefaction. Low rank coal are generally composed of small compound of aromatic and they also contain many functional groups which are very reactive and easily to be ruptured during liquefied. The rank of coal is indicated by the content of maceral of vitrinite. When coal observed under x-ray, the vitrinite will show the reflectance.

Coal which is containing vitrinite macerals of low rank coal can be easily hydrogenated then liquefied, whereas the high rank coal must be proceed through a special process. There is also a type of maceral taking role for liquefaction. The maceral is liptinite which containing more hydrogen. The coal which containing the maceral is easier to be liquefied. Contrary, inertinite in all ranks of coal are not good enough for liquefaction because of the macerals have low hydrogen content. Low rank coals which have high maceral content such as vitrinite and liptinite contributes to 91% of the organic material content (Marco, et. al, 1990).

All of coal contents mentioned influence the total conversion of coal during liquefaction to get oil product. This has been demonstrated by Tsai (1982) who conducted experiments with many different of coal rank that liquefied at a temperature of 450°C. The results showed that quantitatively, the product of liquefaction on low rank of coals yields more than that produced by high rank of coals.

### 2. The influence of Maceral and Geochemical on Coal Liquefaction

Actually, the hydrogenation on coal for liquefaction has been known since long time ago. Coal was first converted to liquid by a reaction with hydrogen iodide in an enclosed glass tube (Speight, 1994).

In fact, coal is natural organic compound that containing a little bit of hydrogen. The ratio of hydrogen/carbon (H/C) in coal generally less than 0.8. It is lower compared with a ratio of H/C in crude oil, heavy oil or bitumen which is approximately 1.4 to 1.8. Therefore by addition of hydrogen, coal might be a good raw material to be converted to produce an

alternative fuel (Speight, 1994). Because of low ratio of H/C in coal, when liquefaction, the process requires the addition of some hydrogen to produce an alternative fuel. The converting process from coal to alternative oil could be carried out without the addition of hydrogen from outside coal. The hydrogen needed as hydrogen donor could be supplied from organic material in the coal.

It is also known that a catalyst influences the yield of coal liquefaction. Besides, the coal rank indicates how easy a type of coal can be liquefied. However, the information of maceral content more useful than the coal rank. The maceral contents have direct correlation with availability of conversion in liquefaction. As an example, vitrinite has an important role in the process of coal liquefaction. On the other hand, fusinite in the inertinite group is a resistance in the hydrogenation regardless the maceral condition. Based on microscopic observation, the residue from the coal liquefaction process has characteristics of fusinite. The results of the observation provide evidence that the coal which is containing fusinite maceral will not be good enough for liquefaction.

The other macerals group which are containing macerals such as sporinite, resinite and cutinite are also key compounds in the liquefaction. It can be proved that the coal with maceral of micrinite content makes liquefaction easier than the previous macerals.

## **E. CONCLUSION**

1. The Wara coal consists of maceral groups such as vitrinite which could reach of 81%w, liptinite compound of 51%w and 27%w for inertinite compound. The Coal of Warukin also contains types of lignite which is in low rank coals.
2. Coal containing macerals of vitrinite could be liquefied. There is a correlation the percentage of vitrinite in coal and yield of liquefaction.

### **a) REFERENCES**

1. Edy N., 2014, Karakteristik Maseral, Mineralogi dan Geokimia Batubara Formasi Warukin pada Cekungan Barito-Kalimantan Selatan dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Pencairan Batubara, Disertasi, Jurusan Teknik Geologi, Universitas GadjahMada, 307 hal.
2. Heryanto R., 2008, Paleogeografi Cekungan Tersier Barito, Kalimantan, *Prosiding Pertemuan Tahunan IAGI ke-37*, pp.238-257.
3. Marco I., Chomon M.J., 1990, Relationship Between Liquefaction Yields And Characteristics of Different Rank Coals. *Elsevier Scientific Publishing No. 24. Chemical Engineering Department Bilbao*. Spain. Hal, 127-133.
4. Speight J.G., 1994, *The Chemistry and Technology of Coal*, Marcel Dekker Inc., New York, 642 p.
5. Satyana A.H., Nugroho D., Surantoko I., 1999, Tectonic Controls on The Hydrocarbon Habits of The Barito, Kutai, and Tarakan Basins, Eastern Kalimantan, Indonesia: Major Dissimilarities in Adjoining Basins, *Journal of Asian Earth Sciences*, Vol. 17, pp. 99-122.

6. Stach, E., Mackowsky, M.T.H, Teichmuller, M., Taylor, G.H., Chandra, D.and Teichmuller, R. ,1982 : *Stach's Textbooks of Coal Petrology*, Gebruder Borntraeger, Berlin-Stuttgart. 535 p.
7. Tsai, S.C., 1982, *Fundamentals of Coal Beneficiation and Utilization, Coal Science and Technology 2*, Elsevier Scientific Publishing No. 375. New York. p.151-1

8.

Tables1. Result of Maceral Analysison Wara Coal

Wara Seam 120 (3)			Wara Seam 120 (4)		
Maceral Group		Total (%)	Maceral Group	Maceral	Total (%)
Vitrinite (%) (61,24)	Telinite		Vitrinite (%) (66,11)	Telinite	
	Vitrodetrinite	47,87		Vitrodetrinite	A
	Corpohuminite	7,56		Corpohuminite	1,33
	Gelinite	5,81		Gelinite	3,32
Liptinite (%) (15,12)	Sporinite	2,33	Liptinite (%) (10,96)	Sporinite	3,16
	Cutinite			Cutinite	
	Resinite	9,69		Resinite	6,48
	Suberinite	3,10		Suberinite	1,33
Inertinite (%) (3,88)	Fusinite	1,74	Inertinite (%) (4,82)	Fusinite	3,32
	Semifusinite	1,55		Semifusinite	1,33
	Funginite	0,58		Funginite	0,17
	Macrinite			Macrinite	
Mineral (%) (19,77)	Pyrite	12,79	Mineral (%) (18,11)	Pyrite	14,95
	Others	6,98		Others	3,16
	Mineral			Mineral	
Total		100	Total		100
Wara Seam 120 (5)			Wara Seam 120 (6)		
Maceral Group	Maceral	Total (%)	Maceral Group	Maceral	Total (%)
Vitrinite (%) (65,99)	Telinite		Vitrinite (%) (50,09)	Telinite	
	Vitrodetrinite	61,15		Vitrodetrinite	40,37
	Corpohuminite	4,09		Corpohuminite	8,79
	Gelinite	0,74		Gelinite	0,93
Liptinite (%) (19,89)	Sporinite	11,52	Liptinite (%) (22,43)	Sporinite	12,71
	Cutinite	1,49		Cutinite	1,31
	Resinite	4,65		Resinite	8,41
	Suberinite	2,23		Suberinite	
Inertinite (%) (6,32)	Fusinite	6,13	Inertinite (%) (19,44)	Fusinite	8,41
	Semifusinite			Semifusinite	4,11
	Funginite	0,19		Funginite	0,19
	Macrinite			Macrinite	0,37
Mineral (%) (7,81)	Pyrite	3,35	Mineral (%) (8,04)	Pyrite	7,10
	Others	4,46		Others	0,93
	Mineral			Mineral	
Total		100	Total		100

Wara Seam 120 (7)			Wara Seam 120 (8)		
Maceral Group	Maceral	Total (%)	Maceral Group	Maceral	Total (%)
Vitrinite (%) (50,89)	Telinite		Vitrinite (%) (54,71)	Telinite	
	Vitrodetrinite	46,25		Vitrodetrinite	48,73
	Corpohuminite	3,21		Corpohuminite	3,59
	Gelinite	1,43		Gelinite	2,39
Liptinite (%) (15,00)	Sporinite	6,07	Liptinite (%) (27,35)	Sporinite	1,79
	Cutinite			Kutinite	3,14
	Resinite	7,68		Resinite	13,30
Inertinite (%) (3,75)	Suberinite	1,25	Inertinite (%) (13,30)	Suberinite	9,12
	Fusinite	2,14		Fusinite	0,60
	Semifusinite	0,71		Semifusinite	0,75
	Funginite	0,36		Funginite	7,47
Mineral (%) (30,36)	Macrinite	0,36	Mineral (%) (4,63)	Makrinite	0,30
	Micrinite	0,18		Micrinite	4,19
	Pyrite	19,82		Pyrite	2,84
	Others	10,54		Others	1,79
	Mineral			Mineral	
	Total	100		Total	100

Wara Seam 120 (9)			Wara Seam 120 (10)		
Maceral Group	Maceral	Total (%)	Maceral Group	Maceral	Total (%)
Vitrinite (%) (65,19)	Telinite		Vitrinite (%) (66,02)	Telinite	
	Vitrodetrinite	55,93		Vitrodetrinite	58,01
	Corpohuminite	4,26		Corpohuminite	1,17
	Gelinite	5,00		Gelinite	6,84
Liptinite (%) (17,41)	Sporinite	8,70	Liptinit (%) (12,70)	Sporinite	2,93
	Cutinite	0,37		Cutinite	1,56
	Resinite	3,15		Resinite	8,20
Inertinite (%) (3,15)	Suberinite	5,19	Inertinit (%) (0,79)	Suberinite	
	Fusinite			Fusinite	
	Semifusinite	1,85		Semifusinite	0,20
	Funginite	0,74		Funginite	0,59
Mineral (%) (14,26)	Macrinite		Mineral (%) (20,51)	Macrinite	
	Micrinite	0,56		Micrinite	
	Pyrite	11,30		Pyrite	10,94
	Others	2,96		Others	9,57
	Mineral			Mineral	
	Total	100		Total	100

