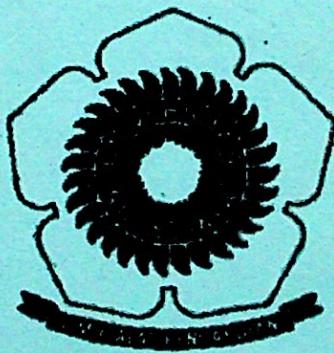


**EKSPLORASI BAKTERI PENGHASIL ENZIM KITOSANASE DARI
SALURAN PENCERNAAN IKAN RAWA SAKATIGA INDRALAYA**

OLEH
AIDIL BASRUDIN EDRA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2011**

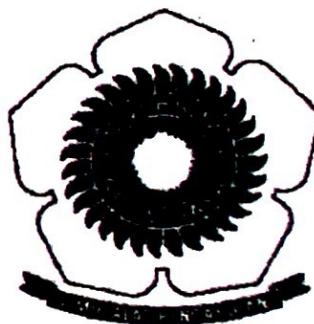
576.110 7
Aid
e
2011

**EKSPLORASI BAKTERI PENGHASIL ENZIM KITOSANASE DARI
SALURAN PENCERNAAN IKAN RAWA SAKATIGA INDRALAYA**



R. 22955/23/00

OLEH
AIDIL BASRUDIN EDRA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2011**

SUMMARY

AIDIL BASRUDIN EDRA, Exploration bacteria products kitonase enzim taken from fish digestive tract of fish in Sakatiga swamp, Indralaya. (Supervised by **INDAH WIDASTUTI** dan **RINTO**)

This research purpose to explore bacteria products kitonase enzim taken from fish digestive tract of fish in swamp Sakatiga, Indralaya, Ogan Ilir, Sout Sumatra. The Study was conducted in October 2009 to January 2010 at the Laboratory of Fisheries Technology and Laboratory of Microbiology Aquaculture Sriwijaya University Faculty of Agriculture and Laboratory of Mikrobiology and Biochemist, Institut Pertanian Bogor.

This research was throught by four steps. First, taken and preparation sample. Second, isolated swamp bacteri of kitosanase. Third, producted kitonase enzym and determine the optimum time in production of it. Fourth, measure the activity of it.

The research result show that isolation of bacteria of kitosanase enzyme from fish digestive tract generated 3 isolates GB2 from fish digestive tract of gabus (*Channa striata*), Sp1 from fish digestive tract of sepat (*Trichogaster pectoralis*), and BT2 from fish digestive tract of betok (*Anabas testudineus*). The highest activity shown by GB2 isolates from fish digestive tract of gabus (*Channa striata*) with value 0,106 U/ml on day 3. Isolates SP1 from fish digestive tract of sepat (*Trichogaster pectoralis*) with highest activity on day 3 with value 0,076 U/ml and isolates BT2 from fish digestive tract of betok (*Anabas testudineus*) with highest activity on day 3 with value 0,77 U/ml.

RINGKASAN

AIDIL BASRUDIN EDRA, Eksplorasi Bakteri Penghasil Enzim Kitosanase dari Saluran Pencernaan Ikan Rawa Sakatiga Indralaya, Ogan Ilir (Dibimbing oleh INDAH WIDIASTUTI dan RINTO).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bakteri penghasil enzim kitosanase diambil dari saluran pencernaan ikan di perairan rawa Sakatiga, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2009 sampai Januari 2010 di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan dan Laboratorium Mikrobiologi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dan Laboratorium Mikrobiologi dan Biokimia, Institut Pertanian Bogor.

Penelitian ini dilakukan melalui empat tahapan yaitu tahap pertama adalah pengambilan dan preparasi sampel, tahap kedua adalah isolasi bakteri rawa yang menghasilkan kitosanase, tahap ketiga adalah memproduksi kitosanase dan menentukan waktu optimum dalam produksi kitosanase, tahap keempat merupakan pengukuran aktivitas enzim kitosanase. Hasil pengujian aktivitas enzim kitosanase diperoleh data bahwa aktivitas enzim kitosanase tertinggi diperlihatkan oleh isolat Gb2 dengan nilai aktivitas enzim kitosanase sebesar 0,106 U/mL dan waktu optimum pada hari ke-3 dan isolat Sp1 dengan nilai aktivitas enzim kitosanase sebesar 0,076 U/mL pada hari ke-3, sedangkan pada isolat BT2 nilai aktivitas enzim kitosanase sebesar 0,077 U/mL pada hari ke-3.

**EKSPLORASI BAKTERI PENGHASIL ENZIM KITOSANASE DARI
SALURAN PENCERNAAN IKAN RAWA SAKATIGA INDRALAYA**

OLEH
AIDIL BASRUDIN EDRA

SKRIPSI

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Perikanan

Pada

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2011**

Skripsi

**EKSPLORASI BAKTERI PENGHASIL ENZIM KITOSANASE DARI
SALURAN PENCERNAAN IKAN RAWA SAKATIGA INDRALAYA**

Oleh
AIDIL BASRUDIN EDRA
05053110010

telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Perikanan

Pembimbing I,

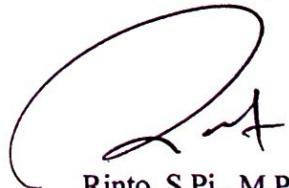


Indah Widiastuti, S.Pi., M.Si.

Indralaya, Juli 2011

Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya
Dekan

Pembimbing II,



Rinto, S.Pi., M.P.



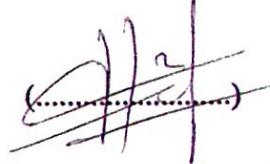
Prof. Dr. Ir. H. Imron Zahri, M.S.
NIP. 195210281975031001

Skripsi berjudul "Eksplorasi Bakteri Penghasil Enzim Kitosanase dari Saluran Pencernaan Ikan Rawa, Sakatiga Indralaya" oleh Aidil Basrudin Edra telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 23 Juni 2011

Komisi Penguji

1. Agus Supriadi, S.Pt., M.Si

Anggota



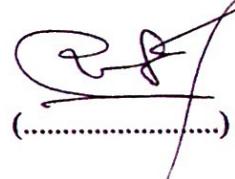
2. Budi Purwanto, S.Pi

Anggota



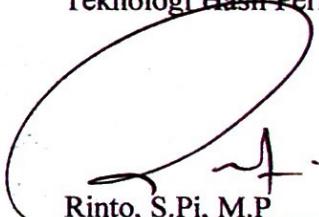
3. Siti Hanggita Rachmawati J., S.TP, M.Si

Anggota



Mengesahkan,

Ketua Program Studi
Teknologi Hasil Perikanan



Rinto, S.Pi, M.P

NIP. 197606012001121001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya adalah hasil penelitian atau investigasi saya sendiri dan belum pernah atau sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan di tempat lain.

Indralaya, Juli 2011

Yang membuat pernyataan



Aidil Basrudin Edra

RIWAYAT HIDUP

Penulis Dilahirkan di Palembang 13 Juni 1986 Sebagai Putra ketiga dari lima bersaudara pasangan Bapak M. Yusuf Edra dan Hartati (Alm). Pendidikan sekolah dasar diselesaikan di SD YKPP 2 Palembang pada tahun 1998, sekolah menegah pertama diselesaikan di SMP YKPP 1 Palembang pada tahun 2001, dan sekolah menegah umum di SMA Negeri 4 Palembang pada tahun 2004. Sejak September 2005 penulis tercatat sebagai mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Sriwijaya melalui jalur SPMB (Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru).

Penulis telah melaksanakan praktik lapang yang berjudul "Kajian Aspek Pengemasan Ikan" Di PT. AZ Bagus Bengkulu pada tahun 2008 yang dibimbing oleh Bapak Herpandi Gumay S.Pi. M.si.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Penulis Panjatkan Kehadirat Allah SWT, Karena atas rahmat, karunia, kesehatan kesempatan dan hidayah-Nya jualah, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Syalawat beserta salam untuk panuan tercinta Nabi Muhammad SAW.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang seluas-luasnya kepada:

1. Bapak Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya atas bantuannya dalam mengesahkan Skripsi ini.
2. Ibu Indah Widiastuti, S.Pi, M.Si dan bapak Rinto S.Pi, M.P sebagai pembimbing pertama dan kedua yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, araha, nasehat dan ilmu hingga terselesainya skripsi ini.
3. Bapak Ace Baehaki S. Pi, M. Si, Bapak Budi Purwanto S.Pi, Ibu Susi Lestari S. Pi, Ibu Rodiana Nopianti, S.P.i, Bapak Agus Supriadi S.Pt, M.Si, Ibu Siti Hanggita S.Tp, M. Si, Ibu Dr, Ir. Kiki Yulianti M.Sc, Ibu Ikha Malikha, Ibu Shanti Dwita Lestari S.Pi, Bapak Herpandi S.Pi, M.Si. Atas Saran ,masukan, nasihat dan ketersediaanya menjadi pembahas Skripsi ini.
4. Terima kasih kepada jajaran Staf Tata usaha dan Staf Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya (Mbak Ani, Kang Asep, Mbak Upit, Ka Is, Ka Nanung) Atas Bantuan dan bimbingannya.

5. Seluruh keluarga, Papa Mama terima kasih atas iringan doa yang tulus tanpa henti-hentinya dalam setiap sujudmu, dan terima kasih kepada saudara serta keluarga besarku terima kasih atas dukungan, kasih sayang dan kesabaran yang telah diberikan.
6. Sahabat-sahabatku, (Aboe, Asep Permana, Reza Hekta Saputra S.Pi, Sugio, Dedi, Turrino S.Si, Samuel, Nicho Faschar S.Pi, Ferryosandi, Mastur, Bustori Ari Santo S.Pi, Dwi Suryaningsih S.Pi, Nurjam Sulasih S.Pi, Amin, Ka' Afit S.Pi) serta teman seperjuangan THI angkatan 2005, ku ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas semagat dan canda tawa serta dukungan dan bantuannya baik moril maupun materiil yang pernah diberikan , Terima kasih.
7. Ka' Udin beserta keluarga, Yu' Mar beserta keluarga, Pak Dedi Beserta Keluarga, serta Ka' Muklis Berserta Keluarga saya Ucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungannya selama ini.

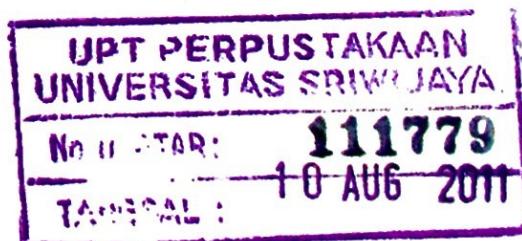
Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karenanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi perbaikan kedepan. Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak serta menjadi sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua. Amin ya rabbal alamin.

Indralaya, Juli 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Ikan Rawa	4
B. Kitin dan Kitosan	14
C. Enzim Kitosanase	16
D. Bakteri.....	17
III. PELAKSANAAN PENELITIAN	20
A. Tempat dan Waktu	20
B. Alat dan Bahan	20
C. Metode Penelitian.....	20
D. Cara Kerja	21
E. Analisa Data	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Isolasi Bakteri dari Air dan Lumpur Rawa	25
B. Produksi Enzim.....	30
C. Pengukuran Aktivitas Enzim Kitosanase.....	32



V. KESIMPULAN	39
A. Kesimpulan	39
B. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Prosedur bahan pengukuran aktivitas enzim kitosanase.....	23
2. Jumlah koloni bakteri yang tumbuh	26
3. Data diameter indek kitosanase yang dihasilkan oleh isolat bakteri	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Ikan Gabus	4
2. Ikan Betok	7
3. Ikan Sepat Siam	9
4. Ikan Tambakan	12
5. Struktur kimia kitin	14
6. Struktur kimia kitosan	15
7. Struktur dasar sel bakteri	17
8. Pemurnian bakteri dengan metode gores	27
9. Zona jernih dari isolat bakteri penghasil kitosanase	29
10. Pertumbuhan dan aktivitas enzim kitosanase	34

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

1. Kurva Standar Glukosamin.....	46
2. Data Aktivitas Enzim Kitosanase	47

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kitin merupakan salah satu polisakarida yang melimpah di alam selain selulosa dan pati. Kitin adalah polimer dari N-asetilglukosamin yang terikat secara 1,4 beta dengan tingkat terasetilasi yang lebih tinggi. Sedangkan turunannya yang memiliki tingkat terasetilasi lebih rendah disebut kitosan. Setiap tahunnya diproduksi sekitar 100-1.000.000 ton kitin dari organisme laut (Yu *et al.*, 1991 dalam Peter, 1995).

Bahan baku kitin yang banyak terdapat dalam kulit udang, kulit kepiting dan cumi-cumi akan menjadi sangat potensial dalam produksi kitin dan kitosan. Penggunaan kitin dibatasi oleh sifat-sifat yang tidak larut dan sulit dipisahkan dengan bahan lain yang terikat terutama protein, sehingga untuk pemanfaatannya kitin perlu diubah terlebih dahulu menjadi kitosan.

Kitin dan kitosan di negara maju telah diproduksi secara komersial mengingat manfaatnya di berbagai industri, seperti bidang farmasi, biokimia, bioteknologi, kosmetika, biomedika, industri kertas, industri pangan, industri tekstil, dan lain-lain. Pemanfaatannya didasarkan pada sifat-sifat yang dapat digunakan sebagai pengemulsi, koagulasi, pengkelat dan penebal emulsi (Muzarelli, 1997). Joen dan Kim (2000) mengemukakan bahwa tingginya viskositas dan berat molekul menyebabkan terbatasnya penggunaan kitosan dalam bidang farmasi karena penyerapan penggunaan secara *in vivo* rendah. Oleh karena itu depolimerisasi kitosan

menjadi oligomer kitosan (kitooligosakarida) merupakan salah satu cara untuk mengatasi masalah keterbatasan penggunaan.

Oligomer kitosan adalah produk turunan kitosan yang dapat dibuat secara kimia, enzim dan radiasi sinar gamma. Sifat fungsional oligomer kitosan lebih baik dibandingkan kitosan, seperti bersifat aktif secara biologis sebagai antitumor, antimikroba, antifungi, antioksidan dan *immunostimulating effect*. Nilai lebih oligomer kitosan tidak hanya terletak pada sifat fungsionalnya tetapi juga kemampuannya untuk larut dalam air (Choi *et al.*, 2004).

Degradasi kitosan secara enzimatis adalah cara yang lebih baik untuk mendapatkan oligomer kitosan dengan derajat polimerisasi yang lebih tinggi. Hidrolisis secara enzimatis juga dapat menghasilkan produk yang murni karena prosesnya relatif terkontrol dan tidak bersifat merusak bahan (Suhartono *et al.*, 2002).

Kitosanase adalah enzim yang mengkatalis hidrolisis ikatan beta (1,4) glikosidik antara residu asetil D-glukosamin dan D-glukosamin pada kitosan terasetilasi sebagian untuk menghasilkan oligomer kitosan. Kitosanase merupakan enzim yang termasuk dalam kelas enzim hidrolisis yang diperoleh dari bakteri, fungi dan tanaman. Kitosanase dapat diproduksi oleh berbagai mikroorganisme seperti kapang, *actonomycetes*, dan bakteri. Mereka umumnya adalah enzim *endo splitting* dan dapat menghidrolisis kitosan menjadi oligomer kitosan dan glokosamin (Chiang *et al.*, 2002 dalam Ekowati *et al.*, 2006).

Enzim kitinase dan kitin deasetilase terdapat secara ekstraseluler dalam lapisan lendir lambung dan usus serta darah beberapa jenis ikan dan dapat dihasilkan

oleh bakteri, fungi dan tanaman (Lindsay dan Gooday, 1985). Banyak jenis mikroorganisme dapat memproduksi enzim pendegradasi kitin dan kitosan, seperti *Pseudomonas aeruginosa* (Wang dan Chang, 1997), *Streptococcus lydicus* (Crawford dan Mahadevan, 1997), *Bacillus circulans* (Alam *et al.*, 1996), *Bacillus megaterium* (Pelletier *et al.*, 1990), *Streptomyces spp.* (Boucher *et al.*, 1992), dan *Vibrio alginolyticus* (Ohishi *et al.*, 1996).

Beberapa ikan air rawa seperti ikan gabus dan ikan betok merupakan hewan karnivora sedangkan ikan sepat dan ikan tambakan merupakan ikan herbivora. Diketahui ikan-ikan ini memakan udang-udang kecil, ikan-ikan kecil dan tanaman serta fitoplankton. Hal ini memungkinkan adanya enzim kitosanase pada ikan baik merupakan enzim *endogenus* maupun enzim dari bakteri pada saluran pencernaan.

Menurut Shahidi *et al.*, (1999), berbagai riset mengenai produksi dan aktivitas fisiologis oligomer kitin dan kitosan cukup banyak mendapatkan perhatian dan terus berkembang dari waktu ke waktu. Mengingat luasnya aplikasi enzim kitosanase, maka perlu diadakan penelitian untuk mendapatkan bakteri penghasil kitosanase dari saluran pencernaan ikan rawa yang akan dilakukan uji terhadap ikan sepat, ikan betok, ikan tambakan dan ikan gabus di perairan Sakatiga, Indralaya.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri penghasil enzim kitosanase yang berasal dari saluran pencernaan ikan yang hidup di sekitar perairan rawa Saka Tiga Indralaya, Ogan Ilir.

DAFTAR PUSTAKA

- Alcamo IE (2001). Fundamentals of microbiology. Boston : Jones and Bartlett.
- Alfonso, C., Neuro, O.M., Santamaria, F and Reves, F. 1995. Purification of Heat Stable Chitin Deacetylase from Aspergillus Nidulans and its role incell Wall degradation.J.Curr. Microbiol. 30(1): 49-54.
- Alam,Md.M., Mizutani T., Isono,M., Nikaidou,N. and watanabe, T. 1996 *chitinase genes (chi A, chi B and chi C) comprise the chitinase system of bacillus circulans Wl-12.* J. Fermet Biocny. 82(1):28-36
- Boucher,I., Dupuy,A.,Vidal,P., Neugbauer,W.A.And Brzezinski,R. 1992. *Purification and charaterization of chitosanase from streptomyces N-174.* J. Appl.Microbiol. and Biotechnol. 38(2):188-193
- Bouriotis, V., Kafetzopoulos, D. and Vournakis,J. 1993. Process For Isolating and Preparing Purified Chitin Deacetylase. Inst.Mal.Biol. Biotechnol. US Patent No. 5219749.
- Brine C.J., P.A Sand Ford, dan J.P. Zikakis 1992. Advances in Chitin and Chitosan Vol. I. Elsevier Applied Science, London.
- Chasanah, E. 2004. *Characterization of chitosanase of Basillus licheniformis MB-2 from Manado hot spring water.* Institut Pertanian Bogor.
- Cheng, Y.C. Li, K.Y. 2000. An *Aspergillus* Chitosanase with Potential for Large-Scale Preparation of Chitosan Oligosaccharides. Biotechnol, Appl. Biochem. 32:197-203
- Chiang,C.L., Chang,C.T. and Seng, H.Y. 2002. *Purification and Properties of Chitosanase from a mutant of Bacillus Subtilis IMR-NKI. Enzyme and microbial Technology.* 32:260-267.
- Choi, Y.j., Kim, E. J., Piao, Z., Yun, Y.C., and Shin, Y.C. 2004. *Purification and Charactezation of Chitosanase from Bacillus sp. Strain KCTC 0377BP and its Application for the Production of Chitosan Oligosaccharides.* J. Appl. Environ Microbial,. 70:4522-4531.
- Crawford D.L. and Mahadevan, B. 1997. *Properties of the chitinase of the antifungal biocontrol agent streptomyces lydicus WYEC-108.* Enzime microb.Techno. 20(7): 189-493
- Darkuni,M.Noviar.2001.*Mikrobiologi (bakteriologi, Virologi dan Mikologi).* Malang:Universitas Negeri Malang.

- Darwis, A.A., dan Sukara, E. 1989. *Teknologi Mikrobial*. Pusat Antar Universitas (PAU). Institut Pertanian Bogor.
- Dwijoseputro, 1998. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.
- Ekowati Chasanah, Dewi Seswita Zilda, Yusro nuri fawzya. *Karakteristik enzim kitosanase dari bakteri kitinolitik T5al yang di isolasi dari terasi*. Jurnal pascapanen dan bioteknologi kelautan dan perikanan Vol.1 dn No.1, Juni 2006.
- Fardiaz, S. 1987. Fisiologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Fawzya, Y.N. 2004. *Pengaruh Kitin Pada Medium Produksi Terhadap Aktivitas Kitin deasetilase dari Bacillus K29-14*. J. Penelitian Perikanan Indonesia Vol.1. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.
- Gao, X.D., Katsumato, T., Oudera, K. 1995. Purification and Characterization of Chitin Deacetylase From Obsidia Coerulea. J. Biochem. 117(2): 257-263.
- Girindra, A. 1993. *Biokimia I*, Cetakan 3. Jakarta, Gramedia, 100-101.
- Hadioetomo, R.S. 1993. *Mikrobiologi dasar dalam praktik*. PT Gramedia, Jakarta.
- Haliza, W. 2003. *Karakteristik Kitosanase Unik dari Bacillus coagulans LH. 28.38 Asal Lahendong-Sulawesi Utara [Tesis]*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Hassanudin Saanin, 1984. Taksonomi dan kunci identifikasi ikan. Bina Cipta.
- Hirano, S., 1996, Chitin Biotechnology Applications, Biotechnol Annu Rev, 2 : 237-258.
- Holt JC. Bergey DH (1994). Bergey's manual of determinative bacteriology (edisi Ke-9th ed). Baltimore : Williams dan Wilkins.
- Hotmatua, A. 2004. *Potensi Anti Mikroba Oligomer Kitosan Yang dihasilkan Dengan Menggunakan Enzim Termostabil Kitosanase LH 28.38*. Skripsi. Jurusan Teknologi Pertanian . Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Irianto, 2007. Mikrobiologi: *Menguak dunia mikroorganisme*. Yrama Widya. Bandung.

- Kafetzoupolos,D., Martinou,A., Trigos, I., Chastodoulidou, A., Kavelak., P. and Bouriotis, V. 1994. Chitin Deacetylation by Enzymic Means.J. Prog. Biotechnol. 9(1): 291-294.
- Kottelat, M., A.J. Whitten, S.N. Kartikasari dan S. Wirjoatmodjo, 1993. Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi. Edisi Dwi Bahasa (Inggris-Indonesia). Periplus Edition (Hk) Ltd. Bekerjasama dengan Proyek EMDI Kantor Mntri Negara KLH Republik Indonesia, Jakarta.
- Lehninger, A.L. 1993. *Dasar-Dasar Biokimia Jilid 1*.
- Lestari, P.200. Ekplorasi Enzim Thermostabil Dari Mikroba Termofil, Fakultas Biologi, Universitas Jendral Sudirman, Purwokerto, J. Hayati. 17:21-25.
- Lindsay,G.J.H. and Gooday,G.W. 1985. *Chitolytic enzyme and the bacterial microflora in digestive tract of cod, Godus morhua*.J. Fish Biol. 26(3):255-266
- Martinou, A., Kafetzoupolous, D and Bouriotis, V. 1995. Chitin Deacetylation by Enzymatic Means : Monitoring of Deacetylation Process.J. Carbohydi. Res., 273(2): 235-242
- Meidina, Sugiyono, Jenie, B.S.J., dan Suhartono, M.T. 2005. Aktivitas Antibakteri Oligomer Kitosan yang Diproduksi Menggunakan Kitosan Dari Isolat B. Licheniformis MB-2. (Online). (<http://www.Iptek.net.id>, diakses 15 April 2009).
- M. Gufran H. Kordi K. 2010. Panduan Lengkap Memelihara Ikan Air Tawar di Kolam Terpal. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Mitsutomi, M., Isono, M Uchiyama. A., Nikaidou. N., Ikegami. T and watanabe. T. 1998. *Chitosanase activity of the enzyme previously reported as b-1,3-1,4-glucocanase from Bacillus circulans WL-12*. Bioaci. Biotechnol. Biochem. 62:2107-2114.
- Morikawa, Y., Nogawa. M., Takahashi, H., Kashigawa, A., Oishiwa, K. and Okada, H. 1998. Purification and Charaterization of exo.beta D-glucosaminidase from Cellulotic Fungus Trichoderma Reese PC-37.J. appl. Environ. Microbiol., 64(3): 890-895
- Muzarelli, R.A.A. 1997. Chitin. Faculty of Medicine, University of Ancona. Ancona Italy 60100, Pengaman Press.
- Nasran. S, Aryani. F, Indriati.N. 2003. Produksi Kitinase dan Kitin Deasetilasi dari *Vibrio harveyi*. Vol 9 No 5. Balai Besar Penelitian Budidaya Laut Gondol, Bali. 33-38.
- Nugroho, T, 2003, Jurnal Natur Indonesia, 5 (2), 101-106.

- Ohishi,K., Yamagishi,M., Okta,T., Suzuki,M. and Izumida, H. 1996. *Purification and properties of two chitinases from vibrio alginolyticus H-8.J.ferment.Biocny* 82(6):598-600
- Pantaeone, D.,M. YAlpani, dan M. Scollar (1992a), “unusual Susceptibility of chitosan to enzymic hydrolysis”. Carbohydrates reseach, 237, 325-332.
- Patil, R.S., V. Ghormade, and M.V. Deshpande, 2000, Chitinolytic Enzymes Exploration, Enzyme and Microbiol. Technol, 26: 473-483.
- Pelezer, Jr et al. 1986. *Dasar-dasar mikrobiologi*. Penerbit Universitas Indonesia (UI press), Jakarta.
- Peter, Martin G.1995. *Applicationand environmental Aspect of Chitin and Chitosan. Journal of pure and Appl. Chem.* Vol VII.
- Pelletier,A. and Syguch, J. 1990. *Purification and Characterization of three chitosanase activities from Bacillus megtrium PI.J.Appl. Environ.Microbiol.* 56(4):844-848
- Pratiwi, S.T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Fakultas Farmasi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Puspita, E. 2007. *Studi Karakteristik Kitosanase dari Isolat Basillus Licheniformis MB-2*. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Reves, F., Alfonso, C., Neuro, O.M and Santamaria, F. 1995. Purification of heat-Stable Chitin Deacetylase From Aspergillus Nidulans and its Role in Cell Wall Degradation. Current Microbiol. 30(1): 49-54.
- Rochima, E. 2005. *Aplikasi kitin deasetilase termostabil dari Bacillus papandayan K29-14 asal Kawah Kamojang Jawa Barat pada pembuatan kitosan*. Tesis Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sakai,K.,Ykota,A.,Kurokawa,H.,Wakayama, M and moriyuchi,M.1998 *Purification and charaterization of three thermostable endochitinases of a noble Bacillus strain MH-1, Isolated from chitin containing compost*. Appl. Environ. Microbiol. 69(9):3397-3402
- Sherief, A.A., El-Sawah, M.M., El-Naby, M.A. Abd. 1991. Some Properties of Chitinase Produced by a Patent. Aspergillus Corneus Strain.J. Appl. Microbiol. Biotech. 35(2):228-230.

- Shahidi, F. Arachchi, J.K.V. dan Joen, Y.J 1999. *Food Applications of Chitin and Chitosan. Treds in food Sci. Tecnhol.* 10:37-51.
- Suhartono M.T. 1989. Enzim dan Bioteknologi. Pusat Antar Unversitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor.
- Suhartono, et al. 2002. *Exploration of Indonesian thermophiles producing thermostable chitinolytic enzymes.* Report Biochhemistry and microbiology laboratory research center for Biotechnology.IPB.Bogor.
- Sunatmo, T I. 2007. Ekperimen Mikrobiologi Dalam Laboraturium. Ardy Agency. Jakarta.
- Suryanti, Y., A. Priyadi dan N. Suhenda, 1997. "Pemberian Pakan Buatan Untuk Ikan Gabus (*Channa Striatus*) dalam Keramba di Kalimantan Timur". *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, III (3): 35-40.
- Tronsmo, A., and Harman, G.E., 1993, *Anal Biochem*, 208, 74-79.
- Wang, S.L., S.H Chiou and W.T. Chang. 1997. *Production of from shellfish waste by Pseudomonas aeruginosa K-187.* Proceeding of the National Science Council of R.O.C. 21:71-78.
- Yamasaki, Y., Hasyashi, I., Ohta, Y., Nakgawa, T., Kawamukai, M. And Matsuda, H. 1993. Purification and mode of action of chitisanolitic enzyme from Enterobacter sp. G-1. *Bull. Agric. Shimane Univ.*
- Zhu, X. F., Wu, X.Y. and Dai, Y. 2003. Fermentation conditeins and properties of chitosanase from *Acinetobacter* sp-17. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 67(2):284-290.