

BIOKONVERSI SELULOSA DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG MENJADI GLUKOSA MENGUNAKAN JAMUR *ASPERGILLUS NIGER*

BIOCONVERSION OF CELLULOSE FROM CORN COB TO GLUCOSE USING *ASPERGILLUS NIGER*

**Soeprijanto, Tianika Ratnaningsih, dan Ira Prasetyaningrum
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
Telepon: 08165422334
email: soeprijanto@chem-eng.its.ac.id**

Abstract

The purpose of this experiment was to obtain glucose from corn-cob through enzymatic hydrolysis using cellulase from *Aspergillus niger*, and to study the effects of enzyme dose and particle size on the hydrolysis processes. The experiment was started with enzyme preparation from *A. niger* and cellulase examination. The experiment was then continued with corn-cob composition analysis. Hydrolysis with acid was conducted by immersing the corn-cob in FeTNa solutions. Cellulose hydrolyses using enzyme from *A. niger* at various particle sizes and enzyme doses were performed and compared. The best activities of cellulase was observed at a concentration 2.257 IU/mL with incubation time of 4 days. Conversion of cellulose to glucose was best (51.01%) at corn-cob particle size of 100 mesh and enzyme volume of 50 mL.

Keywords: *Aspergillus niger*, acidic hydrolysis, enzymatic hydrolysis, cellulase enzyme, glucose, corn-cob

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan glukosa dalam industri semakin meningkat seiring dengan pemenuhan kebutuhan makanan, minuman, dan bahan baku pembuatan bahan kimia maupun obat-obatan. Produksi glukosa merupakan langkah awal dan penting dari konversi selulosa menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan berat molekul yang lebih rendah. Selain itu dapat terbuka kesempatan yang luas untuk memproduksi berbagai bahan kimia, termasuk potensi untuk mensintesa polimer-polimer. Di mana produksi polimer-polimer saat ini masih bertumpu pada minyak bumi dan gas alam dengan proses petrokimia.

Jenis limbah yang belum banyak dimanfaatkan adalah limbah pertanian. Limbah pada dasarnya adalah suatu bahan yang tidak dipergunakan kembali dari hasil aktivitas manusia ataupun proses-proses alam. Pada

umumnya limbah belum mempunyai nilai ekonomi, atau mempunyai nilai ekonomi yang sangat kecil. Rendahnya nilai ekonomi yang limbah adalah karena sifatnya yang dapat mencemari lingkungan dan penanganannya memerlukan biaya yang cukup besar. Pemanfaatan limbah merupakan salah satu alternatif untuk menaikkan nilai ekonomi limbah. Limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan di antaranya adalah tongkol jagung, yang selama ini hanya dijadikan sebagai pakan ternak atau hasil industri minyak jagung. Sebenarnya tongkol jagung dapat diolah kembali menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Untuk itulah dalam penelitian ini akan diteliti pemanfaatan tongkol jagung sebagai penghasil glukosa agar dapat memberikan nilai tambah bagi limbah pertanian.

Dalam penelitian ini dilakukan konversi selulosa menjadi glukosa menggunakan proses

hidrolisis secara enzimatik. Proses enzimatik dilakukan dengan perlakuan awal hidrolisis asam dan perendaman dalam larutan FeTNa (Hamilton, 1984; Purnomo dan Rochma, 2004). Enzim yang digunakan diperoleh dari jamur *Aspergillus niger*.

Tanaman jagung merupakan salah satu tanaman serelia yang tumbuh hampir di seluruh dunia dan tergolong spesies dengan variabilitas genetik terbesar. Di Indonesia jagung merupakan bahan makanan pokok kedua setelah padi. Banyak daerah di Indonesia yang membudidayakan dan mengkonsumsi jagung, antara lain Madura, Yogyakarta, Sulawesi Selatan, Maluku Utara, Nusa Tenggara Timur, dan lain-lain.

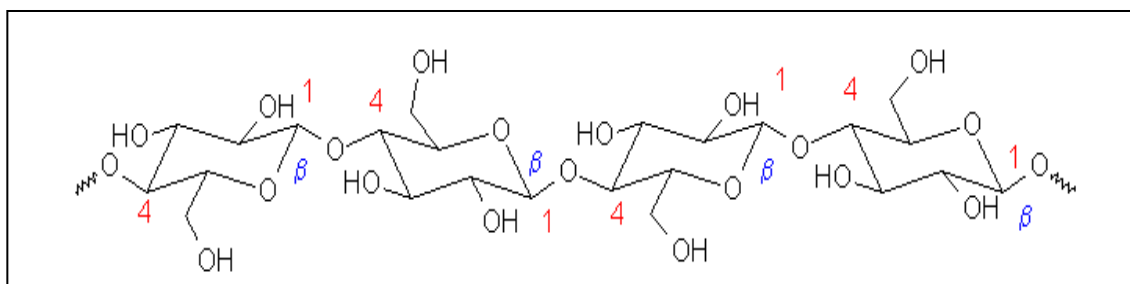
Keunggulan jagung dibandingkan dengan komoditas pangan yang lain adalah kandungan gizinya lebih tinggi dari beras. Sumber daya alam ini juga sangat mendukung untuk dibudidayakan karena tersedia teknologi budidaya hingga pengolahan. Selain sebagai bahan makanan pokok, jagung juga dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak dan bahan industri serta komoditas ekspor (Suprpto dan Rasyid, 2002).

Seiring dengan kebutuhan jagung yang cukup tinggi maka akan bertambah pula limbah yang dihasilkan dari industri pangan dan pakan berbahan baku jagung. Limbah yang dihasilkan di antaranya adalah tongkol jagung yang biasanya tidak dipergunakan lagi. Umumnya tongkol jagung digunakan sebagai pakan ternak sapi. Di daerah pedesaan tongkol jagung ini dapat dimanfaatkan sebagai obat diare (Suprpto dan Rasyid, 2002).

Tanaman jagung termasuk jenis tanaman pangan yang diketahui banyak mengandung serat kasar. Serat kasar tersebut tersusun atas senyawa kompleks lignin, hemiselulosa, dan selulosa, dan lignoselulosa. Masing-masing merupakan senyawa yang potensial untuk dikonversi menjadi senyawa lain secara biologik. Selulosa merupakan sumber karbon yang dapat digunakan mikroorganisme sebagai substrat dalam proses fermentasi. Proses fermentasi menghasilkan produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi (Aguirar, 2001; Suprpto dan Rasyid, 2002).

Selulosa hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam (Gambar 1), melainkan selalu berikatan dengan bahan lain, yaitu lignin dan hemiselulosa. Serat selulosa alami terdapat di dalam dinding sel tanaman dan material vegetatif lainnya. Selulosa murni mengandung 44,4% C; 6,2% H dan 49,3% O. Rumus empiris selulosa adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$, dengan banyaknya satuan glukosa yang disebut dengan derajat polimerisasi (DP). Jumlah DP mencapai 1.200-10.000 dan panjang molekul sekurang-sekurangnya 5.000 nm. Berat molekul selulosa rata-rata sekitar 400.000. Mikrofibril selulosa terdiri atas bagian amorf (15%) dan bagian berkrystal (85%).

Struktur berkrystal dan adanya lignin serta hemiselulosa di sekeliling selulosa merupakan hambatan utama dalam proses hidrolisis selulosa (Sjostrom, 1995). Pada proses hidrolisis yang sempurna akan dihasilkan glukosa. Sedangkan proses hidrolisis parsial akan menghasilkan disakarida sellobiosa.

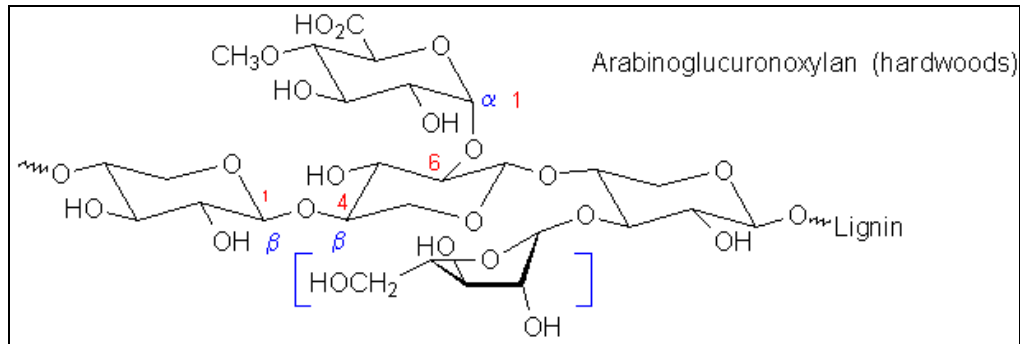


Gambar 1. Struktur selulosa (Cole dan Fort, 2007)

Hemiselulosa

Hemiselulosa terdiri atas 2-7 residu gula yang berbeda (Gambar 2). Hemiselulosa berbeda dengan selulosa karena komposisinya terdiri atas berbagai unit gula, disebabkan rantai molekul yang pendek dan percabangan rantai molekul. Unit gula (gula anhidro) yang membentuk hemiselulosa dapat dibagi menjadi kompleks seperti pentosa, heksosa,

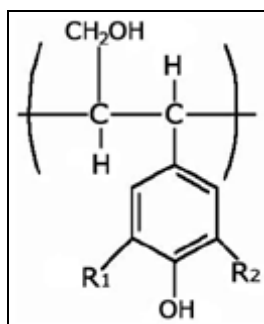
asam heksuronat dan deoksi-heksosa (Fengel dan Wegener, 1995; Nishizawa, 1989). Hemi-selulosa ditemukan dalam tiga kelompok, yaitu xylan, mannan, dan galaktan. Xylan dijumpai dalam bentuk arabinoxylan atau arabino glukuronoxylan. Mannan dijumpai dalam bentuk glukomannan dan galaktomannan. Sedangkan galaktan yang relatif jarang, dijumpai dalam bentuk arabino galaktan.



Gambar 2. Struktur Hemiselulosa (Cole dan Fort, 2007)

Lignin

Lignin adalah polimer aromatik kompleks yang terbentuk melalui polimerisasi tiga dimensi dari sinamil alkohol (turunan fenil propana) dengan bobot molekul mencapai 11.000 (Gambar 3). Dengan kata lain, lignin adalah makromolekul dari polifenil. Polimer lignin dapat dikonversi ke monomernya tanpa mengalami perubahan pada bentuk dasarnya. Lignin yang melindungi selulosa bersifat tahan terhadap hidrolisis karena adanya ikatan arilalkil dan ikatan eter.

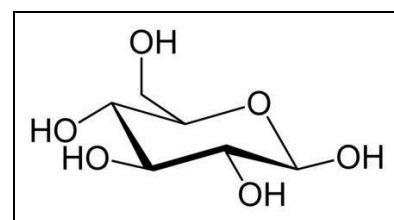


Gambar 3. Struktur Monomer Lignin

Glukosa

Glukosa adalah monosakarida terpenting, yang kadang-kadang disebut gula darah

(karena dijumpai dalam darah), gula anggur (karena dijumpai dalam buah anggur), atau dekstrosa (karena memutar bidang polarisasi ke arah kanan). Struktur glukosa dapat dilihat pada Gambar 4). Glukosa adalah suatu aldohexosa yang terdapat dalam jumlah banyak, diikuti dengan galaktosa dan manosa.



Gambar 4. Struktur Glukosa

Hidrolisis

Hidrolisis adalah proses penguraian suatu senyawa oleh air. Proses tersebut dapat terjadi dalam suasana asam, basa, atau netral, tergantung pada senyawa yang bereaksi, serta enzim. Hidrolisis selulosa merupakan suatu proses yang dilakukan untuk menghasilkan glukosa. Ada dua cara yang digunakan untuk hidrolisis selulosa yaitu dalam suasana asam dan secara enzimatik. Dibandingkan dengan hidrolisis asam, hidrolisis dengan meng-

gunakan enzim mempunyai keuntungan. Keuntungan tersebut berupa derajat konversi yang tinggi, pembentukan hasil samping yang minimal, kebutuhan energi yang rendah, dan kondisi operasi yang mudah dicapai.

Enzim selulosa merupakan enzim yang kompleks, terdiri atas tiga jenis enzim, yaitu *endoselulase*, *selobiohidrolase*, dan *selobiase*. Ketiga enzim ini bekerja secara sinergis dalam menghidrolisis selulosa menjadi glukosa. *Selobiohidrolase* menyerang struktur kristal selulosa dan menghasilkan selobiosa (disakarida). *Endoselulase* menghidrolisis bagian amorf selulosa menjadi senyawa-senyawa dengan bobot molekul yang lebih kecil (β -oligomer), sedangkan *selobiase* menghidrolisis β -oligomer menjadi glukosa. Pengaruh hidrolisis pada masing-masing enzim adalah rendah, sedangkan kombinasi eksoenzim (*selobiohidrolase*) dan endoenzim menaikkan produksi glukosa. Jadi keseluruhan enzim bekerja sama dalam mendegradasi selulosa.

Adsorpsi enzim selulosa pada permukaan selulosa pada umumnya diasumsikan lebih cepat dibandingkan dengan laju hidrolisis secara keseluruhan. Jumlah enzim selulosa yang diadsorpsi terutama tergantung pada tersedianya luas permukaan selulosa dan konsentrasi enzim selulosa. Oleh karena itu, tipe selulosa dan konsentrasi enzim selulosa merupakan dua faktor penting adsorpsi dalam sistem selulase-selulosa.

Sumber enzim

Sumber enzim, berasal dari jaringan tumbuhan, hewan dan mikroorganisme yang terseleksi. Enzim yang secara tradisional diperoleh dari tumbuh-tumbuhan dan hewan yang mempunyai kelemahan yaitu variasi musim, konsentrasi rendah, biaya tinggi, persediaan enzim terbatas, dan adanya persaingan dengan pemanfaatan yang lain. Oleh karena itu peningkatan sumber enzim sedang dilakukan dengan cara memaksimalkan dari mikroba penghasil

enzim yang sudah dikenal atau penghasil enzim baru lainnya.

Sebagian besar enzim mikroba untuk keperluan industri hanya berasal dari 11 jamur, 8 bakteri, dan 4 ragi. Dalam prakteknya para produsen biasanya mencari enzim baru dari kelompok tersebut. Kebanyakan mikroba yang digunakan dari jamur adalah *A. niger*, *Mucor sp.*, *Rhizopus arrhizus*, *Trichoderma viridae*, *Penicillium sp.*, *Aerobacter aerogenes*, dan lain-lain. Sedangkan dari bakteri adalah *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans*, *Escherichia coli*, dan lain-lain. Sumber enzim yang didapat dari beberapa jenis ragi, seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Streptomyces phaeochromogenes*, dan lain-lain.

A. niger

Pada penelitian ini produksi enzim selulosa didapatkan dari jamur *A. niger* karena jamur ini sangat mudah didapatkan di alam bebas. *A. niger* adalah kapang dari jenis *fungi imperfecti* yang tersebar di mana-mana pada berbagai macam substrat antara lain pada buah-buahan, sayur-sayuran, dan makanan lain yang telah membusuk.

Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan enzim selulosa kasar dari jamur *A. niger* dengan variabel waktu inkubasi yang berbeda-beda. Hal ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas enzim selulosa yang optimum. Tujuan lainnya adalah untuk memperoleh glukosa dari tongkol jagung melalui proses hidrolisis secara enzimatik dengan menggunakan enzim selulosa dari jamur *A. niger*. Selain itu akan diteliti pula mengenai kondisi yang baik dalam pembuatan glukosa dari tongkol jagung.

2. METODOLOGI

Tahap Persiapan

Medium agar miring yang digunakan dalam pemeliharaan *A. niger* adalah *Potato Dextrose Agar (PDA)*. Bahan ini dilarutkan dalam akuades pada kadar 1,9 g/100 mL, lalu

dipanaskan sampai larutan menjadi homogen. Media kemudian dituangkan ke dalam tabung reaksi (± 5 ml) dan disterilisasi dengan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama ± 15 menit. Setelah disterilkan tabung-tabung reaksi tersebut diletakkan dalam posisi miring dan agar dibiarkan memadat. Selanjutnya dilakukan inokulasi *A. niger* pada media agar miring tersebut.

Substrat yang digunakan untuk pertumbuhan *A. niger* adalah dedak gandum. Substrat yang sudah dikeringkan kemudian digiling sampai ukuran partikel sebesar 40 mesh. Untuk media diambil 10 g tepung substrat dari dedak gandum, kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 300 mL dan ditambahkan larutan nutrisi. Nutrisi yang diberikan ke dalam substrat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Nutrisi Untuk Pertumbuhan Jamur *A. niger*

Komponen	Komposisi % (w/v)
KH_2PO_4	8,0
Yeast extract	1,0
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5
CaCl_2	0,5

Volume nutrisi (mL) yang ditambahkan dengan dedak gandum (g) adalah dengan perbandingan 2 dan 10, lalu ditambahkan akuades hingga mencapai kadar air 70% berat basah. Substrat yang sudah diberi larutan nutrisi dan mineral kemudian disterilisasi dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 15-20 menit.

Tahap produksi enzim kasar

Biakan *A. niger* pada agar-agar miring diberi akuades sebanyak 10 mL. Jamur dilepaskan dengan menggunakan jarum ose, lalu dikocok dan dipindahkan ke tabung lain yang sudah disterilkan. Suspensi jamur yang digunakan ditentukan konsentrasinya menggunakan TPC (*Total Plate Counting*) dengan jumlah 10^7 - 10^8 spora/mL.

Suspensi jamur sebanyak 2 mL yang diperoleh, diinokulasikan kedalam substrat

steril yang sudah tersedia. Kemudian inokulan tersebut diinkubasikan ke dalam inkubator pada suhu 35°C selama 2, 4, dan 6 hari. Media fermentasi yang sudah ditumbuhi *A. niger*, kemudian ditambahkan 100 mL buffer asetat pH 4,8 yang mengandung 0,1% *Tween* 80. Cairan enzim diaduk dan dikocok dengan pengocok shaker pada 200 rpm selama 2 jam kemudian disentrifuga pada 900 rpm selama 180 menit.

Tahap pengujian aktivitas enzim

Kadar protein diukur dengan metoda biuret, yaitu dengan memasukkan 3 mL sampel protein (enzim kasar) ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambah 6 mL reagen biuret ke dalam setiap tabung. Selanjutnya larutan diinkubasi pada suhu 35°C selama 15 menit. Absorbansi diukur pada 550 nm.

Aktivitas enzim selulosa diuji dengan mencampurkan 0,5 mL enzim kasar dan 25 mg kertas saring, diinkubasikan pada suhu 50°C selama 60 menit. Tambahkan 1 mL reagen *Dinitro Salicylic Acid* (DNS) untuk menghentikan reaksi. Pengenceran dilakukan dengan mengambil 1 mL larutan sampel, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL akuades. Cara yang sama digunakan untuk mendapatkan pengenceran 100 kali. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 550 nm. Aktivitas enzim diukur dengan menggunakan kurva standar glukosa, untuk mendapatkan konsentrasi glukosa.

Tahap hidrolisis

Perlakuan fisika terhadap tongkol jagung meliputi pencucian, pengeringan, dan pengayakan. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan yang terikut dalam tongkol seperti tanah, cangkang dan kotoran lain. Pengeringan dilakukan pada suhu 100°C di dalam oven selama 1 hari, hingga dicapai kadar air 14,79%. Pengeringan ini dilakukan untuk memudahkan proses penggilingan serat tongkol jagung. Hal itu dikarenakan pada keadaan lembab, tongkol

jagung sukar untuk dihancurkan. Tahap penghancuran bertujuan untuk memperkecil ukuran tongkol jagung. Alat yang digunakan adalah *blender*. Tongkol yang sudah dihancurkan kemudian diayak dengan ukuran berturut-turut adalah 25, 50, dan 100 mesh.

Hidrolisis asam dilakukan dengan menimbang tongkol jagung 10 g pada ukuran partikel 25, 50, dan 100 mesh. Selanjutnya tongkol jagung dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan alat kondensor refluks dan ditambahkan asam sulfat 10% sebanyak 250 mL. Proses dilakukan pada suhu 100°C selama 3 jam. Setelah proses selesai, filtrat dianalisis sebagai glukosa (gula reduksi), dan residu dianalisis sebagai hemiselulosa dan α -selulosa.

Hidrolisis enzim dilakukan dengan menimbang tongkol jagung hasil hidrolisis asam. Kemudian tongkol jagung hasil hidrolisis asam dibasahi dengan larutan pengembang FeTNa (Larutan Fe(III) Tartrat dalam NaOH) sebanyak 4 mL/g substrat sehingga cukup membasahi tongkol jagung secara merata (Gunawan dan Aisyah, 2005; Hamilton, 1984). Proses pembasahan dilakukan selama 9 jam, kemudian dicuci

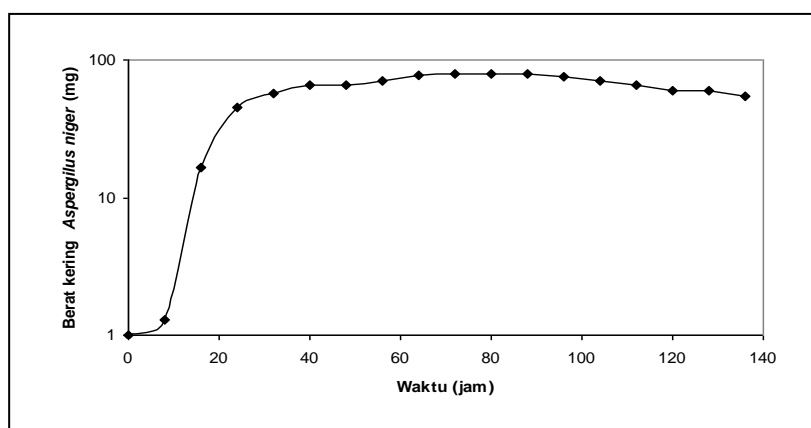
dengan akuades sebanyak 3 kali dan terakhir dibilas dengan natrium sitrat.

Tongkol jagung hasil proses pembasahan ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer. Selanjutnya ditambahkan larutan penyangga natrium asetat sehingga mencapai pH 4,8. Kemudian labu erlenmeyer ditutup dan diinkubasikan pada suhu 50°C selama 24 jam. Hasil hidrolisis enzim disaring dengan *sintered crucible*. Glukosa dianalisis pada filtrat dan analisis hemiselulosa serta α -selulosa pada residu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kurva Pertumbuhan Jamur *A. niger*

Kurva pertumbuhan jamur *A. niger* ditunjukkan pada Gambar 5. Pertumbuhan *A. niger* dimulai pada fase adaptasi pada jam ke 8, dilanjutkan dengan fase pertumbuhan cepat (eksponensial) pada jam ke 16-24. Fase pertumbuhan diperlambat setelah melewati jam ke 24. Kemudian diteruskan dengan fase stasioner, di mana jumlah jamur yang tumbuh sama dengan jamur yang mati pada jam ke 40-100. Pada jam di atas 100 terjadi penurunan jumlah jamur yang dinamakan fase kematian, di mana jumlah jamur yang mati lebih banyak daripada yang tumbuh.



Gambar 5. Kurva Pertumbuhan Jamur *A. Niger*

Analisis Aktivitas Enzim Selulosa

Analisis aktivitas enzim ditunjukkan dalam Tabel 2. Enzim yang diperoleh dari jamur *A. niger* dengan konsentrasi protein tertinggi pada waktu inkubasi 4 hari sebesar 50 g/100

mL. Uji protein ini digunakan untuk mengetahui jumlah protein enzim yang disintesa oleh mikroba. Selain itu, uji protein tersebut juga digunakan untuk menghitung aktivitas enzim secara spesifik.

Tabel 2. Aktivitas Enzim Selulosa *A. niger*

Waktu inkubasi (hari)	Aktivitas Enzim (IU/mL enzim)
2	2,182
4	2,257
6	1,505

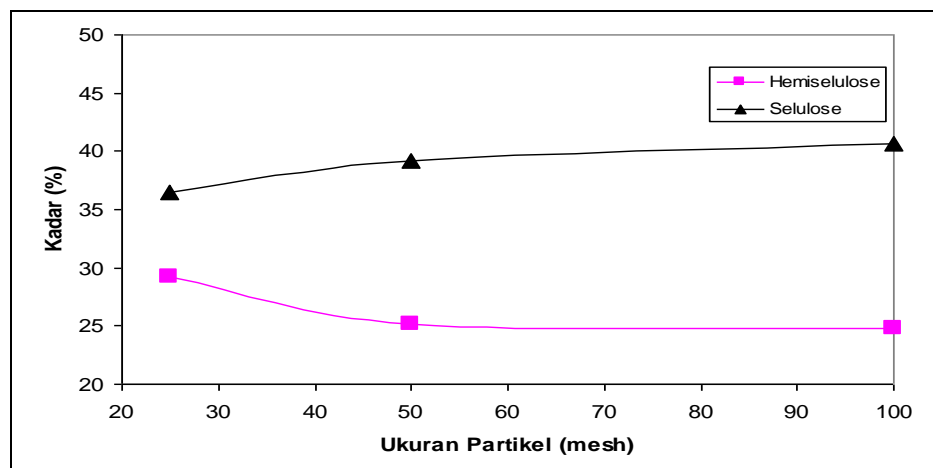
Analisis aktivitas enzim selulosa dilakukan dengan waktu reaksi selama 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas enzim tertinggi dapat diperoleh pada waktu inkubasi 4 hari sebesar 2,257 IU/mL enzim. Aktivitas enzim selulosa dihitung dalam International Unit (IU), yaitu berdasarkan jumlah mikromol glukosa yang dibebaskan setiap menit pada kondisi pengujian.

Hidrolisis asam

Hidrolisis asam bertujuan untuk menghidrolisis hemiselulosa sehingga dapat menurunkan kandungan hemiselulosa dalam tongkol jagung. Hal ini dikarenakan dengan adanya hemiselulosa dan lignin dapat menghambat proses hidrolisis selulosa. Hasil percobaan menunjukkan bahwa ada penurunan kadar hemiselulosa selama proses hidrolisis asam dari kadar 33,47% menjadi 29,17%,

25,15% dan 24,78% dengan melakukan beberapa perlakuan menggunakan ukuran partikel tongkol jagung berturut-turut 25, 50 dan 100 mesh dan massa 10 g. Menurunnya kadar hemiselulosa berkaitan dengan meningkatnya kadar selulosa dari 35,85% menjadi 36,51%, 39,22% dan 40,61% dengan perlakuan menggunakan ukuran partikel seperti pada hemiselulosa. Pada proses hidrolisis asam hemiselulosa dikonversi menjadi selulosa.

Hasil hidrolisis asam menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel tongkol jagung, reaksi hidrolisis asam semakin baik. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 6, di mana kadar hemiselulosa mengalami penurunan dengan semakin kecil ukuran partikel tongkol jagung. Pada Gambar 6 juga dapat diketahui bahwa kadar selulosa mengalami kenaikan dengan semakin kecilnya ukuran partikel. Penurunan kadar hemiselulosa yang terbaik dapat diperoleh sebesar 25,96% (33,47% menjadi 24,78%), sedangkan kenaikan kadar selulosa sebesar 11,72% (35,85% menjadi 40,61%) pada tongkol jagung dengan ukuran 100 mesh dan massa 10 g.



Gambar 6. Hubungan Antara Kadar Bahan dan Ukuran Partikel Pada Proses Hidrolisis Asam Selama 24 Jam

Hidrolisis Enzim

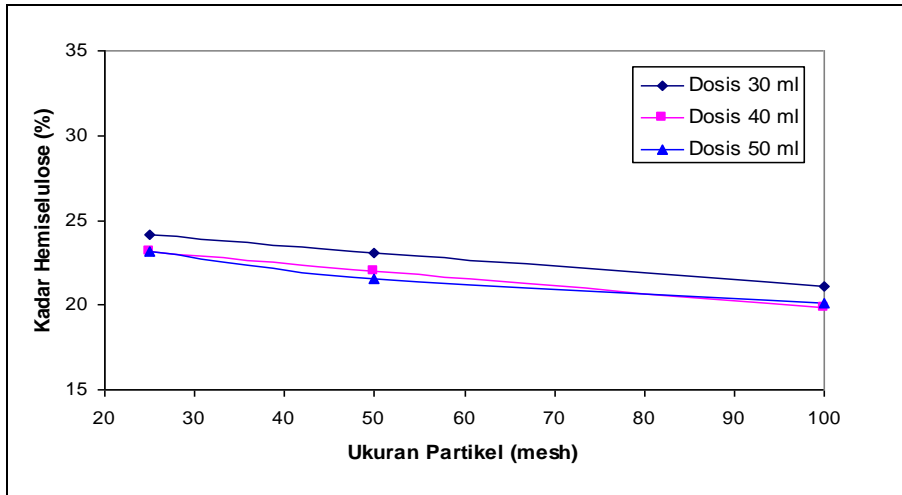
Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kadar Hemiselulosa

Gambar 7 menunjukkan hubungan antara ukuran partikel jagung dengan kadar

hemiselulosa yang diperoleh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan dosis enzim sebanyak 30, 40, dan 50 mL maka kadar hemiselulosa menurun dengan menurunnya ukuran partikel tongkol jagung

(25, 50 dan 100 mesh). Hal ini disebabkan ukuran partikel yang lebih kecil mempunyai luas permukaan lebih besar yang memungkinkan kontak antara tongkol jagung dengan enzim menjadi lebih besar. Hal tersebut menyebabkan semakin banyak

hemiselulosa yang dapat diuraikan oleh aktivitas enzim. Pengurangan kadar hemiselulosa yang terbaik dapat dicapai dengan ukuran partikel 100 mesh dan dosis enzim 50 mL sebesar 19,73% (24,78% menjadi 19,89%).

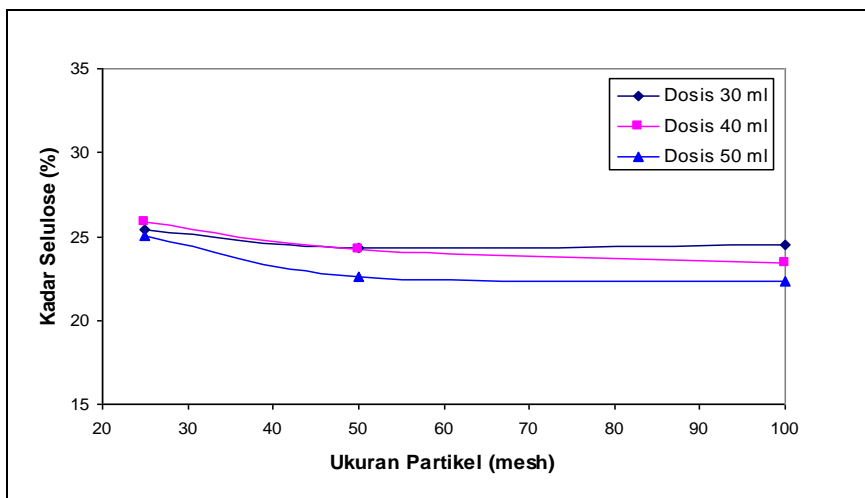


Gambar 7. Hubungan Antara Kadar Hemiselulosa dan Ukuran Partikel Pada Proses Hidrolisis Enzim Selama 24 jam

Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kadar Selulosa

Hidrolisis enzim dengan jamur *A. niger* adalah menguraikan senyawa selulosa di dalam tongkol jagung menjadi monomer glukosa sebagai penyusunnya dan menguraikan hemiselulosa menjadi selulosa. Dengan demikian selulosa yang dikonversi menjadi

glukosa berasal dari hidrolisis asam dan hidrolisis enzim dari hemiselulosa. Hasil analisis selulosa menunjukkan kadar selulosa tidak mengalami peningkatan melainkan penurunan. Hal ini menunjukkan banyak senyawa selulosa yang diuraikan menjadi glukosa daripada selulosa yang terjadi dari penguraian senyawa hemiselulosa (Gambar 8).



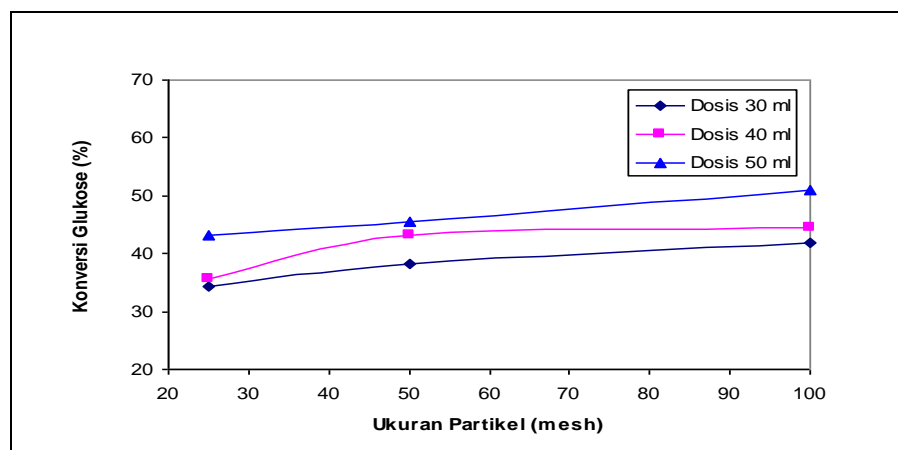
Gambar 8. Hubungan Antara Kadar Selulosa dan Ukuran Partikel Pada Proses Hidrolisis Enzim Selama 24 Jam

Gambar 8 menunjukkan bahwa penguraian kadar selulosa sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel jagung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel tongkol jagung maka akan menurunkan kadar selulosa. Hal ini dikarenakan partikel yang berukuran lebih kecil mempunyai luas permukaan yang lebih besar sehingga kontak dengan enzim menjadi jauh lebih besar. Sebagai hasilnya, semakin banyak selulosa yang terhidrolisis menjadi glukosa. Semakin besar kontak dengan enzim maka makin banyak enzim yang menembus struktur berkrystal dan *amorf* pada partikel tongkol jagung. Enzim tersebut kemudian memecahkan ikatan-ikatan glikosida pada selulosa. Dosis enzim sebanyak

50 mL digunakan dalam perlakuan terhadap berbagai ukuran partikel tongkol jagung (25, 50 dan 100 mesh). Perlakuan tersebut menurunkan kadar selulosa dari 45,5% (hidrolisis asam dan enzim) menjadi 25,01%, 22,64% dan 22,29%. Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan kadar selulosa yang terbaik dapat dicapai dengan menggunakan ukuran tongkol jagung 100 mesh dan dosis enzim 50 mL sebesar 51,01%.

Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Konversi Glukosa

Pengaruh ukuran partikel pada hidrolisis enzim terhadap konversi glukosa ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hubungan antara Konversi Glukosa dan Ukuran Partikel

Dari Gambar 9 diketahui bahwa semakin kecil ukuran partikel tongkol jagung maka konversi glukosa yang diperoleh semakin besar. Hal itu dikarenakan partikel-partikel yang berukuran kecil mengakibatkan luas kontak yang besar antara partikel tongkol jagung dengan enzim. Sehingga proses hidrolisis enzim terhadap selulosa menjadi glukosa menjadi lebih besar dan menyebabkan konversi selulosa menjadi glukosa menaik.

Kenaikan konversi menjadi glukosa juga diikuti dengan kenaikan penambahan dosis enzim yang ditambahkan. Dengan penambahan dosis enzim tertinggi (50 mL) dan berbagai ukuran partikel (25, 50, 100 mesh) maka konversi selulosa menjadi

glukosa mengalami kenaikan sebesar 43,19%, 45,69% dan 51,01%. Sehingga konversi tertinggi yang dapat dicapai adalah 51,01% dengan menggunakan ukuran tongkol jagung 100 mesh dan dosis enzim 50 mL .

4. KESIMPULAN

Enzim kasar yang dihasilkan oleh jamur *A. niger* mempunyai aktifitas enzim selulase sebesar 2,257 IU/mL pada hari ke 4 inkubasi. Pada proses hidrolisis asam dengan menggunakan ukuran partikel tongkol jagung 100 mesh terjadi penurunan kadar hemiselulosa dari 33,47% sampai 24,78%. Pada proses hidrolisis asam dengan menggunakan ukuran partikel tongkol jagung 100

mesh, kadar selulosa mengalami kenaikan dari 35,85% sampai 40,61%. Pada proses hidrolisis enzim, semakin tinggi dosis enzim dan semakin kecil ukuran partikel yang digunakan, maka konversi selulosa menjadi glukosa semakin besar. Didasarkan pada hidrolisis enzim, konversi selulosa menjadi glukosa yang tertinggi dapat diperoleh sebesar 51,01%. Di mana hidrolisis enzim tersebut menggunakan ukuran partikel tongkol jagung 100 mesh dan dosis enzim 50 mL.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguirar, C.L. (2001). Biodegradation of cellulose from sugar cane bagasse by fungal cellulose. *Science Technology Alignment*. 3(2). 117-121.
- Cole, BJW dan Fort, RCC (2007). [Http: Chemistry_umeche_maine.edu/Fort/cole-Fort.html](http://Chemistry_umeche_maine.edu/Fort/cole-Fort.html).
- Fengel, D. dan Wegener, G. (1995). Kayu: Kimia, Ultra Struktur, Reaksi. Penerjemah Hardjono Sastrohamidjojo, Gadjah Mada University Press.
- Gunawan, I. dan Aisyah (2005). Studi Kinetika Pembuatan Glukosa dari Bagas Secara Enzimatik dengan Perlakuan Pendahuluan. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Hamilton (1984). Effect of Ferric Tartrate Sodium Hydroxide Solvent Pretreatment on Enzyme Hydrolysis of Cellulose in Corn Residue. *Biotechnology and Bioengineering*. 16.
- Nishizawa, K. (1989). Degradation of cellulose and Hemicelluloses. *Biomass Handbook*. Gordon & Breach Science Publisher, New York.
- Purnomo, H. dan Rochma, F.A. (2004). Pembuatan Glukosa dari Bagas Secara Enzimatik dengan Perlakuan Pendahuluan. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Sjostrom, E. (1995). Kimia Kayu: Dasar-dasar dan Penggunaan. Penerjemah Hardjono Sastrohamidjojo. Gadjah Mada University Press.
- Suprpto, H.S. dan Rasyid, M.S. (2002). Bertanam Jagung. Penebar Swadaya, Jakarta.