

PROSIDING

ISBN 978-602-5534-47-8

YOGYAKARTA
O K T O B E R

2019

**SEMINAR NASIONAL
TAHUN KE-5**
CALL FOR PAPERS DAN PAMERAN
HASIL PENELITIAN DAN
PENGABDIAN
KEMENRISTEKDIKTI RI

SAINS & TEKNOLOGI

PENGEMBANGAN RISTEK DAN PENGABDIAN
MENUJU HILIRISASI INDUSTRI



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2019

DAFTAR REVIEWER
SEMINAR NASIONAL TAHUN KE-5, CALL FOR PAPER DAN PAMERAN
HASIL PENELITIAN & PENGABDIAN MASYARAKAT
KEMENRISTEKDIKTI RI
16 - 17 OKTOBER 2019
LPPM UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA

1. Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K, M.Sc. (UPNVY)
2. Prof. Dr. Didit Welly Udjianto, M.S. (UPNVY)
3. Prof. Dr. Arief Subyantoro, M.S. (UPNVY)
4. Prof. Dr. Danisworo, M.Sc. (UPNVY)
5. Prof. Dr. Bambang Prastistho, M.Sc. (UPNVY)
6. Ptof. Dr. Suwardjono, M.Sc. (UGM)
7. Prof. Dr. Jogiyanto Hartono, M.Sc. (UGM)
8. Prof. Dr. Sucy Kuncoro, M.Si (UNNES)
9. Prof. Bambang Subroto, M.M. (Brawijaya)
10. Prof. Ahmad Sudiro (Brawijaya)
11. Prof. Idayanti, M.Si. (UNHAS)
12. Dr. Ardhito Bhinadi, M.Si. (UPNVY)
13. Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto, M.T. (UPNVY)
14. Dr. Sri Suryaningsum, S.E., M.Si., Ak (UPNVY)
15. Dr. Mahreni, M.T. (UPNVY)
16. Dr. Hendro Widjanarko, S.E, M.M. (UPNVY)
17. Dr. Joko Susanto, M.Si. (UPNVY)
18. Dr. Rahmat Setiawan, M.Si. (UNAIR)
19. Dr. Rahmad Sudarsono, M.Si. (UNPAD)
20. Prayudi, S.I.P., M.A., Ph.D. (UPNVY)

DAFTAR ISI
SAINS & TEKNOLOGI

	Halaman
Halaman Judul	i
Daftar Reviewer	iii
Sambutan Rektor	iv
Kata Pengantar Ketua Lppm	v
Daftar Isi	vii
Karakteristik Mikroskopis Batubara Dan Potensi Sumberdaya Gas Metana Batubara, Seam-A Daerah Keban, Kab. Lahat, Sumatera Selatan	1
Basuki Rahmad, Sugeng Raharjo, Ediyanto, Indra, Fadhil, Heru Asbi Rahmanda	
Pengaruh Dosis Pupuk Npk Dan Pemberian Kitosan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kemiri Sunan Di Lahan Marjinal	10
Ellen Rosyelina Sasmita, Ami Suryawati Dan Endah Budi Irawati	
Hidrolisis Minyak Kelapa Sawit Fasa Homogen	18
Mahreni, Angelina Natalia Sekardewi S Dan Gusti Kurnia Dwiputra	
Pengaruh Ekstrak Daun Jambu Biji Terhadap Ketertarikan <i>Menchilus Sexmaculatus</i> Mofit Eko Poerwanto & Cimayatus Solichah	24
Perbanyakkan Pisang Abaka Secara <i>In Vitro</i> Dengan Menggunakan Macam Arang Aktif Dan Thiamin	31
Rina Srilestari, Ari Wijayani Dan Bambang Supriyanta	
Potensi Sistem Perminyakan Pada Endapan Subvolcanic Area Pegunungan Selatan Jawa Bagian Timur	36
Carolus Prasetyadi, Achmad Subandrio, Mahap Maha, Muhammad Gazali Rachman	
Potensi Geowisata Gunung Sabulan Desa Mojosari, Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo, Provinsi Jawa Timur	46
Df. Yudiantoro, B. Agus Irawan, I. Paramita Haty, S. Bawaningrum, P. Ismaya.	
Aplikasi Biosurfaktan Dalam Upaya Peningkatan Perolehan Minyak Tahap Lanjut: Uji Laboratorium Pada Sampel Sumur Kw-58	55
Harry Budiharjo S., Joko Pamungkas, Sri Rahayu G., Triyana Wahyuningsih	
Type Deposit Dan Mineralisasi Emas Daerah Arinem Dan Sekitarnya Kabupaten Garut Jawa Barat	61
Heru Sigit Purwanto, Agus Harjanto, Yody Rizkianto, Dedi Fatchurohman	
Evaluasi Kestabilan Lereng Lokasi Ekowisata Kaliadem, Desa Kepuharajo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman, Diy	67
Purwanto, Sutanto, Siti Hamidah	

Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Tomat Pada Berbagai Perlakuan Pemupukan Dan Kelembaban Tanah	75
R.R. Rukmowati Brotodjojo, Oktavia S. Padmini, Awang H. Pratomo	
Karakteristik, Model, Dan Mitigasi Bencana Gerakan Massa Berdasarkan Analisis Geologi Teknik Di Wilayah Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah	81
Sari Bahagiarti Kusumayudha, Heru Sigit Purwanto, Wisnu Aji Kristanto, Ayu Narwastu Ciptahening, Nandra Eko Nugroho	
Pengembangan Model Konseptual Manajemen Energi Pada Industri Baja Di Indonesia	91
Apriani Soepardi	
Pemantauan Lereng Untuk Manajemen Bencana Terintegrasi Berbasis Iot Untuk Peringatan Dini Tanah Longsor	99
Awang Hendrianto Pratomo, Dessyanto Boedi Prasetyo, Eko Teguh Paripurno, Danang Arif Rahmanda	
Bahan Baku Dan Teknik Produksi Surfaktan (Review)	106
Mahreni, Mitha Puspitasari	
Optimasi Injeksi Polimer Dalam Pengurusan Minyak Tahap Lanjut	111
Suranto, Boni Swadesi, Ratna Widyaningsih, Retno Ringgani	
Evaluasi Sumur Tua Di Lapangan Banyuasin Untuk Penerapan Rig Esp	120
M. Irhas Effendy, Sudarmoyo, Sayoga Heru Prayitno	
Pengurangan Risiko Bencana Melalui Pengelolaan Persepsi Risiko Dan Adaptasi Aset Penghidupan Komunitas Di Dusun Turgo	129
Eko Teguh Paripurno, Puji Lestari, Indra Baskoro Adi	
Pengurangan Risiko Bencana Melalui Pengelolaan Persepsi Risiko Dan Adaptasi Aset Penghidupan Komunitas Di Hunian Tetap Batur	136
Eko Teguh Paripurno, Purbudi Wahyuni, Wana Kristanto	
Pembuatan Bio-Oil Dari Pirolisis Kayu Pinus Dengan Katalis Zeolit Sebagai Bahan Bakar Alternatif	145
Abdullah Kunta Arsa	
Metode Sem (<i>Scanning Electron Microscopy</i>) Untuk Identifikasi Nannofosil Di Tebing Breksi Yogyakarta	152
Intan Paramita Haty, Siti Umiyatun Ch, Achmad Subandrio, Mahap Maha, Yody Rizkianto, Idarwati	
Pemanfaatan Sistem Aerasi <i>Micro Bubble Generator (Mbg)</i> Dalam Pengolahan Air Terproduksi Minyak Bumi Di Kawasan Sumur Tua Minyak Bumi Desa Wonocolo Jawa Timur	164
Agus Bambang Irawan, Bambang Santoso Budi, Bambang Supriyanto, Syalfa Taskia	

Simulasi Peak Ground Acceleration Dengan Gui Matlab	262
indriati Retno P, Wiji Raharjo, Oktavia Dewi Alfiani	
Potensi Panas Bumi Di Pulau Jawa Dan Pemanfaatan Langsung Di Lapangan Panas Bumi Daerah Guci, Kecamatan Bumijawa, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah	266
Intan Paramita Haty, Yody Rizkianto, Muchamad Ocky Bayu Nugroho, Erfan Septanto, Ilmam Nur Muhammad	
Implementasi Face Recognition Untuk Presensi Dan Peningkatan Keamanan	277
Mangaras Yanu Florestiyanto, Nidya Indah Sari	
Studi Awal Produksi Bahan Bakar Cair Dari Sampah Plastik (<i>Polypropylene</i>)	283
Mitha Puspitasari, Avido Yuliestyan, Y. Deddy Hermawan	
Perkiraan Prospek Lapangan Panasbumi Dengan Monte Carlo	288
M.Th. Kristiati E.A, Eko Widhi P, Ramdhan Refian	
<i>Adaptive Boosting (Adaboost) Pada Intrusion Detection And Prevention System Menggunakan Raspberry Pi 3</i>	302
Rifki Indra Perwira, Budi Santosa, I Putu Retya Mahendra	
Pengolahan Air Limbah Tambang Emas Rakyat Menggunakan Elektrokoagulasi Untuk Mereduksi Hg Dan Cu	311
Rr Dina Asrifah, Ika Wahyuning Widiarti	
Mikrokapsul Kitosan Tersambung Silang Kalium Peroksodisulfat Untuk Peningkatan Adsorpsi Zat Warna <i>Methyl Orange</i>	320
Rr Endang Sulistyawati, Sri Sukadarti, Wibiana Wulan Nandari, Arrossy Fannymia Kusumaning Putri, Realita Dini Mustika	
Studi Potensi Batuan Induk Hidrokarbon Satuan Batulempung Formasi Rambatan Daerah Wangon Sub-Cekungan Banyumas	327
Salatun Said, Teguh Jatmiko, Sugeng Widada	
Multiple Deformation Of Jokotuwu Fault Zone, East Jiwo Hill, Bayat, Klaten, Central Java	336
Achmad Rodhi, Sutarto, Sutanto, Sapto Kis Daryono	
Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Tanaman Serai Dapur (<i>Cymbopogon Citratus</i>) Dengan Perlakuan Awal Menggunakan Microwave	344
Sri Wahyu Murni, Tutik Muji Setyoningrum, Gogot Haryono, Amethyst Valerie Adrian, Muhammad Irfan Al-Hamdan	
Studi Pengaruh Kualitas Air Tanah Pada Sumur Gali Di Sekitar Lubang Bukaan Bekas Penambangan Bijih Mangan Di Dusun Kliripan, Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo	352
Sudaryanto, Heru Suharyadi	
Kajian Oligo Kitosan Pada Upaya Peningkatan Hasil Bawang Merah (<i>Allium Ascalonicum L.</i>)	362
Sugeng Priyanto, Sumarwoto Ps	

STUDI AWAL PRODUKSI BAHAN BAKAR CAIR DARI SAMPAH PLASTIK (POLYPROPYLENE)

Mitha Puspitasari, Avido Yuliestyan dan Y. Deddy Hermawan
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta
email: mitha.puspitasari@upnyk.ac.id

Abstract

Plastic is considered being the most utilized materials, likely in the form packaging for daily used goods. Such plastic packaging would likely end up landfilled. In Indonesia, the amount of plastic wastes reach 10 % of the total amount of municipal wastes. In that sense, the conversion of plastic waste into fuel through pyrolysis, a process of thermally degrading material in the absence of oxygen, might be thought of as a way to solve such situation. This study, focused on plastics pyrolysis, has been performed by using plastic wastes originated from Polypropylene (PP) sources. Non-catalytic pyrolysis process was conducted in a semi-batch reactor at four various temperature of 400, 450, 500 and 550 °C. The highest liquid yield, of 85, 07%, was obtained at 550 °C. However, the better fuel properties was found to be accommodated at 450 °C operating temperature.

Keywords: Plastic, Pyrolysis, Polypropylene

PENDAHULUAN

Plastik adalah salah satu bahan sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan plastik terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan teknologi. Plastik merupakan bahan yang mudah didapat, praktis dan murah. Selain itu penggunaan plastik bisa digunakan berkali-kali. Namun produk-produk plastic setelah tidak dipakai akan menjadi sampah plastic. Menurut Sahwan, F.L dkk (2005) jumlah sampah plastic yang dibuang masyarakat sebanyak 10% dari total sampah yang dibuang. Meningkatnya jumlah penduduk serta tuntutan akan kemudahan memberikan pengaruh terhadap semakin tingginya permintaan akan produksi bahan dalam kemasan. Peningkatan produksi barang yang tidak diimbangi oleh kemampuan dalam pendegradasiannya akan menimbulkan banyak masalah seperti akumulasi dan pencemaran lingkungan, terutama karena beban yang diberikan kepada lingkungan melebihi kapasitasnya (Dilkes-Hofmann dkk, 2019). Oleh karena itu perlu kiranya memikirkan langkah strategis untuk mengimbangi peningkatan jumlah produksi plastik yang tidak dapat dipungkiri dengan metode dekomposisi sampah plastik yang efektif.

Menurut Puspitasari, M dkk (2014) pirolisis merupakan dekomposisi termal tanpa melibatkan oksigen. Salah satu upaya untuk mempercepat dekomposisi plastik adalah dengan menggunakan bantuan panas (Panda dkk, 2010). Awalnya panas digunakan untuk mengubah struktur secara fisis dari plastik dari keadaan padat di suhu ruangan hingga lama kelamaan plastik tersebut secara perlahan mengalami perubahan secara kimiawi dengan melepas senyawa volatilnya sampai terdekomposisi lebih lanjut. Keberadaan oksigen dapat menginisiasi reaksi oksidasi, untuk kemudian menghasilkan panas dari sistem ke lingkungan atau dikenal dengan reaksi eksotermis. Tentu saja panas ini dapat dikonversi ke dalam bentuk energi lainnya. Akan tetapi pembakaran secara langsung dinilai tidak efisien mengingat relatif lamanya waktu

yang dibutuhkan dari proses persiapan hingga menghasilkan panas. Oleh karena itu, proses dekomposisi ini diusulkan untuk dijalankan tanpa kehadiran oksigen atau dikenal dengan proses pirolisis. Dengan tidak adanya oksigen maka reaksi oksidasi tidak dapat berlangsung, sehingga senyawa volatil suhu tinggi teruapkan dapat dikondensasikan kembali untuk didapatkan bahan bakar cair pada suhu ruang. Oleh karena itu, selain dapat menjawab permasalahan pencemaran sampah plastik, proses pirolisis ini juga dapat menghasilkan energi alternatif yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut.

Menurut Kurniawan (2012) plastik *polypropylene* (PP) terdapat pada sampah cup plastic, tutup botol plastic, mainan anak, dan margarine. Ahmed dkk (2014) melakukan percobaan percobaan pirolisis menggunakan PP dengan rentang suhu 250-400°C. Pada rentang suhu 250-300°C, yield minyak cair yang didapat meningkat dari 57.27% (250°C) ke 69.82% (300°C). Ketika suhu dinaikkan dari 300°C ke 350°C, lalu dari 350°C ke 400°C, yield yang didapat menurun masing-masing 67.74% dan 63.23%. Selain itu pada suhu diatas 300°C menghasilkan residu yang lebih banyak dibandingkan suhu dibawahnya. Diperkirakan hal ini bisa terjadi karena proses dekomposisi dalam suhu rendah tidak dapat berjalan sempurna sedangkan pada suhu yang lebih tinggi yaitu diatas 300°C produk padat yang dihasilkan lebih banyak sehingga yield minyak cair yang didapat lebih sedikit. Syamsiro, M. (2015) mengatakan produk cairan hasil pirolisis PP adalah olefin. PP menghasilkan lebih sedikit residu padatan dan lebih banyak produk cairan tetapi rantai karbonnya lebih ringan. Menurut Rodiansono (2005) mengolah plastik *polypropylene* (PP) dengan cara *hydrocracking* menggunakan katalis NiMo/Zeolit dan NiMo/Zeolit-Nb2O5 hasilnya setara bensin. Nurcahyo (2005) juga mengolah plastik *polypropylene* (PP) secara *hydrocracking* menggunakan katalis NiPd/Zeolit hasil yang didapat juga setara bensin. Namun Tubnonghee dkk (2010) melakukan pirolisis *polypropylene* (PP) pada temperature 450°C hasil atom karbonnya setara dengan solar. Endang dkk (2016) meneliti pirolisis *polypropylene* (PP) dengan variasi suhu 250°C, 300°C, 350°C dan 400°C menggunakan katalis zeolit dihasilkan minyak pirolisis sebanyak 27,05% pada suhu 400°C.

Pada penelitian ini akan dilakukan proses pirolisis untuk memproduksi bahan bakar cair dari bahan plastik jenis *polypropylene* (PP). Penelitian ini merupakan penelitian awal untuk mengetahui *yield* bahan bakar cair dari sampah plastik pada proses pirolisis tanpa menggunakan katalis. Setelah studi pirolisis tanpa katalis ini dilakukan maka dapat dibandingkan dengan hasil plastik jika dilakukan proses pirolisis menggunakan katalis alami.

METODOLOGI PENELITIAN

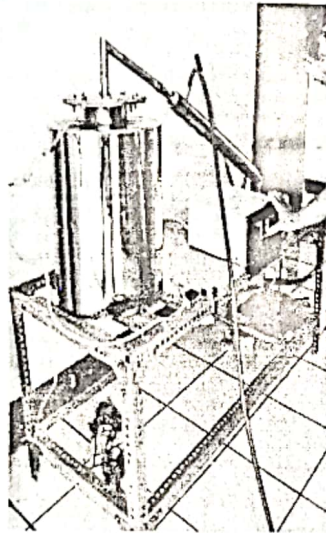
Bahan yang akan di dekomposisi adalah plastik berbahan dasar *polypropylene* (PP). Adapun contoh dari bahan dasar tersebut antara lain adalah kemasan detergen cair, kemasan sabun/shampoo, kemasan oli dan gelas plastik bekas.

Rangkaian peralatan pirolisis ditunjukkan pada Gambar 1, terdiri dari reaktor yang dilengkapi dengan pemanas suhu tinggi dan insulasi penahan panas. Sumber energy yang digunakan dari sumber listrik. Pada sistem tersebut terdapat pula pendingin untuk mencairkan gas volatil yang sebelumnya teruapkan pada proses pirolisis.

Penelitian diawali dengan penentuan variabel terikat dan bebasnya (*dependent and independent variables*). Variabel terikat yang ditentukan adalah basis massa dari bahan yakni sebanyak 100 gram. Selain itu akan ditentukan waktu optimum pada saat melakukan percobaan pendahuluan, sehingga dapat dijadikan basis lamanya waktu reaksi untuk setiap pengujian parameter. Sedangkan untuk variabel bebasnya adalah suhu reaksi pirolisis mulai dari 400 °C hingga 550 °C dengan interval sebesar 50 °C dan jenis plastik yang digunakan adalah plastik *polypropylene* (PP). Waktu pirolisis dilakukan sekitar 100 menit yaitu sampai produk gas sudah

tidak lagi keluar dari reaktor. Secara umum tahapan penelitian dapat dibagi menjadi perlakuan awal, proses pirolisisnya sendiri dan menghitung perolehan minyaknya. Perhitungan yield bahan bakar cair dapat dihitung menggunakan rumus 1.

$$\text{Yield} = \frac{\text{Massa minyak}}{\text{Massa bahan plastik}} \times 100\% \dots\dots\dots 1$$



Gambar 1. Rangkaian alat pirolisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari proses pirolisis plastik *polypropylene* (PP) terdiri dari minyak (hasil kondensasi gas), padatan(residu) dan gas (gas yang tidak dapat terkondensasi). Distribusi produk pirolisis tersaji pada tabel 1. Suhu pirolisis dimulai dari suhu 400 °C, 450 °C, 500°C dan 550 °C. Namun pada suhu 400 °C hasil minyak tidak diperoleh. Hal ini dikarenakan pada suhu 400 °C masih kurang tinggi untuk proses pirolisis untuk plastik *polypropylene* (PP). Produk minyak tidak terbentuk karena produk yang dihasilkan hanya gas dengan laju yang kecil, sehingga tidak bisa dikondensasikan sebagai minyak. Padatan juga tidak terbentuk karena lamanya waktu pirolisis membuat semua plastik *polypropylene* (PP) menjadi uap. Oleh karena itu proses pirolisis plastik *polypropylene* (PP) kurang cocok dilakukan pada suhu tersebut. Perolehan minyak yang terbanyak yaitu pada suhu 550 °C yaitu sebanyak 85,07 %. Selain itu pada suhu 550 °C semua plastik sebagian terkonversi menjadi minyak.

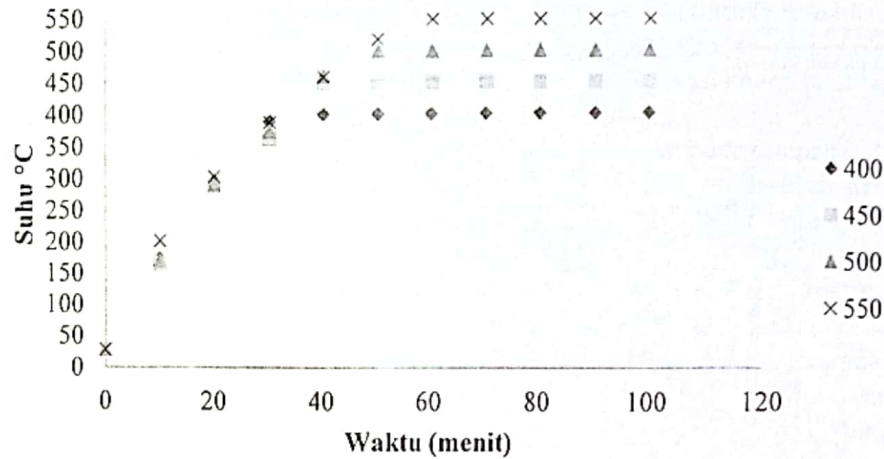
Tabel 1. Distribusi Hasil dari Proses Pirolisis

Suhu °C	Yield Minyak (%)	Yield padatan (%)	Yield gas (%)
450	31.69	56.7	11.61
500	73.82	1.02	25.16
550	85.07	0.86	14.07

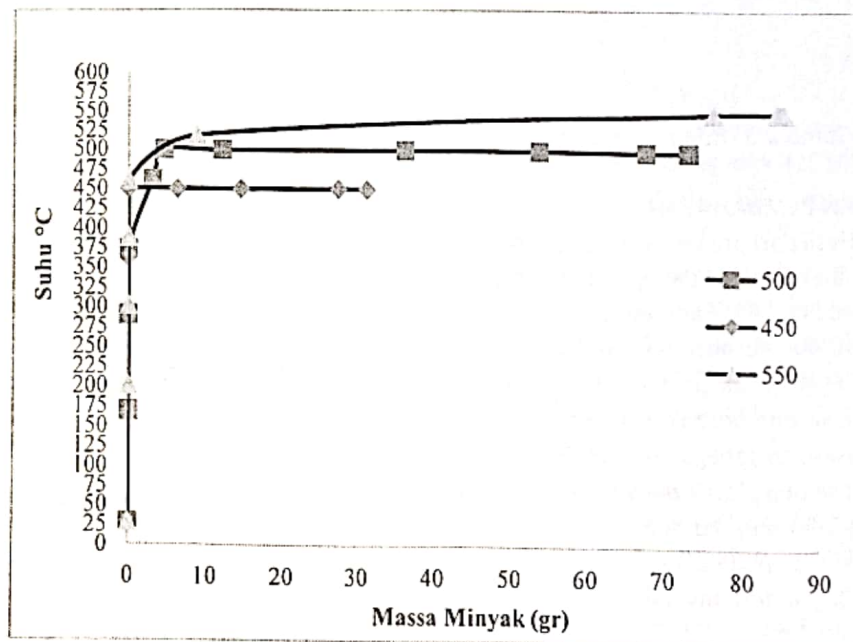
Pengaruh waktu pirolisis

Gambar 2 menunjukkan kenaikan suhu pirolisis pada tiap waktu. Dimulai dari awal proses pirolisis yaitu suhu lingkungan hingga menit ke 100. Pada waktu 100 menit produk minyak dan gas sudah tidak lagi terbentuk atau sudah didapatkan massa yang konstan pada perolehan

produk minyak. Pada suhu 450 °C produk minyak baru terbentuk pada menit ke 60. Pada suhu 500 °C minyak terbentuk pada menit ke 40. Sedangkan pada suhu 550 °C minyak terbentuk mulai pada waktu 50 menit.



Gambar 2. Suhu pirolisis pada tiap waktu



Gambar 3. Hasil produksi minyak pada kenaikan suhu pirolisis

Pengaruh perolehan Minyak terhadap suhu pirolisis

Hasil gas yang terkondensasi menjadi minyak pada variabel waktu dan suhu dapat dilihat pada Gambar 3. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa minyak diperoleh setelah reaktor beroperasi di atas suhu 450 °C. Jika dilihat pada grafik tersebut pada suhu 400 °C memang belum terbentuk minyak, karena suhu pirolisisnya kurang tinggi. Gambar 3 juga menunjukkan perolehan hasil minyak terus menerus meningkat dan berbeda seiring dengan kenaikan suhu pirolisis. Semakin tinggi suhu pirolisis semakin banyak pula hasil minyak yang didapat. Hal ini menunjukkan suhu yang tinggi berpengaruh pada pemutusan rantai hidrokarbon dari plastik *polypropylene* (PP).

Menurut Surono dan Ismanto (2016) nilai kalor minyak dari hasil pirolisis plastik *polypropylene* (PP) sebesar 46,5 Mj/kg. Endang, K dkk (2016) mengemukakan nilai kalor minyak pirolisis PP mendekati nilai kalor solar.

KESIMPULAN

Penelitian pirolisis plastik *polypropylene* (PP) dilakukan pada reaktor semi batch pada variasi suhu 400 °C, 450 °C, 500°C dan 550 °C. Produksi minyak dihasilkan pada suhu diatas 450 °C. Hasil yang paling optimal ditunjukkan pada suhu operasi 550 °C yaitu diperoleh yield minyak 85,07%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UPN "Veteran" Yogyakarta atas dukungan dana untuk penelitian ini. Serta kepada Wendi Rosmadi, Nugroho Herbiwanto, Ronnie Adriel S, dan Tammam Juniarto atas kontribusinya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dilkes-Hoffman L.S., Pratt S., Lant P.A., Laycock B., 2019, The Role of Biodegradable Plastik in Solving Plastik Solid Waste Accumulation, *Plastiks to Energy*, pp. 469-505. doi:10.1016/B978-0-12-813140-4.00019-4
- Endang, K., Mukhtar, G., Nego, A., dan Sugiyana, F.X. A., 2016, *Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan", hal 16-1: 7, Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN "Veteran Yogyakarta.
- Kurniawan, A., 2012, *Mengenal Kode Kemasan Plastik yang Aman dan Tidak* <http://ngeblogging.wordpress>.
- Nurchahyo, I.F., 2005, *Uji Aktivitas dan Regenerasi Katalis NiPd(4:1)/Zeolit Alam Aktif untuk Hidrorengkah Sampah Plastik Polipropilena menjadi Fraksi Bensin dengan Sistem Semi Alir*, Thesis Ilmu Kimia Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Panda K.A., Singh R.K, Mishra D.K. 2010. Thermolysis of waste plastiks to liquid fuel: A suitable method for plastik waste management and manufacture of value added products—A world prospective, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 14 (I), pp. 233-248. Doi: 10.1016/j.rser.2009.07.005
- Puspitasari, M., Sutijan dan Budiman, Arief., 2014, *Pyrolysis of Waste Tyres as an Intermediate Chemical for Jet Fuel Production*, AUN/SEED-Net Regional Conference on Chemical Engineering.
- Rodiansono. 2005. *Aktivitas Katalis NiMo/Zeolit dan NiMo/Zeolit-Nb2O5 untuk Reaksi Hidrorengkah Sampah Plastik Polipropilena Menjadi Fraksi Bensin*. Thesis Ilmu Kimia Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sahwan, F.L., Martono, D.J., Wahyono, S., dan Wisoyodharmo, L.A., 2005, Sistem Pengelolaan Limbah Plastik di Indonesia, *J. Tek. Ling P3TL-BPPT.6.(1)*: 311-318.
- Syamsiro, M., 2015, *Kajian Pengaruh Penggunaan Katalis terhadap Kualitas Produk Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik*, *Jurnal Teknik*, Vol 5, No 1, Hal 1-8, Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Surono, U.B., dan Ismanto. 2016. *Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya*. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*. Vol 1(1) 2016: 32-37. Universitas Janabadra.