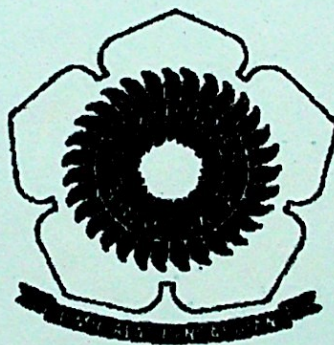


**EKSPLORASI BAKTERI PENGHASIL ENZIM KITOSANASE DARI AIR  
DAN LUMPUR RAWA SAKATIGA INDRALAYA**

**OLEH  
DWI SURYANINGSIH**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA  
2011**

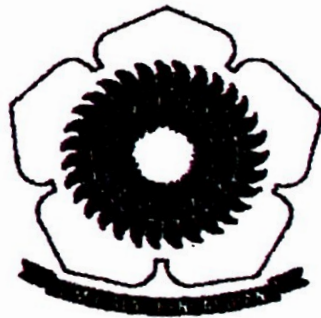


S  
570 307  
Dwi  
e  
2011

**EKSPLORASI BAKTERI PENGHASIL ENZIM KITOSANASE DARI AIR  
DAN LUMPUR RAWA SAKATIGA INDRALAYA**



**OLEH  
DWI SURYANINGSIH**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA  
2011**

## SUMMARY.

**DWI SURYANINGSIH**, Exploration bacteria in producing chitosanase from water and alluvium in swamp Sakatiga, Inderalaya (Supervised by **INDAH WIDIASTUTI** and **ADE DWI SASANTI**).

The purposes of this research were to explore bacteria in producing chitosanase from water and alluvium in lowland Sakatiga, Inderalaya and to measure the activities of this enzyme. The research was conducted from October to 2009 until January to 2010 in the Fisheries Processing Technology Laboratory and Aquaculture Laboratory, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. Microbiology Laboratory and Biochemistry, Bogor Agricultural University.

The research had been done in four phases, there were sampling and preparing, isolating bacteria which produced chitosanase, producing chitosanase and determining optimum time in producing it, and also measuring its activities.

The result of this research were chitosanase that was produced by some isolates of bacteria, they are As3Z1a, As3Z3c, L2Z1b and L1Z2a. The highest activities of chitosanase from water was As3Z3c by 0.09 U/mL at fourth day. The highest activities of chitosanase from alluvium isolate was L1Z2a by 0.15 U/ml at third day.

## RINGKASAN

**DWI SURYANINGSIH**, Eksplorasi Bakteri Penghasil Enzim Kitosanase dari Air dan Lumpur Rawa Indralaya, Ogan Ilir (Dibimbing oleh **INDAH WIDIASTUTI** dan **ADE DWI SASANTI**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bakteri penghasil enzim kitosanase diambil dari air dan lumpur 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 penelitian menunjukkan bahwa isolasi bakteri penghasil enzim kitosanase dari air rawa menghasilkan dua isolat As3Z3c dan As3Z1a sedangkan dari lumpur menghasilkan dua isolat L1Z2a dan L2Z1b. Aktivitas kitosanase tertinggi ditunjukkan oleh isolat As3Z3c dengan nilai aktivitas enzim kitosanase sebesar 0,09 U/mL dan waktu optimum pada hari ke-2. Sedangkan pada isolat dari lumpur L2Z1b dengan nilai aktivitas enzim kitosanase sebesar 0,15 U/mL dan waktu optimum pada hari ke-3.

**EKSPLORASI BAKTERI PENGHASIL ENZIM KITOSANASE DARI AIR  
DAN LUMPUR RAWA SAKATIGA INDRALAYA**

**OLEH  
DWI SURYANINGSIH**

**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 AIR  
DAN LUMPUR RAWA SAKATIGA INDRALAYA**

**Oleh  
DWI SURYANINGSIH  
05053110012**

telah diterima sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar  
Sarjana Perikanan

**Pembimbing I,**



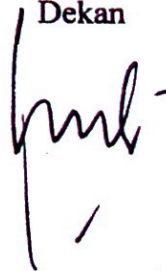
**Indah Widiastuti, S.Pi., M.Si.**

**Pembimbing II,**



**Ade Dwi Sasanti, S.Pi., M.Si.**

**Indralaya, Mei 2011  
Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya  
Dekan**



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

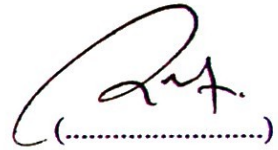


Skripsi berjudul "Eksplorasi Bakteri Penghasil Enzim Kitosanase dari Air dan Lumpur Rawa, Sakatiga Indralaya" oleh Dwi Suryaningsih telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 06 Mei 2011

Komisi Penguji


1. Rinto, S.Pi, M.P.

Anggota

  
(.....)

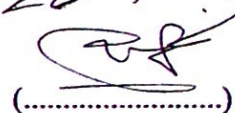
2. Agus Supriadi, S.Pt., M.Si

Anggota

  
(.....)

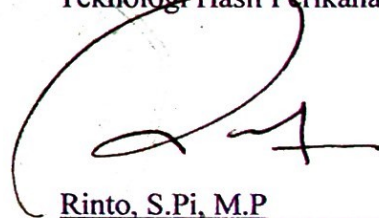
3. Siti Hanggita Rachmawati J., S.TP, M.Si

Anggota

  
(.....)

Mengesahkan,

Ketua Program Studi  
Teknologi Hasil Perikanan



Rinto, S.Pi, M.P

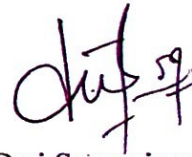
NIP. 197606012001121001

## 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, Mei 2011

Yang membuat pernyataan



Dwi Suryaningsih



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Palembang pada tanggal 26 Agustus 1987, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Djatnika dan Saryati. Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 1999 di SDN 72 Palembang, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama pada tahun 2002 di SLTPN 19 Palembang dan Sekolah Menengah Atas tahun 2005 di SMAN 3 Palembang. Penulis tercatat sebagai mahasiswi Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Perikanan sejak Agustus 2005 melalui jalur SPMB.

Penulis telah melaksanakan praktik lapang yang berjudul Kajian Proses Pembekuan Udang di PT. Bangka Tropindo Adimitra pada tahun 2008 yang dibimbing oleh Bapak Rinto, S.Pi., M.P dan Bapak Herpandi, S.Pi., M.Si. Penulis pernah dipercaya sebagai asisten mata kuliah Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Tradisional tahun 2006.

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, penulis aktif dalam kegiatan non formal. Kegiatan non formal pernah menjabat sebagai Ketua Departemen Sumber Daya Manusia IMASILKAN periode 2007/2008. Pelatihan yang pernah diikuti penulis adalah tahun 2005 Pelatihan Pembuatan Produk Perikanan. Pada tahun 2007 Training metanoic "Melejitkan valensi diri" dan Pelatihan dan seminar statistik bidang perikanan.

## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Eksplorasi Bakteri Penghasil Enzim Kitosanase dari Air dan Lumpur Rawa Sakatiga, Indralaya. Shalawat dan salam selalu tercurahkan pada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Imron Zahri selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Rinto, S.Pi, M.P selaku pembimbing akademik yang telah memotivasi, membantu dan memberikan bimbingan, nasehat selama perkuliahan.
3. Ibu Indah Widiastuti, S.Pi, M.Si dan Ibu Ade Dwi Sasanti, S.Pi, M.Si. selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang selalu membantu dan memberikan arahan, perhatian, motivasi serta ilmu selama melakukan penelitian dan penyelesaian skripsi.
4. Kepada kedua orang tuaku tercinta (Ayah Djatnika dan Ibu Saryati) atas do'a dan segenap kasih sayang dan doanya. Kakak dan adikku (Muhammad. Ahdiyati S.E alm.. dan Surya Atmaja) atas bantuan dan doanya.

5. Terima kasih kepada teman-teman sepenelitian (Nurjam dan Aidil). Teman THI 05 dan BDA 05 terima kasih banyak atas semua bantuannya dan adik-adik tingkatku. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan dapat mendukung kemajuan ilmu pengetahuan khususnya bidang perikanan. Amin.

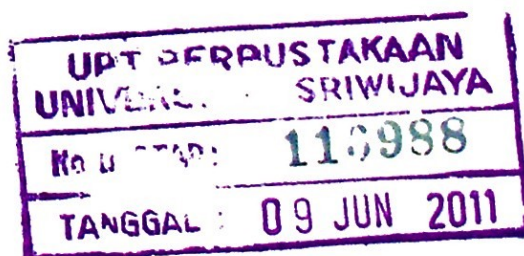
Indralaya, Mei 2011

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan .....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
A. Kitin.....	4
B. Kitosan .....	6
C. Enzim Kitosanase .....	8
D. Oligomer Kitosan .....	11
E. Bakteri.....	13
F. Lumpur .....	14
G. Air Rawa.....	15
III. PELAKSANAAN PENELITIAN .....	17
A. Tempat dan Waktu .....	17
B. Alat dan Bahan .....	17
C. Metode Penelitian.....	17
D. Cara Kerja .....	18
E. Analisa Data .....	21



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	22
A. Isolasi Bakteri dari Air dan Lumpur Rawa .....	23
B. Produksi Enzim.....	30
C. Pengukuran Aktivitas Enzim Kitosanase.....	32
V. KESIMPULAN .....	41
A. Kesimpulan .....	41
B. Saran .....	41
DAFTAR PUSTAKA .....	42

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Aplikasi senyawa turunan kitin .....	5
2. Kualitas standar kitosan .....	7
3. Karakteristik kitosanase dari berbagai organisme.....	10
4. Spesifik oligomer kitosan .....	11
5. Aplikasi dari kitosan .....	13
6. Prosedur analisa aktivitas enzim kitosanase .....	20
7. Jumlah koloni bakteri air rawa .....	23
8. Jumlah koloni bakteri lumpur rawa.....	24
9. Data indeks kitosanase dari isolat asal air dan lumpur rawa.....	29



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Struktur Kitin.....	4
2. Struktur kitosan .....	6
3. Koloni bakteri pada pemurnian isolat bakteri asal air rawa .....	26
4. Koloni bakteri pada pemurnian isolat bakteri asal lumpur rawa.....	26
5. Zona Jernih dari isolat asal air rawa .....	28
6. Zona Jernih dari isolat asal lumpur rawa .....	28
7. Aktivitas Kitosanase dari isolat asal air dan rawa.....	35

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Kurva Standar Glukosamin.....	48
2. Data Aktivitas Enzim Kitosanase .....	49

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kitosan adalah kitin yang telah dihilangkan gugus asetilnya dan menyisakan gugus amina bebas yang menjadikannya bersifat polikationik. Dengan sifat polikationiknya maka kitosan dapat berfungsi sebagai agen penggumpal dalam penanganan limbah terutama limbah berprotein (Suhartono, 1989) dan lebih mudah diolah menjadi bentuk lain. Kitosan juga mempunyai nilai yang tinggi sebagai bahan baku untuk produk oligomer kitosan yang dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur, penghambat sel kanker dan sebagai anti tumor (Zilda dan Fawzya, 2006).

Proses kimiawi dan enzimatis telah digunakan untuk memproduksi oligomer kitosan. Hidrolisi asam pada kitosan menghasilkan berbagai oligosakarida yang tidak spesifik (Bosso *et al.*, 1999 dalam Zilda dan Fawzya, 2006). Oligomer kitosan yang dihasilkan adalah dimer sampai heptamer. Proses enzimatis lebih disukai karena ramah lingkungan, hasilnya lebih seragam dan menghasilkan oligomer dengan derajat polimerisasi tinggi. Sedangkan oligomer kitosan secara kimia, iradiasi dan *hydrodynamik shearing* akan menghasilkan oligomer kitosan dengan derajat polimerisasi yang rendah (Shaidi *et al.*, 1999).

Kitosanase dapat diproduksi oleh berbagai mikroorganisme seperti kapang, *actinomycetes*, dan bakteri. Mereka umumnya adalah enzim *endo splitting* dan dapat menghidrolisis kitosan menjadi oligomer kitosan dan glukosamin (Chiang *et al.*, 2002 dalam Zilda dan Fawzya, 2006). Kitosanase yang berasal dari



mikroorganisme mendapatkan perhatian yang khusus karena penting dalam pengaturan keseimbangan lingkungan, daur ulang biomaterial kitin, preparasi enzimatik oligomer kitosan biofungsional, dan untuk kontrol biologi kapang patogen pada tanaman (Kendra *et al.*, 1984 dalam Dewi dan Fawzya, 2006).

Kitosanase dapat tersebar mulai dari bakteri, serangga, virus, tumbuhan, hewan, tanah, air laut dan air rawa. Akhir-akhir ini kitosanase kembali menjadi perhatian karena adanya penggunaan enzim ini dalam pengendalian biologi organisme yang mengandung kitin dan juga penggunaan bahan baku dalam bidang industri dan farmasi (Suryanto, 2005).

Melihat kenyataan ini, eksplorasi kitosanase dapat dilakukan dimana saja mulai dari hewan, tumbuhan, tanah dan air rawa. Lahan rawa lebak merupakan suatu ekosistem yang cukup unik akibat perbedaan genangan air dan adanya periode tergenang dan periode kering. Adanya periode basah dan kering yang berkesinambungan serta adanya perbedaan pemanfaatan lahan lebak diduga akan berpengaruh terhadap keragaman mikroba (Gofar *et al.*, 2007).

Beberapa publikasi hasil penelitian menggunakan bakteri tanah seperti: *Streptomyces* (Okazaki *et al.*, 1995, Tsujibo *et al.*, 1995), *Bacillus* (Mitsutomi *et al.*, 1995), *Aeromonas* (Ueda *et al.*, 1996), *Serratia* (Krishnan *et al.*, 1999), *Enterobacter* (Chernin *et al.*, 1995), *Pseudomonas* (Wang *et al.*, 1997), *Arthrobacter* (Okazaki *et al.*, 1999) dan *Vibrio* (Svitil *et al.*, 1997) dilaporkan memiliki aktivitas kitinolitik, yakni mampu menguraikan kitin. Kemampuan ini menyebabkan kelompok bakteri tersebut berpotensi besar untuk dimanfaatkan, misalnya: sebagai penghasil enzim kitinase yang berguna dalam industri pangan, kosmetik, farmasi, dan lain-lain.

Bakteri kitinolitik berpotensi pula sebagai pengendali hayati beberapa jenis fungi patogen (Pujiyanto *et al.*, 2004).

Mengingat luasnya aplikasi enzim kitosanase, maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan bakteri penghasil enzim kitosanase. Beberapa sumber kitinolitik bakteri yang pernah diteliti adalah udang (Putro, 1982), tanah (Zhu *et al.*, 2003; Choi *et al.*, 2004) air laut dan sedimen air panas (Chasanah, 2004) serta spon (Uria dan Chasanah, 2005). Eksplorasi dilakukan untuk mendapatkan bakteri penghasil enzim kitosanase dari air dan substrat di perairan rawa Sakatiga, Indralaya.

## **B. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan eksplorasi bakteri asal air dan substrat rawa di perairan rawa Ogan Ilir Indralaya yang menghasilkan enzim kitosanase serta mengukur aktivitas enzim kitosanase yang dihasilkan oleh bakteri dari air dan substrat rawa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008a. *Rawa*. (Online) (<http://id.wikipedia.org/wiki/Rawa>). Diakses 16 maret 2009.
- Anonim. 2008b. *Bakteri – Ciri ciri, Struktur, Perkembangbiakan, Bentuk dan Manfaatnya*. (Online) ([http://id.wikipedia.org/wiki/ Bakteri«Guru NgeBlog.htm](http://id.wikipedia.org/wiki/Bakteri%26Guru%26NgeBlog.htm)). Diakses 20 Mei 2009.
- Anonim. 2008c. *Struktur kimia kitin dan turunanya*. (Online) (<http://id.wikipedia.org/wiki/Astruktur1.html>). Diakses 20 Mei 2009.
- Bosso, P., Defaye, J., Dormor, A. A., Gadelle, A., and Pederesen, C. 1986. *The Behaviuor of Chitin Towards Anhydrous Hidrogen Floure*. Preparation of b-(1-4)-linked 2-acetamido-2-deoxy-D-glocopyranosyl oligosaccharides. 156:57-68.
- Brzezinski, R., Boucher, I., Dupuy, A., dan Plouffe, B. 1997. *Actinomycetes as Model and Characterization of Chitosanse*. Chitin Handbook. European Chitin Soc. pp: 291-295.
- Brock, T. D., Madigan, M.T., Martinko, J. 2003. *Biology of Microorganisms*. 6<sup>th</sup> edition. New York: Prentice Hall.
- Chasanah, E. 2004. *Characterization of chitosanase of Basillus licheniformis MB-2 from Manado hot spring water*. Institut Pertanian Bogor.
- Chen, A-N., Taguchi, T., Sakai, K., Kikuchi, K., Wang, M-W., dan Miwa, I. 2003. Antioxidant Activities of Chitobiose and Chitotriose. *Biol. Pharm. Bull.* 26(9): 1326-1330.
- Cheng, Y.C. and Li, K.Y. 2000. *An Aspergillus Chitosanase with Potential for Large-Scale Preparation of Chitosan Oligosaccharides*. *Biotechnol, Appl. Biochem.* 32:197-203.
- Chernin, L., Z. Ismailov, S. Haran and I. Chet. 1995. *Chitinolytic Enterobacter agglomerans, antagonistic to fungal plant patogens*. *Applied and Environmental Microbiology* 61: 1720-1726.
- Chiang, C.L, Chang, C.T and Sung, H.Y. 20002. *Purification and properties of chitosanase from a mutant of Bacillus subtilis IMR-NKL1*. *Enzyme and Microbial Technology.* 32:250-267.
- Choi, Y.J., Kim, E. J., Piao, Z., Yun, Y.C., and Shin, Y.C. 2004. *Purification and Characterization of Chitosanase from Bacillus sp. Strain KCTC 0377BP aand*



*its Application for the Production of Chitosan Oligosaccharides*. J. Appl. Environ Microbiol., 70:4522-4531.

- Darwis, A. A., dan Sukara, E. 1989. *Teknologi Mikrobial*. Pusat Antar Universitas (PAU). Institut Pertanian Bogor.
- Dewi dan Fawzya. 2006. *Kitosan Oligosakarida : Produksi dan Potensinya Sebagai Antibakteri*. Squalen Vol 1. Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.
- Dwijoseputro. 1998. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.
- Emmawati A. 2004. *Produksi kitosan dengan perlakuan kimia dan enzimatis menggunakan NaOH dan kitin deasetilase*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz, S. 1987. *Fisiologi Fermentasi*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Gooday, G. W. 1990. *The Ecology of Chitin Degradation*. Advantages in Microbial Ecology.
- Haliza, W. 2003. *Karakteristik Kitosanase Unik dari Bacillus coagulans LH. 28.38 Asal Lahendong-Sulawesi Utara* [Tesis]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Hotmatua, A. 2004. *Potensi Anti Mikroba Oligomer Kitosan Yang dihasilkan Dengan Menggunakan Enzim Termotabil Kitosanase LH 28.38*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Jeon, Y.j. and Kim, S.K. 2006. *Potential immuno stimulating effect of antitumiral fraction of chitosan oligosacchrides (Abstract)*. The Korean Society fir Chitin and Chitosan Depertement of Agricultural. Dongguk University, Gyungju. Korea.
- Kendra, D.F. and Hadwiger. L.A. 1984. *Characterization of the smallest Chitosan Oligomer that is Maximally Antifungal to Fusarium solani and alicitis pisatin for in Pisum sativum*. Exp. Mycol. 8:276-281.
- Krishnan, H.B., K.Y. Kim and A.H. Krishnan. 1999. *Expression of Serratia marcescens chitinase gene in Sinorhizobium fredii USDA 191 and S. meliloti RCR 201 impedes soybean and alfalfa nodulation*. MolecularPlant-Microbe Interactions 12: 748-751.
- Kusnadi, P., Syulasma, A., Purwianingsih, W., & Diana. 2003. *Mikrobiologi*. Jurusan Pendidikan Biologi. FPMIPA-UPI. IMSTEP



- Meidina, Sugiyono, Jenie, B.S.J., dan Suhartono, M.T. 2005. *Aktivitas Antibakteri Oligomer Kitosan Yang Diproduksi Menggunakan Kitosanase dari Isolat B. Licheniformis MB-2*. (Online). (<http://www.ipitek.net.id>, diakses 15 April 2009).
- Mitsutomi, M., Isono, M Uchiyama. A., Nikaidou. N., Ikegami. T and watanabe. T. 1995. *Chitinase activity of the enzyme previously reported as b-1,3-1,4-glucocanase from Bacillus circulans WL-12*. *Bioaci. Biotechnol. Biochem.* 62:2107-2114.
- Nasran, F. Ariyanti, dan N. Indriati. 2003. *Produksi kitinase dan kitin deasetilase dari Vibrio harveyi*. *J.Penelitian Perikanan Indonesia*. 9: 33-38.
- Nuraida, P. 2004. *Berbagai Ragam Pemanfaatan Polimer*. Digitized USU digital library. Sumatera Utara. (online). (<http://www.Library.usu.id/download/ft/kimia.nuraida.pdf>, diakses 28 juni 2009).
- Okazaki, K., F. Kato, N. Watanabe, S. Yasuda, Y. Masui and S. Hayakawa. 1995. *Purification and properties of two chitinases from Streptomyces sp. J-13-3*. *Biosci. Biotech. Biochem.* 59: 1586-1587.
- Okazaki, K., T. Kawabata, M. Nakano and S. Hayakawa. 1999. *Purification and Properties of Chitinase from Arthrobacter sp. NHB-10*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 63: 1644-1646.
- Pujiyanto, S., D.A. Suprihadi, Wijanarka dan S. Purwantisari. 2004. *Potensi Bakteri Kitinolitik Isolat Lokal untuk Memproduksi Enzim Kitinase dan Mengendalikan Kapang Patogen*. [Laporan Penelitian]. Semarang: FMIPA UNDIP.
- Pratiwi, S.T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Fakultas Farmasi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Putro, S. 1982. *Study of suitability of Chitinolastic microorganisms for Shrimp Waste for Fermentation*. *Disertation*. University of Washington. 339 pp.
- Rahman, A. 1987. *Pengantar Teknologi Fermentasi*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut pertanian bogor.
- Ristiati, N, P. 2008. *Isolasi dan identifikasi bakteri penambat nitrogen non simbiosis dari dalam tanah*. Jurusan Pendidikan Kimia. Fakultas MIPA Undiksha.

- 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., Katsumi, R., Isobe, A. And Nanio, F. 1998. *Purification and hydrolytic action of chitosanase from Norcadie orientalis*. Biochim. Biophys. Acta. 1079:65-72.
- Setyani, H. 2007. *Uji Aplikasi Enzim Kitosanase Yang Diproduksi Oleh Isolat Bakteri JB4 Dari Terasi Untuk Pembuatan Oligomer Kitosan*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Shahidi, F. Arachchi, J.K.V. dan Joen, Y.J. 1999. *Food Applications of Chitin and Chitosan*. Trends in food Sci. Technol. 10:37-51.
- Somashekar, D. And Joseph, R. 1996. *Chitosanases properties and applications*. Bioresource Technology.
- Suhartono, M.T. 1989. *Enzim dan Bioteknologi*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor.
- Suhartono, M.T., Chasanah, E. dan Pyun, Y.R. 2002. *Biotechnology of chitosanalytic enzim*. Nutraceuticals and food. 7:461-465.
- Suhartono, MT., Rahayu S., Tanuwijaya F., Rukayadi Y., Suwanto A., Hwang JK., Pyun YR. 2004. *Study of thermostable chitinase enzymes from Indonesian Bacillus K29-14*. J Microbiol Biotech 4:647-652.
- Sunatmo, T I. 2007. *Eksperimen Mikrobiologi Dalam Laboratorium*. Ardy Agency. Jakarta.
- Surga, Y. 2009. *Kitin dan kitinase*. (Online) ([http://id.wikipedia.org/wiki/KITIN DAN KITINASE](http://id.wikipedia.org/wiki/KITIN_DAN_KITINASE) « yis's FOOD entertaining.mht ). Diakses 16 maret 2009.
- Suryanto, D. 2005. *Eksplorasi Bakteri Kitinolitik: Keragaman Genetik Gen Peyandi Kitinase*. Universitas Sumatera Utara.
- Svitil, A. L., S.M. Chadhain, J. A. Moore and D. L. Kirchman. 1997. *Chitin degradation proteins produced by the marine bacterium Vibrio harveyi growing on different forms of chitin*. Applied and Environmental Microbiology 63: 408-413.
- Tsugita T. 1997. *Chitin/chitosan and their application*. Biosci Res Lab Katokichi Ltd. Japan.



- Tsujibo, H., H. Endo, K. Miyamoto and Y. Inamori. 1995. *Expression in E. coli of a gene encoding a thermostable chitinase from Streptomyces thermoviolaceus OPC-520*. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 59: 145-146.
- Ueda, M., M. Shiro, T. Kawaguchi and M. Arai. 1996. *Expression of chitinase III gen of Aeromonas 10S-24 in E. coli*. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 60: 1195-1197.
- Uria, A.R. and Chasanah. E. 2005. *Chitosanase and Chitinase from microorganisms associated with marine sponges*. Proceeding of 9 th Asian Food Confrence. Jakarta.
- Wang, S.L., S.H. Chiou and W.T. Chang. 1997. *Production of chitinase from shellfish waste by Pseudomonas aeruginosa K-187*. Proceeding of the National Science Council of R.O.C. 21: 71-78.
- Yamasaki, Y., Hayashi, I., Ohta, Y., Nakagawa, T., Kawamukai, M. And Matsuda, H. 19993. *Purification and mode of action of chitosanolytic enzyme from Enterobacter sp. G-1*. Bull. Agric. Shimane Univ.
- Yoshihara, K., Hosokawa, J., Kuho, T., Nishiyama, M. And Koba, Y. 1992. *Purification and Properties of a chitosanase from Pseudomonas sp.* .Biosci. Biotechnol. Biochem.
- 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.
- Zilda, D.S. and Fawzya, Y.N. 2006. *Production and Characterization Chitosanase from Bacteria Isolated from Terasi*. Paper presented at ASEAN Biochem. Sem. & Workshop on Enzymes: Industrial and Medical. Prospects. Feb. 6-7. 2006. Airlangga Univ.