



**PENGARUH AERASI DAN AGITASI PADA PROSES PRODUKSI ENZIM
INULINASE KASAR DARI *ASPERGILLUS NIGER***

@Huk cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



2005

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**



**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**PENGARUH AERASI DAN AGITASI PADA PROSES PRODUKSI ENZIM
INULINASE KASAR DARI *ASPERGILLUS NIGER***

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Departemen Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh

ALIM SETIAWAN S
F03400009

Dilahirkan pada tanggal 27 Februari 1982
Di Demak, Jawa Tengah

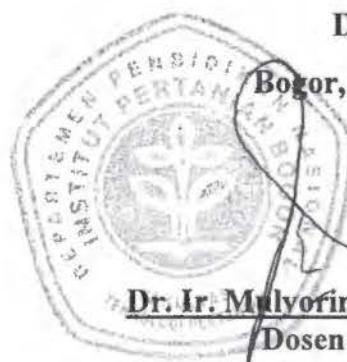
Tanggal Lulus :

Bogor, 16 Maret 2005

Disetujui

Bogor, 21 Maret 2005

Dr. Ir. Mulyorini Rahayuningsih, M.Si
Dosen Pembimbing





Alim Setiawan S. F03400009. Pengaruh Aerasi dan Agitasi pada Proses Produksi Enzim Inulinase Kasar dari *Aspergillus niger*. Dibawah bimbingan Mulyorini Rahayuningsih. 2003.

RINGKASAN

Enzim inulinase merupakan salah satu enzim yang dapat digunakan untuk hidrolisis dalam proses produksi sirup fruktosa. Enzim ini memotong satuan fruktosa dari inulin pada posisi terminal β -2,1 polifruktosa. Hidrolisis enzimatis pada inulin ini dapat terjadi oleh aksi tunggal exoinulinase (EC 3.2.2.80; β -D-fructan-fructohydrolase) atau aksi bersama antara exoinulinase dengan endoinulinase (EC 3.2.1.7; 2,1 β -D-fructo-fructohydrolase) (Byun dan Nahm, 1978; Vandamme dan Derycke, 1983; Kim *et al.*, 1997; Park *et al.*, 1999). Hidrolisis enzimatis tersebut memberikan banyak keuntungan seperti pemotongan ikatan inulin yang spesifik, warna produk yang lebih baik, dan kecilnya kemungkinan terbentuknya disfruktosa anhidrid (Sulistyo, 1992). Meskipun demikian, hidrolisis enzimatis masih sedikit digunakan dalam industri sirup fruktosa, mengingat enzim inulinase masih harus diimpor.

Aspergillus niger merupakan salah satu mikroorganisme penghasil enzim inulinase. Untuk produksi enzim inulinase ini, *Aspergillus niger* dikultivasi pada suhu 37°C selama 84 jam dalam fermentor Biostat-M 2 liter dengan volume kerja 1200 ml medium. Komposisi medium ini adalah substrat inulin 5% (w/v), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 1.0% (w/v), larutan garam 5% (v/v), MgSO_4 2.25 M 0.5% (v/v), *trace element* 0.1% (v/v), dan suspensi kapang *Aspergillus niger* dalam 100 ml media propagasi. Kandungan pada larutan garam adalah NaNO_3 , KCl , K_2SO_4 , sedangkan *trace element* mengandung ZnSO_4 , asam borat, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2$, CoCl_2 , CuSO_4 , ammonium molibdate, dan EDTA (*disodium salt*) dengan konsentrasi terlarutnya masing-masing.

Dalam setiap proses kultivasi aerobik, aerasi dan agitasi merupakan faktor yang sangat penting. Fungsi utamanya adalah untuk mensuplai kebutuhan oksigen bagi aktifitas metabolismik mikroorganisme, selain juga untuk mengaduk mikroorganisme agar dapat tersuspensi secara homogen dan merata (Gumbira Sa'id, 1987). Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah dengan memvariasikan aerasi dan agitasi pada proses kultivasi. Faktor perlakuan untuk agitasi adalah 400 rpm dan 600 rpm, sedangkan faktor perlakuan aerasi adalah 0.5 vvm, 1.0 vvm dan 1.5 vvm. Kedua faktor perlakuan tersebut kemudian dikombinasikan, sehingga didapat 6 jenis perlakuan. Pada tiap perlakuan, pengambilan sampel dilakukan tiap 12 jam sekali untuk mengukur nilai pH, kadar biomassa, serta nilai aktifitas enzimnya.

Pada analisis nilai aktifitas enzim, dapat diketahui bahwa kombinasi perlakuan agitasi 600 rpm dan aerasi 1.0 vvm merupakan perlakuan yang relatif lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai aktifitas enzimnya pada jam ke-84 adalah 6,85 U-enzim/ml. Hasil perhitungan rendemen produk terhadap kadar biomassa ($Y_{p/x}$) dan laju pertumbuhan spesifik (μ), sebagai parameter utama penelitian, juga membuktikan hal yang sama. Nilai $Y_{p/x}$ dan μ untuk perlakuan tersebut masing-masing adalah sebesar 1.0156 U-enzim ml^{-1}/g biomassa dan 0,0114 jam^{-1} . Sementara itu, pada hasil rancangan percobaan pada selang kepercayaan 99% dan dilanjutkan dengan uji Duncan, menunjukkan bahwa perlakuan aerasi sangat berpengaruh terhadap jalannya proses fermentasi.



Alim Setiawan S. F03400009. The Effect of Aeration and Agitation Treatment In The Production of Enzyme of Inulinase from *Aspergillus niger* Process. Under supervision of Mulyorini Rahayuningsih. 2003.

SUMMARY

Inulinase is one of the enzyme that able to be used for hydrolysis in production of fructose syrup process. This enzyme cut the unity of fructose of inulin on terminal β - 2,1 polyfructose. Enzymatic hydrolysis of inulin can be happened by single action of exoinulinase (EC 3.2.280. β -D-fructan-fructohydrolase) or action between exoinulinase and endoinulinase (Ec 3.2.17; 2,1 β -fructo-fructohydrolase) (Byun and Nahm, 1978; Vandamme and Derycke, 1983; Kim *et al.*, 1997, Park *et al.*, 1999). The process has several advantages i.e high specificity, better product performance and less forming of anhydride difructose (Sulistyo, 1992). However, enzymatic hydrolysis less used in fructose syrup industry, considering that inulinase still had to import

Aspergillus niger represent one of the inulinase producer. *Aspergillus niger* cultivated of 37°C during 84 hours in Biostat-M fermentor 2 litres with 1200 working volume. The composition of this medium are 5% of inulin (w/v), 1% of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (w/v), 5% of salt solution (v/v), 0.5% of MgSO_4 (v/v) of 2.25 M, 0.1% of trace element (v/v) and 100 ml of spores suspension of *Aspergillus niger*. The salt solution consists of NaNO_3 , KCl and K_2SO_4 , while the trace element consists of ZnSO_4 , H_3BO_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2$, CoCl_2 , CuSO_4 , molibdate ammonium and EDTA.

Aeration and agitation are very important factors during aerobic cultivation. The most important function is to supply of oxygen requirement to microorganism metabolic activity and to swirl microorganism so that obtained homogeneous suspension (Gumbira Said, 1987). Treatment factor for agitation are 400 rpm and 600 rpm, while treatment factor for aeration are 0.5, 1.0 and 1.5 vvm. Both of the agitation and aeration factors combined, so that got six treatment type. In every combination type, sample are taken at 12 hours to measure of pH value, rate of biomass and also its enzyme activity.

In analysis of enzyme activity, the results that agitation at 600 rpm and aeration at 1.0 vvm is better combination than the others. The value of enzyme activity after 84 hours is 6.85 U-enzyme/ml. The yield of product to biomass (Y p/x) and specific growth rate (μ), as main parameters of this research, give higher value. The value Y p/x and μ were 1.0269 U-enzyme ml^{-1} /gr biomass and 0.0114 hour^{-1} . Duncan test shows that aeration factor has significant effect to the cultivation process.



SURAT PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya, bahwa skripsi dengan judul :
”Pengaruh Aerasi dan Agitasi pada Proses Produksi Enzim Inulinasi dari *Aspergillus niger*”
adalah asli karya saya sendiri dengan arahan dari dosen pembimbing akademik kecuali ditunjukkan referensi dan belum pernah dipublikasikan sebagai karya ilmiah pada suatu Perguruan Tinggi atau lembaga manapun.

Bogor, 15 Maret 2005

Yang membuat pernyataan

Alim Setiawan S
F03400009

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Alim Setiawan

@Huk_cipta_milki_IPB_University

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirakan pada tanggal 27 Februari 1982 di Kabupaten Demak, Jawa Tengah, dari pasangan Bapak Suhadi dan (Alm) Ibu Riwayati. Penulis kemudian diberi nama Alim Setiawan Slamet. Penulis merupakan bungsu dari tiga bersaudara. Penulis melewati pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Pertiwi Bolo, SD Negeri Bolo III Demak (1988-1994), SMP Negeri 2 Demak (1994-1997) dan SMU Negeri 1 Demak (1997-2000). Sejak tahun 2000, penulis melanjutkan jenjang pendidikan di Institut Pertanian Bogor, melalui jalur USMI. Selain pendidikan formal, penulis juga pernah mengikuti pendidikan non-formal untuk mendalami bidang keagamaan Madrasah Anwarul-Huda Bolo (1989-1993).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif diberbagai organisasi intra/ekstra-universiter, LSM dan organisasi kemasyarakatan. Penulis tercatat menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Teknologi Industri (HIMALOGIN) tahun 2001-2005, Ketua Departemen Sosial Politik Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fateta periode 2001-2002, Ketua Komisi IV Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) KM-IPB periode 2002-2003, Anggota Badan Permusyaratian II Majelis Permusyawaratan Mahasiswa (MPM) KM-IPB periode 2002-2003, Direktur Eksternal Unit Kegiatan Mahasiswa *Association of Studies and Agricultural Community Empowerment* (ASPECT) IPB periode 2002-2003, Direktur Eksekutif Lembaga Kajian Mahasiswa KATALIS periode 2003-2004, Ketua Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Cabang Bogor periode 2003-2004, Sekretaris Eksekutif Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) Pusat Studi Informasi dan Pembangunan Masyarakat (P-SIGMA) dan fungsionaris Dewan Pimpinan Pusat (DPP) Pemuda Tani Himpunan Kerukunan Tani Indonesia (HAKTI) periode 2004-2009.

Penulis melaksanakan Praktek Lapang (PL) di PT. Sinar Sosro Ungaran - Semarang, Jawa Tengah, pada bulan Juni – Agustus 2003. Penulis pernah juga melakukan magang di Harian Umum Radar Bogor pada bulan Februari-Maret 2004. Selain itu, penulis aktif menulis artikel di beberapa media massa baik lokal maupun nasional seperti *Koran Kampus*, *Sinar Harapan*, *Radar Bogor*, *Metro Bogor*, dan *Suara Karya*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Bismillahirrahmanirrahim

Puji dan syukur *Alhamdulillah*, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya sehingga skripsi dengan judul "Pengaruh Aerasi dan Agitasi pada Proses Produksi Enzim Inulinasi dari *Aspergillus niger*" dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana pada Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Mulyorini Rahayuningsih, M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Drs. Chilwan Panji, Apt. M.Sc dan Ir. Prayoga Suryadarma, M.T sebagai dosen penguji yang telah banyak memberikan kritik, saran dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Suhadi, Ibu Riwayati (almarhum) dan kakak-kakak tercinta (Mas Eko Nugriyanto, Mas Aris Budiyanto, Mbak Nur Aini Indah Lestari, Mbak Kus Dwi Indriyati) atas segala motivasi dan bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Laboran Rekayasa Bioproses Pusat Studi Bioteknologi dan TIN, atas bantuannya selama penelitian.
5. Ade Suci Nur Aini Zaida, atas motivasi, kasih sayang, perhatian dan pengorbanannya selama ini.
6. Puji Rahmawati Nurcahyanti, Jimmy Rusdin, Mbak Widya Maharani, Wiraswasti, rekan-rekan sebimbingan yang banyak memberikan motivasi, masukan dan bantuan dalam menyelesaikan penelitian.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu-persatu dan telah banyak membantu, baik selama studi dan penyelesaian skripsi ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University

2. Dilarang mengurnumukkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kelemahan untuk dianggap sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi perbaikan selanjutnya. Terakhir, semoga karya ini bermanfaat dan memberi masukan tambahan bagi pihak yang membutuhkannya.

Bogor, Maret 2005

Penulis

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan penelitian	3
C. Manfaat penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Enzim Inulinase	4
B. Kinetika Reaksi.....	5
C. Kapang <i>Aspergillus sp.</i>	7
D. Inulin.....	9
E. Aerasi dan Agitasi	11
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	14
A. Bahan dan alat	14
1. Bahan	14
2. Alat	14
3. Waktu dan Tempat.....	14
B. Metode Penelitian	15
C. Rancangan Percobaan	18
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Nilai pH	19
B. Kadar Biomassa	24



C. Aktivitas enzim inulinase	28
D. Hubungan antara kadar biomassa dan jumlah produk yang dihasilkan ($Y p/x$) dan nilai laju pertumbuhan spesifik (μ)	34
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.1. Kesimpulan.....	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	42

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kandungan inulin basis basah dari sumber-sumber utamanya	9
Tabel 2. Nilai μ dan $Y p/x$ tiap perlakuan.....	35

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Pola pertumbuhan mikroba pada fermentasi curah tiap fasa	7
Gambar 2. Struktur Kimiaiwi Inulin	10
Gambar 3. Diagram alir proses produksi enzim inulinase kasar dengan media cair pada skala Fermentor 2 L	17
Gambar 4. Nilai pH cairan kultivasi tiap perlakuan	20
Gambar 5. Degradasi glukosa melalui glikolisa dan biosintesa glukosa	21
Gambar 6. Siklus Krebs	22
Gambar 7. Pola penurunan nilai pH pada produksi enzim inulinase kasar menggunakan labu kocok dengan konsentrasi inulin 5.0 % dan amonium sulfat 1.0 %	23
Gambar 8. Kadar biomassa tiap perlakuan	25
Gambar 9. Pola pembentukan biomassa pada produksi enzim inulinase kasar menggunakan labu kocok dengan konsentrasi inulin 5.0 % dan amonium sulfat 1.0 %	28
Gambar 10. Pola aktifitas enzim tiap perlakuan	30
Gambar 11. Diagram tahapan perpindahan oksigen dari gelembung udara menuju bagian dalam sel	31
Gambar 12. Aktifitas enzim pada produksi enzim inulinase kasar menggunakan labu kocok dengan konsentrasi inulin 5.0 % dan amonium sulfat 1.0 %	33



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Gambar Fermentor Biostat-M dan spesifikasinya	43
Lampiran 2. Cara perhitungan aktifitas enzim	44
Lampiran 3. Data hasil kultivasi pada 6 taraf perlakuan agitasi dan aerasi	45
Lampiran 4. Hasil uji rancangan percobaan acak lengkap faktorial dan uji Duncan pada jam ke-72	47
Lampiran 5. Pengujian nilai pH, kadar biomassa dan aktifitas enzim.....	48
Lampiran 5. Analisa kadar fruktosa	49

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kelebihan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.