

PROSIDING

ISSN 1411-4216



SEMUNASIONAL SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA & PROSES

2011

26 JULI 2011



JURUSAN TEKNIK KIMIA

UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG



DAFTAR MAKALAH SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2011

Plenary Paper

A. Perpindahan Massa dan Panas

- A. 01** PENGARUH KANDUNGAN AIR TERHADAP SUHU PADA MASAKAN YANG DIMASAK MENGGUNAKAN OVEN GELOMBANG MIKRO, **Wasir Nuri**, Jurusan Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Yogyakarta
- A. 02** PENGARUH LAJU ALIR UDARA TERHADAP KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS PADA FALLING FILM EVAPORATOR UNTUK SISTEM BLACK LIQUOR-UDARA, **Suhadi**, **Kurniawan F.**, **Farandy I.**, **Susianto**, **Budhikarjono K.**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus ITS Sukolilo, Surabaya
- A. 03** PENGUKURAN KESETIMBANGAN UAP-CAIR PADA SISTEM PELARUT-POLIMER MENGGUNAKAN METODE PIEZOELECTRIC CRYSTAL MICROBALANCE, **M Angga Kurniawan**, **Todheus Welly P.**, **Gede Wibawa**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus ITS Sukolilo, Surabaya
- A. 04** PENINGKATAN KUALITAS KARAGENAN RUMPUT LAUT MELALUI OPTIMASI PENGURANGAN SULFAT DENGAN MODEL MATEMATIS, **Ari Diana Susanti**, **Ratri Cahyari**, **Lilis Kistriyani**, dan **Fitri Wulandari**, Jurusan Teknik Kimia, Fak. Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta
- A. 05** APLIKASI METODE FOAM-MAT DRYING PADA PROSES PENGERINGAN PRODUK SPIRULINA, **Aji Prasetyaningrum**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
- A. 06** MODEL ABSORPSI MULTIKOMPONEN GAS SINTESA DALAM LARUTAN K_2CO_3 DENGAN PROMOTOR MDEA PADA PACKED COLUMN, **Rizky Pratama**, **Yuli Cahyani**, **Erlinda**, **Lily Pudjiastuti**, **Susianto**, **Nonot Suwarno**, dan **Ali Altway**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
-

B. Termodinamika

- B. 01** SIMULASI KESETIMBANGAN BINER DALAM PENINGKATAN PRODUKSI MINYAK MELALUI INJEKSI FLARE GAS, **Tjokorde Walmiki Samadhi**¹, **Angga Pradhana Budiono**¹, dan **Utjok W.R. Siagian**², ¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Bandung, ²Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik Pertambangan & Perminyakan Institut Teknologi Bandung
-

C. Kinetika Reaksi dan Katalis

- C. 01** CATALYSTS FOR THE DIRECT ETHANOL FUEL CELL, **Nur Hidayati**, Department of Chemical Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- C. 02** ESTERIFIKASI PALM FATTY ACID DISTILATE (PFAD) MENJADI BIODIESEL DENGAN KATALISATOR PENUKAR KATION DOWEX M-31, **Heri Rustamaji**,
-

- KERANG, **Hety Kusumawati, Purwanto dan Agus Hadiyanto**, Program Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang
- I. 07** KAJIAN PENGELOLAAN LIMBAH RADIOAKTIF DARI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR 1000 MWe DI INDONESIA, **Husen Zamroni**, Pusat Teknologi Limbah Radioaktif Gd. 50, Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang
- I. 08** PARTISI, VITRIFIKASI DAN TRANSMUTASI UNTUK REDUKSI WAKTU PENYIMPANAN DAN DISPOSAL GELAS-LIMBAH, **Herlan Martono**, Pusat Teknologi Limbah Radioaktif, Badan Tenaga Nuklir Nasional Kawasan Puspiptek, Tangerang Selatan
- I. 09** PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SINGKONG DARI INDUSTRI TAPIOKA MENJADI KARBON AKTIF, **Slamet Priyanto, Suherman, dan Herry Santosa**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
- I. 10** PEMBUATAN BREM PADAT DARI AMPAS TAPIOKA DENGAN METODE DEKOKSI DAN PENAMBAHAN EKSTRAK TAOGE, **Harsa Pawignya**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
- I. 11** PENGARUH KONDISI DISPOSAL TERHADAP KARAKTERISTIK KOROSI CANISTER LIMBAH AKTIVITAS TINGGI, **Aisyah**, Pusat Teknologi Limbah Radioaktif, Badan Tenaga Nuklir Nasional Kawasan Puspiptek, Serpong
- I. 12** PENGARUH PARAMETER PROSES PADA PEMUNGUTAN KEMBALI SILIKA DARI ABU BATUBARA, **Bambang Soeswanto**, Jurusan Teknik Kimia - Politeknik Negeri Bandung
- I. 13** PENGGUNAAN BIOSORBEN EXTRACELLULAR POLYMERIC SUBSTANCE TERDISPERSI UNTUK PENYISIHAN URANIUM, **Zainus Salimin¹, Junaidi², dan Sugeng Purnomo¹**, ¹Pusat Teknologi Limbah Radioaktif, BATAN, ²Teknik Lingkungan UNDIP Semarang
- I. 14** PENGGUNAAN FLOKULAN STARCH-GRAFT-POLYACRYLAMIDE (St-g-PAM) TERHIDROLISA DALAM MENGHILANGKAN ZAT WARNA PADA LIMBAH CAIR BERWARNA, **Widya Sekar Ningrum, Winda Ayu Mayanthi, Firman Kurniawansyah, dan Sumarno**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- I. 15** PROGRAM PENYEDIAAN AIR MINUM DAN SANITASI BERBASIS MASYARAKAT (PAMSIMAS) DALAM MENGUBAH PERILAKU MASYARAKAT DALAM RANGKA PENURUNAN DIARE DI KABUPATEN TEMANGGUNG, **Hani Eko Praptiwi, Anies, Henna Rya Sunoko**, Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro Semarang
- I. 16** PROSES PEMBUATAN FISHBONE HYDROXYAPATITE DARI LIMBAH TULANG IKAN BANDENG, **Anita Hadi Saputri, Ima Winaningsih dan Purwanto**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang
- I. 17** STUDI EVALUASI KEBISINGAN PT. TIRTA INVESTAMA KLATEN DAN DAMPAKNYA TERHADAP LINGKUNGAN, **Sri Sumarni, Setia Budi Sasongko, Agus Hadiyanto**, Program Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro Semarang

J. Material

-
- J. 01** PROSES PENDEPOSISIAN LAPISAN TIPIS ALUMINIUM PADA SUBSTRAT SILIKON DENGAN SISTEM SPUTTERING, **Slamet Widodo**, Pusat Penelitian
-



PEMBUATAN BREM PADAT DARI AMPAS TAPIOKA DENGAN METODE DEKOKSI DAN PENAMBAHAN EKSTRAK TAOGÉ

Harsa Pawignya¹

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 Condongcatur, Yogyakarta, 55283

Abstrak

Pada Industri tapioka biasanya dihasilkan limbah cair dan limbah padat (onggok). Selama ini pemanfaatan onggok terlalu sederhana, biasanya onggok kering digunakan untuk makanan ternak sehingga masih menimbulkan kendala lainnya. Terlebih jika musim penghujan tiba, onggok kering yang biasanya dijual sebagai pakan ternak, akan membutuhkan waktu yang lama dalam proses pengeringannya. Jika pengeringan dilakukan dengan menggunakan alat pengering, maka harga jualnya tidak sebanding dengan biaya prosesnya. Untuk menambah nilai manfaat dari onggok tersebut, maka onggok dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan brem padat, karena kandungan karbohidrat dalam onggok masih cukup tinggi sekitar 51%. Pati dari onggok dapat dihidrolisa yang dapat menghasilkan glukosa, jika didalam proses hidrolisa ditambahkan taoge maka akan mempercepat reaksi hidrolisa karena taoge mengandung enzim diastase dan maltase yang mampu mempercepat terbentuknya glukosa. Proses selanjutnya adalah proses fermentasi menggunakan mikroba *Saccharomyces cerevisiae* didalam proses fermentasi glukosa akan diubah menjadi alkohol, hasil fermentasi selanjutnya dapat diproses menjadi brem padat. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa onggok dapat sebagai bahan baku pembuatan brem padat. Kondisi relatif baik pada fase logaritma dalam pembuatan starter diperoleh pada hari ketiga dengan variasi perbandingan nutrisi C : N : P = 100: 14 : 3, konstante pertumbuhan spesifik $\mu = 0,0333 \text{ jam}^{-1}$, kadar alkohol yang digunakan untuk pembuatan brem padat 7,1%, dimana kadar alkohol ini sudah memenuhi syarat mutu pembuatan brem padat yaitu 3 - 10%.

Kata kunci: onggok, fermentasi, brem

1. Pendahuluan

Pada umumnya Industri tapioka menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa ampas tapioka (disebut onggok) dari hasil ekstraksi parutan ketela. Selama ini onggok hanya digunakan untuk pakan ternak dan bahan pembuat pupuk, terkadang hanya ditumpuk sehingga menimbulkan bau yang tidak enak. Dalam limbah tapioka (onggok) masih mengandung karbohidrat cukup banyak sekitar 51,8%, dengan adanya kandungan karbohidrat tersebut, maka dapat dihidrolisis menjadi glukosa, selanjutnya dapat difermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan alkohol dan CO₂. Terjadinya fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat bahan makanan, selanjutnya hasil fermentasi dapat diolah menjadi brem padat. Dengan adanya pengolahan ampas tapioka menjadi brem padat maka diharapkan dapat menambah keanekaragaman makanan disamping dapat mengatasi masalah lingkungan karena dapat memanfaatkan sisa dari hasil produksi menjadi produk yang bermanfaat.

Pada penelitian ini akan dicoba pembuatan brem padat dari ampas tapioka dengan metode dekoksi dan penambahan ekstrak taoge. Ampas tapioka akan dihidrolisa dengan metode dekoksi dan penambahan taoge menjadi glukosa, setelah itu difermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* menjadi alkohol selanjutnya diproses menjadi brem padat.

Ampas tapioka (onggok) masih mengandung komponen penting berupa pati, serat kasar, lemak, protein, serta dalam jumlah yang sangat kecil terdapat juga kalsium, phosphor, dan Fe dalam bentuk oksida yang kandungannya kurang dari 1%.

Pati merupakan karbohidrat tergolong dalam polisakarida, pati dalam jaringan tanaman mempunyai bentuk granula (butir) yang berbeda-beda. Granula pati dapat dibuat membengkak tetapi tidak bisa kembali ke bentuk semula, perubahan ini dinamakan gelatinasi, hal ini dapat dilakukan dengan cara pati ditambah dengan aquades hingga terbentuk suspensi kemudian dipanaskan. Mula-mula suspensi pati berwarna keruh kemudian

¹ Korespondensi: HARSA_PAW@yahoo.co.id

jernih pada suhu tertentu. Untuk jenis pati tapioka suhu gelatinasinya 54 – 64 °C, terjadinya translusi larutan tersebut diikuti pembengkakan granula. (Winarno, 1992).

Tabel 1. Komposisi Kimia Ampas Tapioka.

Parameter	Ampas Tapioka (%)
Protein kasar	2,2
Protein sejati	2,2
Abu	2,4
Serat kasar	31,6
Karbohidrat	51,8

(Balitnak.litbang.deptan.go.id,1993)

Pada proses hidrolisa pati menjadi glukosa hal ini dapat dipercepat dengan penambahan taoge (kecambah kacang hijau), didalam ekstrak taoge terkandung enzim diastase dan diastase merupakan enzim kombinasi dari alpha dan beta amilase yang berfungsi sebagai katalisator reaksi pati menjadi gula maltose. Bila butir-butir pati yang rusak atau kurang tahan disenyawakan dengan diastase, maka alpha amilase akan mengubah pati menjadi dekstrin, sedangkan beta amilase mengubah dekstrin dan pati hancur menjadi gula maltosa. Selanjutnya maltosa diubah oleh enzim maltase dalam ekstrak taoge menjadi glukosa. Alpha amilase mempunyai suhu optimum sekitar 70 °C dan pH optimum 5,8 , beta amilase mempunyai suhu optimum 60 -65 °C dan pH optimum 5,4. (Kuswanto, 1988).

Metode dekoksi adalah memasakan dengan cara mencampur gilingan kecambah (kecambah kacang hijau) dan air pada suhu tertentu selanjutnya sebagian dari masakan diambil dan dididihkan kemudian dikembalikan lagi ke masakan semula, suhu hidrolisis pada campuran dipertahankan 64 °C, karena pada suhu tersebut lebih banyak maltase yang dihasilkan , selain itu pati dari tapioka mempunyai suhu gelatinasi antara 62 – 64 °C.

Selanjutnya proses fermentasi (pembuatan tape) menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* akan mengubah glukosa menjadi alkohol. Sebelum proses fermentasi biasanya *Saccharomyces cerevisiae* dikembang biakan dulu dengan membuat starter. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses fermentasi adalah kadar air, nutrisi, pH, waktu, suhu dan kadar substrat. Setelah proses fermentasi dilakukan pemisahan padatan dan cairannya (cairan tape) . Brem padat merupakan makanan yang dibuat dari hasil penguapan cairan tape. Penguapan cairan tape dapat dilakukan dengan pemanasan sehingga terbentuk cairan kental lalu berubah menjadi kristal-kristal yang semakin banyak dan terbentuk padatan yang keras yang disebut brem padat. Untuk memperbaiki penampilan fisik yang menarik dari brem, dapat ditambah bahan pengisi seperti dekstrin. Brem padat yang mempunyai rasa manis dan sedikit asam kaya akan kalori dan mudah dicerna. Kandungan terbanyak adalah gula dan asam laktat, Brem yang baik mempunyai kadar alkohol 3 – 10 % , Proses fermentasi yang baik dilakukan selama 4 hari sehingga brem yang dihasilkan memiliki flavour yang lebih mantap. Pada saat ini di pasar banyak beredar brem Madiun dan brem Wonogiri .

Tabel 2. Komposisi Brem Padat .

Bahan	Komposisi (%)
Glukosa	65 – 68
Pati	4 – 14
Air	9 – 18
Zat padat tak larut	1 – 2,5
Total asam	1 – 2
Protein kasar	0,3 – 0,8
Lemak kasar	1 – 5

(Kuswanto, 1988)

Kinetika Pertumbuhan mikroba

Studi kinetika diperlukan sebagai dasar untuk memahami setiap proses fermentasi. Kinetika pertumbuhan mikroba terutama menguraikan tentang kecepatan produksi sel (biomassa) dan pengaruh lingkungan terhadap kecepatannya. Pada pengamatan pertumbuhan suatu mikroba tidak cukup dengan mengetahui apakah biakan tersebut dapat tumbuh atau tidak tetapi juga diperlukan pengamatan yang bersifat kualitatif yang digali dengan studi kinetika pertumbuhan. Bila semua persyaratan untuk pertumbuhan dipenuhi, maka dalam suatu interval waktu yang singkat (dt) , akan terjadi kenaikan jumlah biomassa (dx) yang proporsional dengan jumlah massa yang ada (x). Diperoleh rumus :



$$\frac{dx}{dt} = \mu x$$

μ adalah kecepatan pertumbuhan spesifik, yaitu kecepatan pertumbuhan persatuan jumlah biomassa perwaktu.

Bila μ konstan persamaan diatas menjadi :

$$\ln x = \ln x_0 - \mu t$$

x_0 = Jumlah massa pada $t = 0$

x = Jumlah massa setelah waktu t .

Pertumbuhan yang mengikuti persamaan diatas didasarkan atas pengamatan pada fase logaritma.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Bahan :

1. Limbah padat tepung tapioka yang diperoleh dari industri rumah warga yang berlokasi di Jl. Parangtritis km 14 Pundong , Bantul, Yogyakarta. Dari hasil analisis diperoleh kadar air = 12,72 %; kadar glukosa = 1,934 g/100 ml; kadar pati = 75,22 %.
2. *Saccharomyces cerevisiae* dari Lab Bioteknologi, UPN VY
3. Bahan lain : Aquades, ekstrak taoge, dekstrin, agar media, $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Alat : Labu leher tiga, motor pengaduk, statif, pendingin, pengaduk, termometer, penangas air, erlenmeyer.

Cara penelitian:

1. Pembuatan tepung Ampas Tapioka
Ampas tapioka 200 kg dicampur dengan air secukupnya lalu diperas, cairan hasil perasan diendapkan 1 malam, setelah itu dikeringkan dan digiling sampai halus.
2. Pemecahan Pati menjadi Glukosa.
Taoge sebanyak 82,5 gram digiling dicampur dengan aquades lalu dipanaskan hingga 52 °C selama 15 menit. Setelah 15 menit seperlima bagian diambil dan ditambah ampas tapioka 50 gram , campuran diaduk dan dipanaskan sampai 64 °C selama 25 menit dan dididihkan selama 5 menit sampai terbentuk gelatin. Gelatin ini dikembalikan ke empat perlima bagian sari taoge sisa dan dipanaskan selama 3 jam pada 64 °C, selanjutnya suhu dinaikkan menjadi 76 °C selama 5 menit, hasilnya berupa pasta.
3. Pembuatan starter.
Pasta diambil 30 ml lalu ditambah nutrisi $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ dan $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, banyaknya nutrisi divariasikan. Selanjutnya campuran diaduk pH diatur 4,6 lalu disterilisasi pada 121 °C selama 15 menit .Medium tersebut ditambah *Saccharomyces cerevisiae* dan diinkubasi selama 6 hari.
4. Proses Fermentasi.
Pasta diambil 30 ml lalu ditambah nutrisi $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ sebanyak 0,0581 gram dan $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ sebanyak 00,0667 gram. Selanjutnya campuran diaduk pH diatur 4,6 lalu disterilisasi pada 121 °C selama 15 menit .Medium tersebut ditambah starter (*Saccharomyces cerevisiae*) dan diinkubasi selama 7 hari.
5. Pembuatan Brem Padat
Cairan hasil fermentasi dipisahkan, selanjutnya ditambah dekstrin sebanyak 20 % sebagai pengisi, diaduk dan dipanaskan kemudian dicetak dan dioven hingga kering lalu dianalisis.

3. Hasil dan Pembahasan

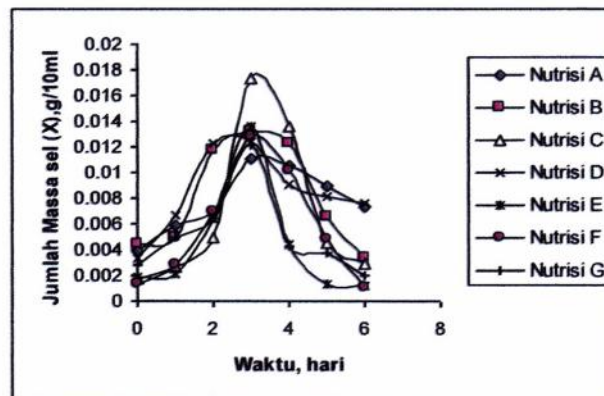
1. Hasil percobaan Pemecahan pati menjadi glukosa .
Penentuan waktu hidrolisa pati menjadi glukosa secara sempurna dengan uji iod diperoleh waktu hidrolisa 3 jam.
2. Hasil percobaan pada pembuatan starter .
Volume substrat 30 ml ditambah nutrisi yang bervariasi jumlahnya, pH 4,6.

Variasi Penambahan Jumlah nutrisi pada pembuatan starter dinyatakan dalam perbandingan C:N:P dan dihitung berdasarkan berat nutrisinya, dapat dilihat pada Tabel 3. berikut :

Tabel 3. Berbagai Variasi Nutrisi berdasarkan Perbandingan C:N:P serta bila dihitung berdasarkan berat nutrisi.

Variasi Nutrisi	Perbandingan C:N:P	Berat Nutrisi, g	
		$(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
A	25:14:3	0,2091	0,2485
B	50:14:3	0,1045	0,1273
C	100:14:3	0,0581	0,0667
D	50:7:3	0,1045	0,0606
E	50:28:3	0,1045	0,2667
F	50:14:1,5	0,0581	0,1333
G	50:14:6	0,2019	0,1152

Hasil percobaan hubungan antara waktu inkubasi terhadap jumlah sel pada berbagai Variasi Nutrisi dapat dilihat pada Gambar 1.

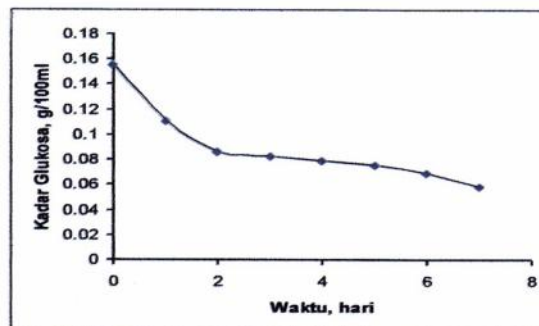


Gambar 1. Hubungan waktu inkubasi starter terhadap Jumlah massa sel

Dari Gambar 1. umumnya terlihat bahwa untuk waktu sampai 1 hari diperoleh jumlah massa sel yang naik sedikit atau hampir konstan hal ini karena mikroba masih dalam waktu adaptasi. Mulai 1 hari sampai 3 hari diperoleh jumlah massa sel yang naik tajam hal ini karena mikroba sudah menyesuaikan diri dengan lingkungan dan setelah melewati fase pertumbuhan awal maka akan masuk pada fase pembiakan cepat atau pertumbuhan logaritmik sehingga jumlah sel bertambah banyak. Setelah waktu 3 hari umumnya jumlah massa sel semakin berkurang hal ini karena zat nutrisi didalam medium sudah semakin berkurang dan adanya zat-zat hasil metabolisme yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba sehingga sel ada yang mati. Dari Gambar 3. diatas diperoleh jumlah nutrisi yang paling baik adalah Variasi Nutrisi C yaitu pada perbandingan C:N:P = 100:14:3. Diperoleh harga konstante pertumbuhan spesifik (μ) = 0,0333 jam⁻¹.

Hasil Percobaan pada Proses Fermentasi

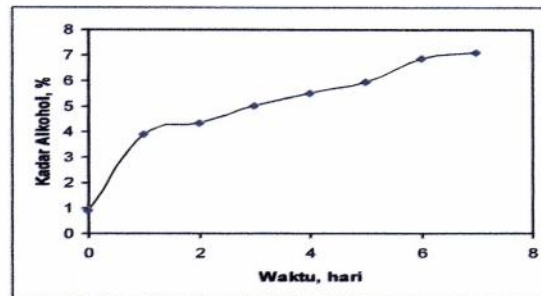
Volume substrat 60 ml ditambah nutrisi dengan perbandingan C:N:P = 100:14:3 , pH diatur 4,6 , proses fermentasi 7 hari. Data hubungan antara waktu fermentasi terhadap kadar glukosa dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan waktu fermentasi terhadap kadar glukosa

Dari Gambar 2. diperoleh bahwa semakin lama waktu fermentasi sampai 7 hari didapat kadar glukosa yang semakin menurun, hal ini karena glukosa bereaksi membentuk alkohol.

Data hubungan antara waktu fermentasi terhadap kadar alkohol dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Grafik hubungan waktu fermentasi terhadap kadar alkohol

Dari Gambar 3. terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi sampai 6 hari diperoleh kadar alkohol yang semakin naik, hal ini karena semakin lama waktu fermentasi akan semakin banyak substrat yang berubah menjadi alkohol. Setelah waktu fermentasi 6 hari diperoleh kadar alkohol yang hampir konstan, hal ini karena mikroba masuk dalam fase pertumbuhan diperlambat yang dapat disebabkan oleh zat nutrisi yang semakin berkurang.

4. Kesimpulan

1. Pada proses hidrolisa pati menjadi glukosa diperoleh waktu 3 jam.
2. Pada variasi jumlah nutrisi yang paling baik diperoleh pada perbandingan C:N:P = 100:14:3, diperoleh harga konstante pertumbuhan spesifik (μ) = $0,0333 \text{ jam}^{-1}$.
3. Pada proses fermentasi diperoleh kadar alkohol yang paling baik adalah 7,1 %
4. Limbah tapioka dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan brem padat.

5. Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Sdr. Siti Diyar Kholisoh, Diskialinna Al Haq dan Dhira Rizky Ardhini yang telah membantu dalam analisis.

6. Pustaka

- Fardiaz, Srikandi, 1987, "Fisiologi Fermentasi", hal 8-9, PAU IPB bekerja sama dengan Lembaga Sumberdaya Informasi IPB, Bogor.
- Jutono, dkk, 1987, "Mikrobiologi untuk Perguruan Tinggi", Jilid I, hal 86-89, Dept. Mikrobiologi Fakultas Pertanian UHM, Yogyakarta.
- Kuswanto, Kapti, R., 1988, "Fermentasi Pangan", hal. 112-116, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta.
- Lingga, Pinus, 1992, "Bertanam Ubi-ubian", ed. 5, hal.48-52, PT. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sudarmadji, Slamet dkk., 1997, "Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian", ed. 4, Liberty, Yogyakarta.
- Winarno, F.,G., dkk, 1983, "Pengantar Teknologi Pangan", hal 59-60, PT. Gramedia Jakarta.