

PROSIDING



TEKNIK KIMIA UNPAR
BANDUNG, 4 MEI 2017



“TEKNOLOGI
PROSES DAN PRODUK
BERBASIS
SUMBER DAYA ALAM
INDONESIA”



JURUSAN TEKNIK KIMIA
(PROGRAM S1 DAN S2)
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG





**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
TEKNIK KIMIA UNPAR 2017**

**Teknologi Proses dan Produk
Berbasis Sumber Daya Alam Indonesia
Bandung, 4 Mei 2017**

Hak Cipta ada pada Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Ciumbuleuit No.94, Bandung, Jawa Barat, Indonesia (40141)

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh buku ini atau diperbanyak dengan tujuan Komersial dalam bentuk apapun tanpa seijin Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan, kecuali untuk keperluan penulisan artikel atau karangan ilmiah dengan menyebutkan buku ini sebagai sumber.

Cetakan 1 : Mei 2017

ISSN 2477-1694





PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan anugerahNya sehingga Seminar Nasional Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan (SNTKU) 2017 ini dapat terselenggara dengan baik. Seminar ini merupakan seminar nasional yang ke-13 kalinya yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Kimia UNPAR sejak tahun 2003. Seminar ini dimaksudkan sebagai ajang tukar pendapat dan informasi, presentasi hasil-hasil penelitian, serta wahana komunikasi yang melibatkan berbagai institusi pendidikan, lembaga penelitian, industri, dan pemerintah untuk bersama-sama membangun jejaring dan sinergi untuk meningkatkan kemampuan riset dan teknologi serta ekonomi nasional.

Seminar nasional ini mengambil tema utama “Teknologi Proses dan Produk Berbasis Sumber Daya Alam Indonesia“. Pengambilan tema ini dilatarbelakangi oleh sangat diperlukannya inovasi dalam pengembangan teknologi proses dan produk untuk meningkatkan daya saing bangsa di tataran internasional. Sebagai negara yang kaya dengan sumber daya alam, Indonesia perlu secara sadar dan terus-menerus berinovasi dan mengembangkan riset di bidang teknologi proses dan produk sehingga kekayaan alam yang melimpah tersebut dapat diolah, ditingkatkan nilai tambahnya, dan dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk kesejahteraan masyarakatnya.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas dukungannya dalam pelaksanaan seminar ini. Secara khusus, kami ingin menyampaikan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada para pembicara utama, pembicara undangan, maupun pemakalah sesi paralel, yang dalam kesibukannya yang tinggi, masih dapat meluangkan waktunya untuk berpartisipasi secara aktif dalam seminar ini.

Kami juga memohon maaf jika dalam pelaksanaan seminar ini masih terdapat kekurangan atau hal-hal yang kurang berkenan. Kritik dan saran yang membangun dari Bapak/Ibu/Saudara/i sangat kami harapkan agar penyelenggaraan seminar kami pada tahun-tahun mendatang dapat lebih baik lagi.

Akhir kata, kami mengucapkan, “Selamat mengikuti seminar. Semoga seminar ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Tuhan memberkati.”

Bandung, 4 Mei 2017

Panitia





Editor : Dr. Ir. Judy Retti Witono, M.App.Sc.
Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDeng.
Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.

Reviewer : Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto, A.P.U.
Dr. Ir. Judy Retti Witono, M.App.Sc.
Dr. Arenst Andreas, S.T., S.Si., M.Sc.
Dr. Herry Santoso, S.T., M.T.M.
Dr. Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc.
Ratna Frida Susanti, Ph.D
Dr. Asaf Kleopas Sugih, Ir.





Daftar Isi

Editor & Reviewer	iii
Daftar Makalah	iv

MAKALAH PEMBICARA UTAMA

Pemanfaatan Sumber Daya Hayati Laut Nonkonvensional	I-1
--	-----

Agus Heri Purnomo

Sinergi antara Teknologi Proses dan Produk	II-1
---	------

Christianto Wibowo

MAKALAH BIDANG KAJIAN

A – KERAMIK DAN MINERAL

A1 Pembuatan α-Fe₂O₃ dari Bijih Besi Lampung dengan Proses <i>Leaching</i> Asam Klorida dan <i>Roasting</i>	
--	--

Agus Budi Prasetyo, Puguh Prasetyo, Eni Febriana, dan Wulan Cahyani

A2 Uji Karakterisasi Hasil Percobaan Optimasi Proses Peleburan Alkali terhadap Hasil Samping Peleburan Bijih Timah	
---	--

Eko Sulistiyono, F.Firdiyono, dan Yosephin Dewayani

A3 Pengaruh Suhu dan Ukuran Partikel Bijih Laterit terhadap Perolehan Aluminium dalam Proses Ekstraksi Menggunakan Asam Sitrat	
---	--

Kevin Cleary Wanta, Himawan Tri Bayu Murti Petrus, Indra Perdana, dan Widi Astuti

A4 Peran Ferri Oksalat Dihidrat dalam <i>Multi-Stage Bioprocess Treatments</i> Guna Desulfurisasi Sulfur Organik dalam Batubara Tondongkura Sulawesi Selatan	
---	--

Yustin Paisal dan Siti Khodijah Chaerun

A5 Pengaruh Kecepatan Putar <i>Ball Mill</i> terhadap Distribusi Partikel Padatan pada Kominusi <i>Ore</i> Emas Sumbawa	
--	--

Himawan T.B.M. Petrus, Achmad Dhaefi Ferdana, Hadhiansyah Ilhami, Arini Muthiah Rosmaya Putri, dan Agus Prasetya

A6 Karakterisasi Hasil Reduksi Selektif Bijih Nikel Limonit yang Diikuti Pemisahan Magnetik Menggunakan XRD dan SEM-EDS	
--	--

Wahyu Mayangsari dan Agus Budi Prasetyo

A7 Percobaan Pembuatan Sodium Stannat Menggunakan Mineral Kasiterit (p.a) dengan Sodium Karbonat (Na₂CO₃)	
--	--

Lia Andriyah, Latifa Hanum Lalasari, dan Mitha Fitria Kurniawati

A8 Kinetika Reaksi Pelarutan Mangan dari Bijih Mangan Kadar Rendah	
---	--

Ahmad Royani dan Rudi Subagja

B – POLIMER DAN SUMBER DAYA ALAM

B1 Pembuatan Asam Laktat dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Katalis Basa	
--	--

Apsari Puspita Aini, Johnner Sitompul, dan Carolus Borromeus Rasrendra





- B2 Sekam Padi sebagai Adsorben: Evaluasi Adsorpsi untuk Pewarna Tunggal dan Campuran**
Lieke Riadi, Tuani Lidiawati, Tiara Hartono, dan Masruroh Deby Anggraini
- B3 Preparasi Biosorben dari Ampas Tebu untuk Sorpsi ion Cu^{2+}**
I Made Bendiyasa, Sofiyah, dan Nursepma Rismawati
- B4 Peranan Proses Elisitasi dan Perkecambahannya untuk Meningkatkan Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Senyawa Bioaktif Beras Coklat**
Jaya Mahar Maligan, Fajar Ari Nugroho, dan Olivia Anggraeny
- B5 Pengeringan Rimpang Jahe (*Zingiber officinale*) dan Model Matematis Pengeringannya**
Lie Hwa, Lanny Sapei, dan Elieser Tarigan
- B6 Pengujian Kualitas Air pada Pencelupan Kain Batik Katun dengan Ekstrak Daun Jati**
Dwi Suheryanto
- B7 Ekstraksi Gula Reduksi dari Alga *Ulva Lactuca* melalui Proses *Pre-treatment* secara *Liquid Hot Water* dan Proses Hidrolisis Menggunakan Enzim**
Tri Poespowati, Ardi Riyanto, Hazlan, Rini Kartika Dewi, dan Ali Mahmudi
- B8 Pengaruh Suhu dan Waktu Penggorengan terhadap Kadar Vitamin C Keripik Papaya yang Diolah dengan *Vacuum Frying***
Nia Hesti Aprilya, Ratna Frida Susanti, dan Andy Chandra

C – ENERGI TERBARUKAN DAN TEKNIK REAKSI

- C1 Hidrolisis Tapioka Menggunakan Amilase Terimobilisasi pada Silika *Mesostructured Cellular Foam* (MCF 9.2T-3D)**
Bima Firmandana, Pirda Hiline N, Dian Anggitasari, Sherlyana, Lilis Hermida, dan Joni Agustian
- C2 Pembuatan Merkapto Etil ester Asam Lemak dari Minyak Dedak Padi**
I Dewa Gede Arsa Putrawan, Dinda Kirana Bestari, dan Cahya Adi Wicaksana
- C3 Pengembangan Pembangkit Listrik Biogas di Pabrik Kelapa Sawit Terantam, PTPN V, Riau**
Irhan Febijanto
- C4 Dekarboksilasi Sabun Basa Mg/Zn/Cu/Al dari Lemak Biji Kayu Manis**
Khairil Amri, Godlief Fredrik Neonufa, Tirto Prakoso, dan Tatang Hernas Soerawidjaja
- C5 Pengaruh Kombinasi Logam pada Reaksi Dekarboksilasi Sabun Basa terhadap Produk Biohidrokarbon Cairnya**
Godlief Fredrik Neonufa, Khairil Amri, Tirto Prakoso, dan Tatang H. Soerawidjaja
- C6 Produksi Eksopolisakarida oleh *Azotobacter* pada Berbagai Konsentrasi Kadmium Klorida**
Reginawanti Hindersah dan Pujawati Suryatmana
- C7 Studi Awal Produksi Dodecanedioic Acid melalui Proses Fermentasi Menggunakan *Candida tropicalis***
Rifkah Akmalina, Johnner Sitompul, Ronny Purwadi, Listiani Artha, dan Vita Wonoputri
- C8 Formulasi Nanoemulsi Ekstrak Pegagan (*Centella asiatica* (L) Urb) dan Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) dengan Metoda Ultrasonik**
Dewi Sondari





C9 Pengaruh Suhu terhadap Sineresis pada Pembuatan Set Yogurt dengan Metode Analisa Tingkat Keasaman (pH), Nilai Viskositas, dan Kadar Protein

Elvi Kustiyah, Reni Masrida, dan Teguh Eko Prasetya

D – ADVANCED MATERIAL DAN SISTEM PROSES

D1 Desain dan Optimasi Distilasi Ekstraktif Aseton-Metanol Menggunakan Air sebagai Pelarut

Sandy Wijaya, Andrew Mardone, Herry Santoso, dan Yansen Hartanto

D2 Seleksi Inhibitor dan Aplikasinya untuk Larutan Pembersih Kerak *Falling Film Plate Evaporator* di Pabrik Gula Sulfitasi

Risvan Kuswurdjanto dan Linda Mustikaningrum

D3 Pengaruh Tekanan pada Ekstraksi Fluida Superkritik terhadap Komponen Kimia dalam *Zingiber officinale Rosc.*

Dewi Sondari dan Eka Dian Pusfitasari

D4 Simulasi *Unsteady State* Distilasi Reaktif Menggunakan Aspen Dynamics untuk Sintesis MTBE

David Delavo Setiadi, Tedi Hudaya, dan I Gede Pandega Wiratama

D5 Simulasi Distilasi Vakum dan *Thin-Film Evaporator* untuk Memisahkan *Lube Oil* dari Fraksi Berat Minyak Pelumas Bekas

Renanto Handogo, Juwari Purwo Sutikno, Rizki Bagus Prasetyo, dan Hermansyah Citra

D6 Model Laju Desorpsi Pupuk Urea Lepas Lambat yang Disintesis melalui Interkalasi Urea ke dalam Bentonit Alam Asal Lampung

Lilis Hermida, Joni Agustian, Ajeng Ayu Puspasari, Fitriani Wulandari, dan Lamando Aquan Raja

D7 Rancangan Konseptual Pengolahan Nikel Kadar Rendah Skala *Pilot Plant*

Yustin Paisal, Andi Ilham Samanlangi, Andi Amrullah, dan Moh. Khaidir Noor

D8 *Combined Absorption Ion Exchange* pada Gas Karbondioksida Menggunakan Resin Basah Penukar Anion untuk Pemurnian Biogas

N.F. Palestine, Wiratni, dan A. Mindaryani





BAGIAN C: ENERGI TERBARUKAN DAN TEKNIK REAKSI





Hidrolisis Tapioka Menggunakan Amilase Terimobilisasi pada Silika *Mesostructured Cellular Foam* (MCF 9.2T-3D)

Bima Firmandana, Pirda Hiline N, Dian Anggitasari, Sherlyana, Lilis Hermida, dan Joni Agustian*

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung, Lampung, 35142, Indonesia

*Email: joni.agustian@eng.unila.ac.id

Abstrak

Hidrolisis pati tapioka menjadi gula reduksi menggunakan enzim α -amilase terimobilisasi dan glukoamilase terimobilisasi pada silika *Mesostructured Cellular Foam* (MCF 9.2T-3D) telah dipelajari. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi optimum kedua enzim terimobilisasi tersebut pada variabel pH, konsentrasi enzim terimobilisasi, konsentrasi pati tapioka, temperatur, dan kecepatan pengadukan. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan *one-factor-at-a-time*. Reaksi hidrolisis dilakukan menggunakan *shaking water bath* dengan waktu reaksi 24 jam. Hasil uji spektrofotometer menunjukkan hasil yang beragam pada kedua enzim terimobilisasi. Untuk enzim α -amilase terimobilisasi diperoleh kondisi operasi optimum hidrolisis dengan pH 6, konsentrasi enzim terimobilisasi 5% (b/v), konsentrasi pati 8% (b/v), temperatur 60°C dan kecepatan pengadukan 140 rpm dan diperoleh *dextrose equivalent* mencapai 51,55%. Sedangkan untuk enzim glukoamilase terimobilisasi diperoleh kondisi operasi optimum hidrolisis dengan pH 4,6, konsentrasi enzim terimobilisasi 5% (b/v), konsentrasi pati 3% (b/v), temperatur 70°C dan kecepatan pengadukan 140 rpm dan diperoleh *dextrose equivalent* sebesar 81,70%. Kedua hasil tersebut telah berada pada kondisi-kondisi optimumnya.

Kata kunci: Hidrolisis, α -amilase terimobilisasi, glukoamilase terimobilisasi, gula reduksi, silika mesopori.

Abstract

Tapioca starch hydrolysis into reducing sugar using immobilized α -amylase and glucoamylase on silica *Mesostructured Cellular Foam* (MCF 9.2T-3D) have been studied. This study aims to obtain optimum conditions of both the immobilized enzyme at variable pH, concentration of the immobilized enzyme, tapioca starch concentration, temperature, and agitation. The research method was one-factor-at-a-time. Hydrolysis reaction was carried out by using a shaking water bath with a reaction time of 24 hours. Spectrophotometer test results showed various results on both the immobilized enzyme. For the enzyme α -amylase immobilized obtained optimum operating conditions hydrolysis with pH 6, the concentration of the immobilized enzyme 5% (w/v), starch concentration at 8% (w/v), temperature at 60°C with an agitation speed of 140 rpm and the dextrose equivalent reached 51.55%. As for immobilized glucoamylase obtained optimum operating conditions hydrolysis with pH 4.6, the concentration of the immobilized enzyme 5% (w/v), starch concentration at 3% (w/v), temperature at 70°C with an agitation speed of 140 rpm and the dextrose equivalent reached 81.70%. Both of these results have reached their optimum conditions.

Keywords: Hydrolysis, immobilized α -amylase, immobilized glucoamylase, reducing sugar, mesoporous silica.

PENDAHULUAN

Pada industri pembuatan etanol dari ubi kayu, karbohidrat di dalam pati harus dikonversi terlebih dahulu menjadi gula reduksi sebelum dilakukan proses fermentasi menggunakan mikroba (PT MEL, 2010).

Proses pemecahan rantai molekul polimer pati menjadi molekul penyusunnya yang lebih sederhana dikenal dengan proses hidrolisis (Oyeleke dan Oduwole, 2009). Hidrolisis pati dilakukan dengan dua cara yaitu: metode asam dan metode enzimatik menggunakan amilase. Jenis amilase yang biasa digunakan pada proses

hidrolisis pati adalah α -amilase dan glukoamilase (Jacques dkk, 2003).

Penggunaan enzim bebas dalam proses hidrolisis masih memiliki beberapa kekurangan seperti hanya sekali pakai dan tidak tahan terhadap perubahan kondisi (Nisha dkk, 2012). Untuk mengatasi kekurangan tersebut dikembangkanlah teknologi imobilisasi enzim. Enzim akan melekat pada sebuah lingkungan mikro yang dikenal dengan material penyangga sehingga aktivitasnya dapat terkontrol dengan baik (Parshad dkk, 2008).

Saat ini proses imobilisasi dengan berbagai material penyangga dan metode telah banyak dipelajari (Baskar





dkk, 2015; Mateo dkk, 2007; Sohrabi dkk, 2014; Wang dkk, 2011; George dkk, 2013; Guo dkk, 2012; Zao dkk, 2012). Salah satu *support* untuk immobilisasi enzim adalah silika mesopori (silika *mesoporous cellular foam*/MCF). Penyangga silika mesopori memiliki ukuran pori yang relatif besar, 150-500 Å (Schmidt-Winkel dkk, 2000), sehingga silika MCF memiliki keuntungan pada proses difusi reaktan-produk dan mempengaruhi pergerakan molekul substrat dalam mencapai sisi aktif enzim (Hermida dkk, 2013; Pandya dkk, 2005) seperti silika MCF 335 yang telah berhasil mengimmobilisasi enzim amilase ke dalam porinya (Pandya dkk, 2005).

Saat ini telah dikembangkan MCF 9.2T-3D (Hermida dkk, 2013) yang memiliki karakteristik seperti MCF 335. Proses imobilisasi enzim α -amilase dan glukoamilase telah berhasil dilakukan pada bahan tersebut (dalam proses permohonan paten), dan untuk mengetahui efektivitas enzim amilase terimobilisasi pada silika MCF 9.2T-3D, observasi proses hidrolisis pati tapioka menjadi gula reduksi dengan katalis tersebut perlu dilakukan.

METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah erlenmeyer, *hot plate*, *water bath shaker* (Medline BS-31), thermometer, pH meter, mikro pipet, UV-VIS spektrofotometer (Shimadzu UV-1800), kertas saring, gelas beker, gelas ukur, tabung reaksi, neraca elektrik, lemari pendingin, dan spatula.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah glukoamilase (150.000 U/g), α -amilase (5.000 U/g) (Suntaq International Limited (Guangdong, China)), glukosa (Merck), pati tapioka (pasar lokal), *buffer* sodium asetat.

Hidrolisis Tapioka Menggunakan Enzim α -amilase Terimobilisasi dan Gluamoamilase Terimobilisasi

Rancangan yang digunakan adalah *one-factor-at-a-time* dengan urutan variabel pH, konsentrasi enzim terimobilisasi, konsentrasi pati, temperatur, dan kecepatan pengadukan. Pengaruh variabel-variabel tersebut diteliti pada kondisi lainnya yang tetap. Volume pelarut yang digunakan 30 ml dan waktu reaksi 24 jam. Tempat reaksi meliputi tabung erlenmeyer 100 ml dan *shaking water bath*.

Pengaruh pH

Penggunaan enzim α -amilase terimobilisasi, kondisi optimum pH diteliti pada rentang pH 5-7 dengan interval 0,5. Kondisi yang lain ditetapkan pada temperatur 60°C, enzim terimobilisasi 150 mg, pati 90 mg, dan kecepatan pengadukan 140 rpm.

Penggunaan enzim glukoamilase terimobilisasi, variabel pH divariasikan pada rentang 4-6 dengan interval 0,5. Kondisi yang lain ditetapkan pada

temperatur 40°C, enzim terimobilisasi 150 mg, pati 90 mg, dan kecepatan pengadukan 140 rpm.

Pengaruh Konsentrasi Enzim Terimobilisasi

Penggunaan enzim α -amilase terimobilisasi, kondisi optimum konsentrasi enzim terimobilisasi diteliti pada rentang 2,5-15% (b/v) dengan interval 2,5. Kondisi lain ditetapkan pada pH optimum.

Penggunaan enzim glukoamilase terimobilisasi, enzim terimobilisasi divariasikan pada rentang 2,5-10% (b/v) dengan interval 2,5. Kondisi yang lain ditetapkan pada pH optimum.

Pengaruh Konsentrasi Pati

Penggunaan enzim α -amilase terimobilisasi dan glukoamilase terimobilisasi, kondisi optimum konsentrasi pati diteliti pada rentang 3-20% (b/v). Kondisi lain ditetapkan pada pH dan konsentrasi enzim terimobilisasi optimum.

Pengaruh Temperatur

Penggunaan enzim α -amilase terimobilisasi, kondisi optimum temperatur diteliti pada rentang 50-80°C dengan interval 10. Kondisi lain ditetapkan pada pH, konsentrasi enzim terimobilisasi, dan konsentrasi pati optimum.

Penggunaan enzim glukoamilase terimobilisasi, temperatur divariasikan pada rentang 35-80°C. Kondisi yang lain ditetapkan pada pH, konsentrasi enzim terimobilisasi, dan konsentrasi pati optimum.

Pengaruh Pengadukan (rpm)

Penggunaan enzim α -amilase terimobilisasi dan glukoamilase terimobilisasi, kondisi optimum kecepatan pengadukan diteliti pada rentang 100-160 rpm dengan interval 20. Kondisi lain ditetapkan pada kondisi optimumnya.

Hidrolisis dengan Enzim Bebas

Sebagai pembandingan, enzim bebas diteliti dengan kondisi disamakan seperti enzim terimobilisasi pada tiap-tiap variabelnya.

Metode Analisis Gula Reduksi

Konsentrasi gula reduksi hasil hidrolisis dianalisis dengan metode Dinitrosalicylic Acid (DNSA). Pada tabung reaksi, ditambahkan 0,3 ml sampel dan 0,3 ml reagen DNSA. Tabung reaksi dipanaskan pada air mendidih selama 7 menit. Kemudian ditambahkan 3 ml akuades. Sampel dianalisis pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm. Gula reduksi yang terbentuk dinyatakan dalam bentuk nilai *dextrose equivalent* (DE) (Shariffa dkk, 2009).

$$\%DE = \frac{\text{g gula reduksi yang dinyakan dalam glukosa}}{\text{g berat kering}} \times 100\% \quad (1)$$



HASIL DAN PEMBAHASAN

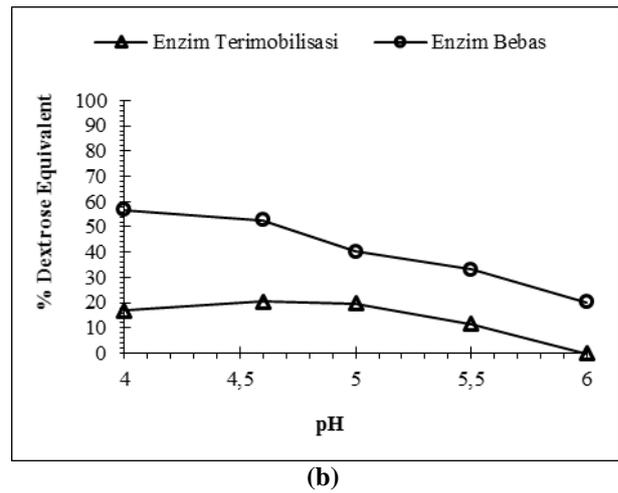
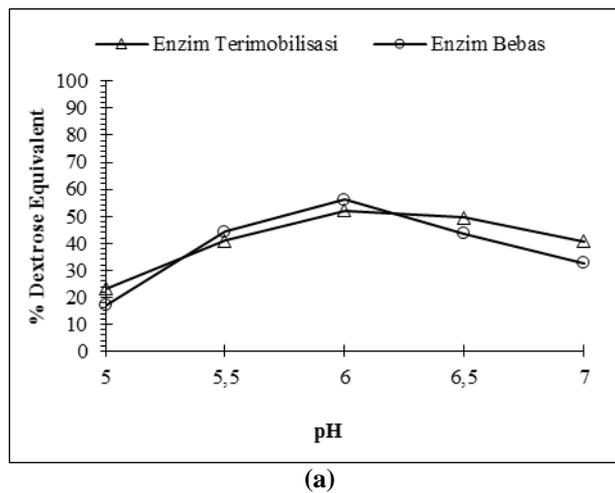
Pengaruh pH

Gambar 1(a) menjelaskan bahwa pH optimum hidrolisis pada enzim α -amilase terimobilisasi yaitu pada pH 6 dengan DE 52% (46,89 mg/ 90 mg pati) selama 24 jam waktu reaksi. Pada enzim bebas didapat pH optimumnya yaitu pH 6 dengan DE 56%. Hasil pada Gambar 1(a) menjelaskan enzim α -amilase terimobilisasi lebih stabil pada pH mendekati 7 dibandingkan dengan enzim bebasnya.

Hasil pada Gambar 1(b) menjelaskan bahwa pH maksimum yang diperoleh pada enzim terimobilisasi adalah 4,6, sedangkan pada enzim bebas pH maksimum yang diperoleh adalah 4. pH minimum kedua enzim tersebut sama-sama diperoleh pada pH 6. Pada enzim terimobilisasi penurunan yang terjadi pada rentang pH 4,6 ke pH 5 hanya sekitar 1%. Karena itu masih tetap memungkinkan jika hidrolisis dilakukan baik itu dengan pH 4,6 maupun dengan pH 5.

Pengaruh Konsentrasi Enzim Terimobilisasi

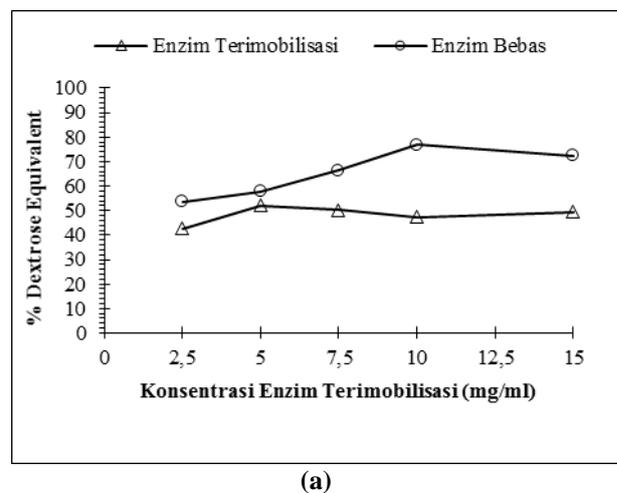
Gambar 2(a) menunjukkan bahwa konsentrasi enzim α -amilase terimobilisasi optimum pada 5 mg/ml dengan nilai DE 52% (46,89 mg/ 90 mg pati). Namun, pada enzim bebasnya optimum pada konsentrasi 10 mg/ml dengan nilai DE mencapai 72%. Gambar 2(b) menunjukkan konsentrasi enzim glukoamilase terimobilisasi optimum yang digunakan untuk proses hidrolisis berada pada 5 mg/ml, sedangkan titik minimum

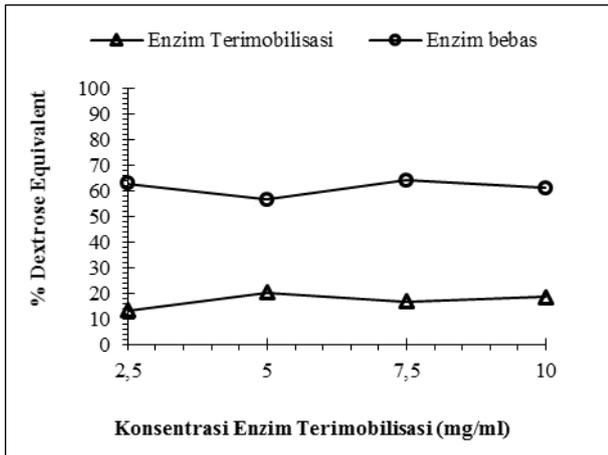


Gambar 1. Pengaruh pH terhadap % DE pada proses hidrolisis pati tapioka, (a) Enzim α -amilase terimobilisasi, (b) Enzim glukoamilase terimobilisasi

berada pada konsentrasi 2,5 mg/ml. Pada enzim bebas konsentrasi enzim maksimum yang digunakan untuk proses hidrolisis berada pada 7,5 mg/ml, sedangkan titik minimum berada pada konsentrasi 5 mg/ml.

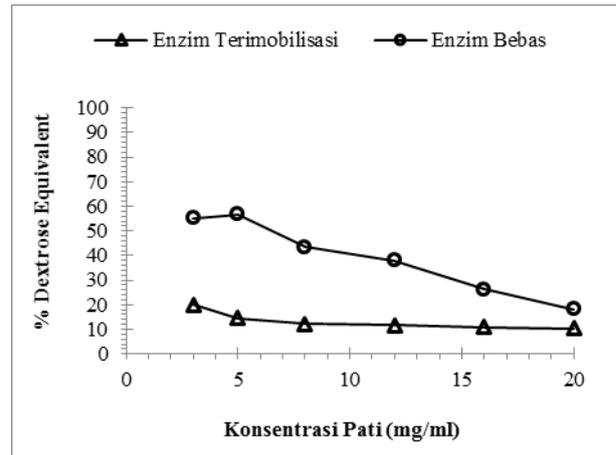
Baik pada enzim terimobilisasi maupun enzim bebas, grafik keduanya menunjukkan hasil yang hampir konstan. Ini berarti jumlah enzim tersebut sudah mencapai batas maksimum untuk bereaksi dengan substrat (pati) untuk mengubah pati menjadi gula reduksi, sehingga peningkatan jumlah enzim yang dimasukkan saat proses hidrolisis sudah tidak mempengaruhi jumlah gula reduksi yang terbentuk.





(b)

Gambar 2. Pengaruh konsentrasi enzim terimobilisasi terhadap % DE pada proses hidrolisis pati tapioka, (a) Enzim α -amilase terimobilisasi, (b) Enzim glukoamilase terimobilisasi

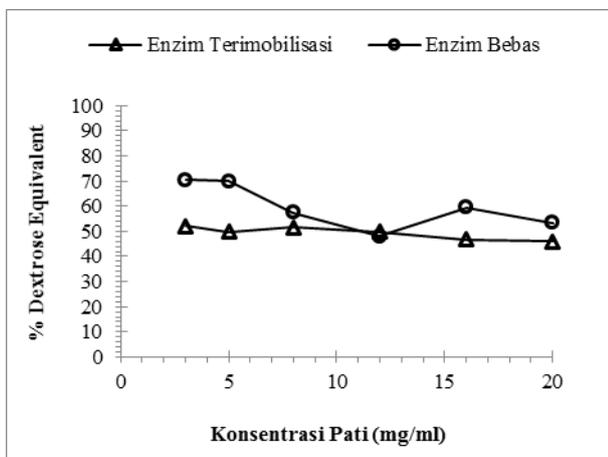


(b)

Gambar 3. Pengaruh konsentrasi pati terhadap % DE pada proses hidrolisis pati tapioka, (a) Enzim α -amilase terimobilisasi, (b) Enzim glukoamilase terimobilisasi

Pengaruh Konsentrasi Pati

Dapat dilihat pada Gambar 3(a) bahwa kecenderungan nilai DE hidrolisis untuk α -amilase terimobilisasi adalah cenderung menurun meskipun tidak signifikan. Titik optimum yang diperoleh adalah pada konsentrasi pati 8 mg/ml dengan nilai DE sebesar 51,55%. Titik terendah berada pada konsentrasi 20 mg/ml dengan nilai DE sebesar 45,99%. Untuk hidrolisis pati tapioka menggunakan α -amilase bebas, pada konsentrasi pati 8 mg/ml menghasilkan nilai DE sebesar 57,51%.



(a)

Kedua nilai DE pada grafik cenderung menurun diduga karena semakin banyak jumlah pati yang ditambahkan, semakin banyak pula pati yang tidak larut yang tidak terkonversi menjadi gula reduksi.

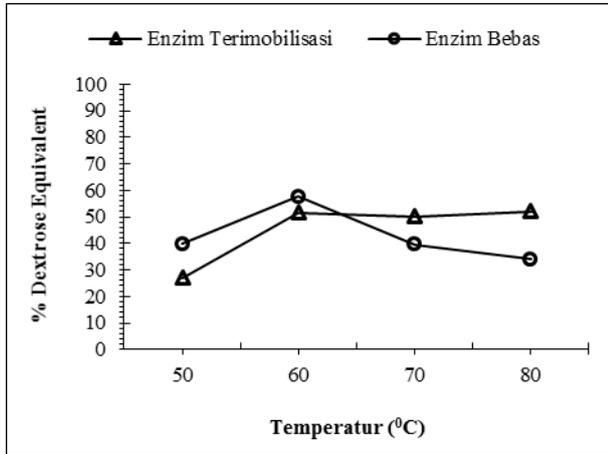
Dari Gambar 3(b) terlihat bahwa pada enzim glukoamilase terimobilisasi, DE maksimum diperoleh pada konsentrasi pati 3 mg/ml dan minimum pada 20 mg/ml. Sedangkan pada enzim bebas glukoamilase, konsentrasi pati yang menghasilkan dekstrosa maksimum berada pada titik 5 mg/ml dan minimum pada 20 mg/ml. Keduanya sama-sama memiliki titik minimum pada konsentrasi pati 20 mg/ml. Semakin besar konsentrasi pati yang dimasukkan saat proses hidrolisis, semakin kecil % DE yang diperoleh. Namun demikian, pada grafik dapat dilihat secara detail bahwa persen DE yang diperoleh pada tiap konsentrasi pati tidak begitu jauh berbeda. Hal ini dikarenakan enzim sudah mulai jenuh sehingga peningkatan jumlah pati yang dimasukkan saat proses hidrolisis sudah tidak mempengaruhi jumlah gula reduksi yang terbentuk.

Pengaruh Temperatur

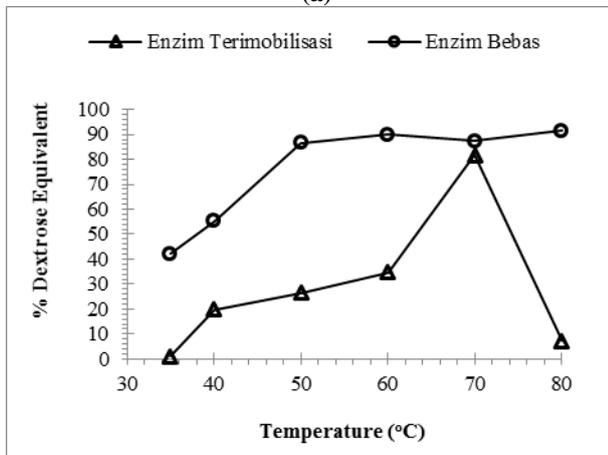
Dari Gambar 4(a) dapat dilihat bahwa aktivitas α -amilase terimobilisasi yang ditandai dengan nilai DE meningkat dari titik 50°C ke 60°C dan cenderung konstan pada titik 60, 70, dan 80°C. Perbedaan nilai DE dari ketiga titik tersebut yang hanya $\pm 1\%$ menyebabkan pemilihan kondisi optimum berada pada titik 60°C dengan pertimbangan penghematan energi yang digunakan.

α -amilase terimobilisasi silika MCF 9.2T-3D memiliki keunggulan lebih tahan pada temperatur tinggi dibandingkan dengan α -amilase bebas. Enzim α -amilase

bebas kehilangan aktivitasnya setelah temperatur 60°C dikarenakan mengalami denaturasi.



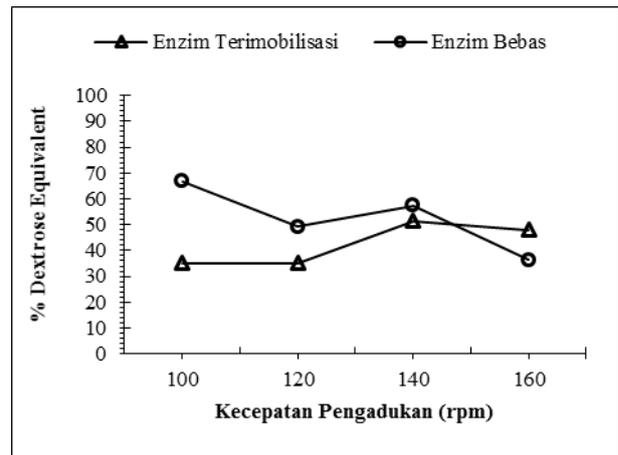
(a)



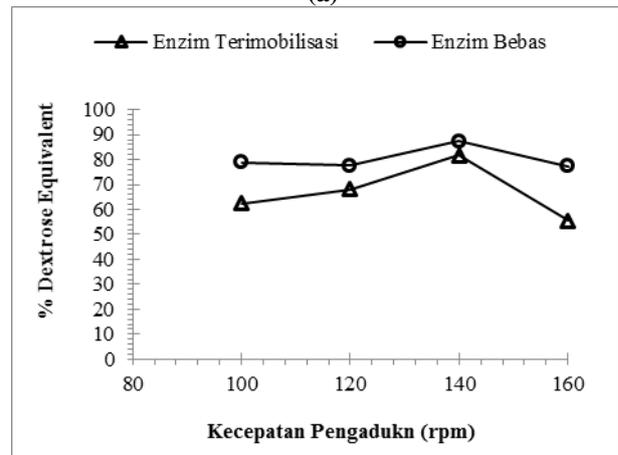
(b)

Gambar 4. Pengaruh temperatur terhadap % DE pada proses hidrolisis pati tapioka, (a) Enzim α -amilase terimobilisasi, (b) Enzim glucoamilase terimobilisasi

Dapat dilihat pada Gambar 4(b), pada enzim glucoamilase terimobilisasi, temperatur yang menghasilkan nilai DE maksimum berada pada 70°C dan minimum pada 35°C. Sedangkan pada enzim glucoamilase bebas, temperatur yang menghasilkan nilai DE maksimum berada pada 80°C dan minimum pada 35°C. Pada suhu optimum enzim, tumbukan antar molekul terjadi sangat efektif namun tanpa terjadinya denaturasi protein. Untuk enzim glucoamilase terimobilisasi, setelah didapat titik maksimum pada 70°C, aktivitas enzim langsung menurun drastis pada temperatur 80°C. Diduga hal ini terjadi karena enzim mengalami denaturasi sehingga kemampuan enzim dalam menghidrolisis pati turun secara signifikan.



(a)



(b)

Gambar 5. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap % DE pada proses hidrolisis pati tapioka, (a) Enzim α -amilase terimobilisasi, (b) Enzim glucoamilase terimobilisasi

Pengaruh Pengadukan

Dari Gambar 5(a) pengadukan optimum terjadi pada kecepatan pengadukan 140 rpm dengan nilai DE sebesar 51,55%. Hasil terendah diperoleh pada kecepatan pengadukan 100 dan 120 rpm dengan nilai DE sebesar 35,24% dan 35,09%. Untuk hasil hidrolisis menggunakan α -amilase bebas pada kecepatan pengadukan 140 rpm diperoleh nilai DE sebesar 57,51%. Namun pada α -amilase bebas, pengadukan sempurna telah terjadi pada kecepatan pengadukan 100 rpm dengan nilai DE sebesar 66,76%.

Berdasarkan Gambar 5(b) kecepatan pengadukan maksimum baik pada enzim terimobilisasi maupun pada enzim bebas diperoleh pada 140 rpm dengan persen DE sebesar 81,70%, sedangkan untuk nilai DE minimum juga sama-sama didapatkan pada kecepatan pengadukan 160 rpm.



PENUTUP

Simpulan

Enzim α -amilase terimobilisasi silika mesopori MCF 9.2T-3D dan enzim glukamilase terimobilisasi silika mesopori MCF 9.2T-3D telah digunakan sebagai biokatalis untuk proses hidrolisis pati tapioka menjadi gula reduksi. Optimum nilai DE sebesar 51,55% untuk enzim α -amilase terimobilisasi tercapai pada kondisi pH 6, konsentrasi enzim terimobilisasi 5 mg/ml, konsentrasi pati 8 mg/ml, temperatur 60°C, dan kecepatan pengadukan 140 rpm. Optimum nilai DE sebesar 81,70% tercapai pada kondisi pH 4,6, konsentrasi enzim terimobilisasi 5 mg/ml, konsentrasi pati 3 mg/ml, temperatur 70°C, dan kecepatan pengadukan 140 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- Baskar, G., Banu, N.A., Leuca, G.H., Gayathri, V., Jeyashree, N. 2015. Magnetic immobilization and characterization of α -amylase as nanobiocatalyst for hydrolysis of sweet potato starch. *Biochemical Engineering Journal*. xxx: xxx-xxx.
- George, R., Gopinath, S., Sugunan, S. 2013. Improved Stabilities of Immobilized Glucoamylase on Functionalized Mesoporous Silica Synthesized using Decane as Swelling Agent. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering and Catalysis*. 8(1): 70-76.
- Guo, C., Yunhui, M., Pengfei, S., Baishan, F. 2012. Direct binding glucoamylase onto carboxyl-functioned magnetic nanoparticles. *Biochemical Engineering Journal*. 67: 120-125.
- Hermida, L., Abdullah, A.Z., Mohamed, A.R. 2013b. Nickel functionalized mesostructured cellular foam (MCF) silica as a catalyst for solventless deoxygenation of palmitic acid to produce diesel-like hydrocarbons in Materials and processes for energy:communicating current research and technological development. Mendez-Vilas, A.(Ed).. Formatex Research Center C/ Zurbarán 1, 2º, Oficina 1 06002. BadajozSpain.
- Jacques, K. A., Lyons, T. P.,Kelsall, D. R., 2003. The Alcohol Textbook 4th Edition. Nottingham University Press. Nottingham. NG11. 0AX. United Kingdom.
- Mateo, C., Palomo, J.M., Fernandez Lorente, G., Guisan, J.M, Fernandez-Lafuente, R. 2007. Improvement of enzyme activity, stability and selectivity via immobilization techniques. *Enzyme and Microbial Technology*. 40: 1451-1463.
- Nisha, S., Arun-Karthick, S., Gobi, N. 2012. A Review on Methods, Application and Properties of Immobilized Enzyme. *Chemical Science Review and Letters*. 1(3): 148 - 155.
- Oyeleke, S.B. and Oduwale, A.A.2009. Production of Amylase by Bacteria Isolated from a Cassava Waste Dumpsite in Minna, Niger State, Nigeria. *African Journal of Microbiology Research* 3: 4, 143-146.
- Pandya, P.H., Jasra, R.V., Newalkar, B.L., Bhatt, P.N. 2005. Studies on the activity and stability of immobilized α -amylase in ordered mesoporous silicas. *Microporous and Mesoporous Materials*. 77: 67-77.
- Parshad, R., Bhushan, I., Qazi, G. N., & Gupta, V. L.2008. Immobilization of Lipase by Entrapment in Ca-alginate Beads. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*, 23, 552-562.
- PT Medco Etanol Lampung. 2010. Diagram Blok Proses Pembuatan Bioetanol. Lampung.
- Schmidt-Winkel, P., Lukens, W.W., Yang, P., Margolese, D.L., Lettow, J.S., Ying, J.Y., and Stucky, G.D. (2000). Microemulsion Templating of Siliceous Mesostructured Cellular Foams with Well-Defined Ultralarge Mesopores. *Chemical Materials*. 12: 686-696.
- Shariffa, Y.N., Karim, A.A., Fazilah, A.A., Zaidul, I.S.M. 2009. Enzymatic hydrolysis of granular native and mildly heat-treated tapioca and sweet potato starches at sub-gelatinization temperature. *Food Hydrocolloids*. 23: 434-440.
- Sohrabi, N., Rasouli, N., Torkzadeh, M. 2014. Enhanced stability and catalytic activity of immobilized α -amylase on modified Fe₃O₄ nanoparticles. *Chemical Engineering Journal*. 240: 426-433.
- Wang, F., Gu, Z., Cui, Z., Liu, L. 2011. Comparison of covalent immobilization of amylase on polystyrene pellets with pentaethylene hexamine and pentaethylene glycol spacers. *Bioresource Technology*. 102: 9374-9379.
- Zainab, A., Modu, S., Falmata, A.S., and Maisaratu. 2011. Laboratory Scale Production of Glucose Syrup by the Enzymatic Hydrolysis of Starch Made from Maize, Millet, and Sorghum. *Biokemistri* 23: 1, 1-8.
- Zhao, G., Wang, J., Li, Y., Huang, H., Chen, X. 2012. Reversible immobilization of glucoamylase onto metal-ligand functionalized magnetic FeSBA-15. *Biochemical Engineering Journal*, 68: 159-166.





ISSN : 2477-1694