

**SKRINING DAN IDENTIFIKASI BAKTERI TERMOFILIK PENGHASIL
XILANASE MENGGUNAKAN GEN PENYANDI 16S-rRNA**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**



Oleh :

NEDDY FERDIANSYAH

08101004016

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2014**

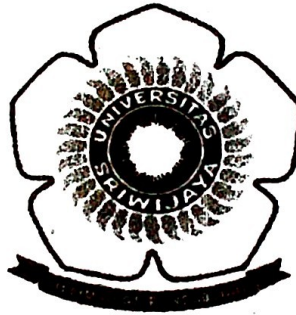
R: 26786/27347

**SKRINING DAN IDENTIFIKASI BAKTERI TERMOFILIK PENGHASIL
XILANASE MENGGUNAKAN GEN PENYANDI 16S-rRNA**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**

S
579.307
Hed
S
2014
C. 142741



Oleh :

NEDDY FERDIANSYAH

08101004016

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

**SKRINING DAN IDENTIFIKASI BAKTERI TERMOFILIK PENGHASIL
XILANASE MENGGUNAKAN GEN PENYANDI 16S-rRNA**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**

Oleh :

**NEDDY FERDIANSYAH
08101004016**

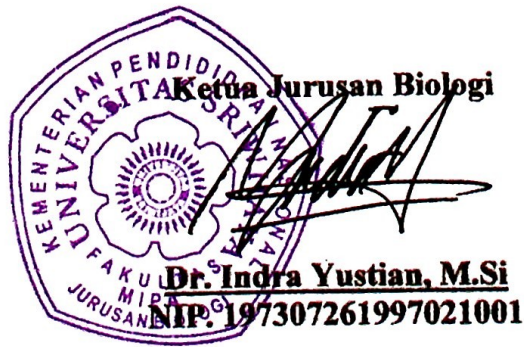
Mengetahui

Pembimbing II

Dr. Heni Yohandini Kusumawati M.Si
NIP. 197011152000122004

**Indralaya, Juni 2014
Pembimbing I**

Dra. Muharni, M.Si
NIP. 196306031992032001



Motto :

*Sukses Itu Sederhana...
Lakukan Hal Yang Tepat Dengan Cara Yang Tepat
Pada Waktu Yang Tepat*

*Seribu Mimpi Akan Percuma
Jika Tanpa Sebuah Aksi
Cobalah, Raihlah Dan Amanahkan*

Dengan Mengharapkan Ridha Allah SWT. Saya Persembahkan Karya Ini Kepada:

- ❖ Allah SWT
- ❖ Kedua Orang Tua (Imron Hasan, S.Pd dan Surtini)
- ❖ Ketiga Adik (Uci Dwi Lestari, Noven Rifaldi S dan Essy Meisya Lestari)
- ❖ Pembimbing Akademik (Prof. Dr. Hj. Hilda Zulkifli, M.Si, DEA)
- ❖ Pembimbing Tugas Akhir
(Dra. Muharni, M.Si dan Dr. Heni Yohandini Kusumawati, M.Si)
- ❖ Semua Dosen FMIPA Biologi
- ❖ Saudara-saudari (Teman) yang saya banggakan
- ❖ Almamater

**Terimakasih Atas Dukungan Dan Motivasinya
Hidup Ini Berarti Karena Kalian**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang tetap menyertai dan melindungi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Skrining dan Identifikasi Bakteri Termofilik Penghasil Xilanase Menggunakan Gen Penyandi 16S-rRNA*.

Ucapan terimakasih yang setulusnya dengan rasa hormat kepada pembimbing Tugas Akhir, Dra. Muharni, M.Si dan Dr. Heni Yohandini Kusumawati, M.Si, yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran, perhatian dan keikhlasan serta tenaga dan pikiran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih juga ditujukan kepada:

1. Kedua orang tua dan adik-adik saya atas dukungan, kasih sayang dan Doa yang selalu memotivasi penulis.
2. Drs. Muhammad Irfan, M. T selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.
3. Dr.rer.nat Indra Yustian, M.Si, Selaku ketua jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Prof. Dr. Hj. Hilda Zulkifli, M.Si, DEA, selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan selama masa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.
5. Dr. Munawar, M.Si dan Dr. Hary Widjajanti, M.Si, selaku dosen pembahas yang telah banyak memberikan saran dalam penulisan skripsi.
6. Seluruh Staf Dosen Pengajar dan Karyawan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan Ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.

7. Pak Nanang, Kak Andi, Kak Angga dan Uni Nia, terimakasih atas bantuan dan doa yang telah diberikan.
8. Sahabat-Sahabat saya (2010) dan saudara dekat saya (Entin Nuraetin), terimakasih dukungan, nasihat, bantuan dan doa yang telah diberikan.
9. Saudaraku seperjuangan (Meita & Hani), terimakasih dukungan, bantuan dan doa yang telah diberikan.
10. Kakak tingkat 2008 dan 2009 serta Adik-adik 2011, 2012 dan 2013, terimakasih atas bantuan dan motivasinya.
11. Semua Pihak yang ikut serta memberikan dukungan selama saya kuliah serta dalam penyelesaian skripsi.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua yang membaca, khususnya mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya. Atas kekurangan dalam penulisan skripsi ini penulis menghaturkan maaf, akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Indralaya, Juni 2014

Penulis

SCREENING AND IDENTIFICATION OF XYLANASE PRODUCING THERMOPHILIC BACTERIA USING GENE ENCODING 16S-RRNA

By

NEDDY FERDIANSYAH

08101004016

ABSTRACT

Screening and identification of xylanase producing thermophilic bacteria using gene encoding 16S-rRNA has been conducted in November 2013-April 2014 in the laboratory of Microbiology, Genetics and Biotechnology, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Sriwijaya. This study aimed to obtain the thermophilic bacteria that producing xylanase enzyme and determine the type and phylogenetic relationship. Four isolates showed the presence of xylanolytic activity. Based on phylogenetic analysis, the isolates had closely related to *Anoxybacillus rupienensis* (TS1A1), *Anoxybacillus vitaminiphilus* (TS1A2), *Bacillus licheniformis* (TS2A1, TS2A2, TS2A3 and TS3A2) and *Brevibacillus thermoruber* (TS1S2) with approximately 99%, 85%, 99% and 99% similarities, respectively.

Keyword: screening, identification, thermophilic bacteria, xylanase, 16-rRNA.

SKRINING DAN IDENTIFIKASI BAKTERI TERMOFILIK PENGHASIL XILANASE MENGGUNAKAN GEN PENYANDI 16S-rRNA

Oleh

NEDDY FERDIANSYAH

08101004016

ABSTRAK

Skrining dan Identifikasi Bakteri Termofilik Penghasil Xilanase Menggunakan Gen Penyandi 16S-rRNA telah dilakukan pada bulan November 2013-April 2014 di laboratorium Mikrobiologi, Genetika dan Bioteknologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bakteri termofilik penghasil enzim xilanase serta mengetahui jenisnya dan kekerabatannya. Hasil seleksi didapatkan 4 isolat yang menunjukkan adanya aktivitas xilanase. Berdasarkan analisis filogenetik isolat xilanolitik memiliki kemiripan dengan *Anoxybacillus rupienensis* 99% (TS₁A₁), *Anoxybacillus vitaminiphilus* 84,47% (TS₁A₂), *Bacillus licheniformis* 99% (TS₂A₁, TS₂A₂, TS₂A₃ dan TS₃A₂) dan *Brevibacillus thermoruber* 99% (TS₁S₂).

Kata kunci: skrining, identifikasi, bakteri termofilik, xilanase, 16S-rRNA.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Bakteri Termofilik	5
2.2. Xilan	7
2.3. Xilanase	8
2.4. Peranan Enzim Xilanase dalam Industri	9
2.5. Gen Penyandi 16S-rRNA	10
2.6. <i>Pelimerase Chain Reaction (PCR)</i>	12
2.7. Analisis Filogenetik	13

BAB III. METODELOGI PENELITIAN	15
3.1. Waktu dan Tempat	15
3.2. Alat dan Bahan	15
3.3. Cara Kerja	16
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1. Seleksi Bakteri Xilanolitik	19
4.2. Isolasi DNA Kromosom Bakteri Termofilik	22
4.3. Amplifikasi Gen 16S-rRNA Bakteri Termofilik	23
4.4. Analisis Filogenetik	25
BAB V. KESIMPULAN	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur Molekul Xilan	7
Gambar 4.1. Aktivitas Bakteri Termofilik Penghasil Xilanase	20
Gambar 4.2. Indeks Xilanolitik Bakteri Termofilik Penghasil Xilanase	21
Gambar 4.3. Hasil Elektroforesis Isolasi DNA Kromosom	22
Gambar 4.4. Hasil Elektroforesis Amplifikasi Gen 16S-rRNA.....	24
Gambar 4.5. Filogenetik Isolat TS ₁ A ₁ dan TS ₁ A ₂	26
Gambar 4.6. Filogenetik Isolat TS ₁ S ₁	27
Gambar 4.7. Filogenetik Isolat TS ₂ A ₁ , TS ₂ A ₂ , TS ₂ A ₃ dan TS ₃ A ₂	28

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Hasil Uji Aktivitas Xilanolitik Bakteri Termofilik	19
Tabel 4.2. kekerabatan Isolat Bakteri Termofilik Penghasil Xilanase.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Komposisi Medium	35
Lampiran 2. Tabel Hasil Perhitungan Indeks Xilanolitik	36
Lampiran 3. Hasil Uji Xilanolitik	37
Lampiran 4. Hasil sekuensing Isolat Bakteri Termofilik	43

BAB I PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Kawasan sumber air panas merupakan suatu daerah yang memiliki karakteristik yang unik dengan temperatur tinggi dan memiliki keanekaragaman mikroba termofilik yang mampu berinteraksi dengan kondisi lingkungan ini. Keanekaragaman spesies mikroba termofilik dan hipertermofilik banyak ditemukan pada domain *bacteria* dan *archaea*. Keanekaragaman bakteri termofilik memberikan gambaran besarnya potensi yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan seperti pada proses pemutihan kertas (Brock 2004: 13).

Bakteri termofilik merupakan mikroorganisme yang mampu hidup pada temperatur tinggi. Mikroorganisme termofilik ini mampu mensintesis molekul stabil pada kondisi panas, sehingga berpotensi untuk menghasilkan enzim termostabil. Bakteri termofilik inilah yang saat ini dibutuhkan guna mendukung kemajuan bioteknologi (Andrade 1999: 73).

Bakteri termofilik berpotensi sebagai sumber enzim yang banyak dimanfaatkan dalam bidang industri karena memiliki berbagai keunggulan. Bakteri termofilik dapat menghasilkan enzim-enzim tahan panas dan mempunyai aktivitas optimum pada temperature tinggi. Keunggulan ini sangat diperlukan oleh industri *pulp* karena dapat menurunkan biaya produksi, mempertinggi produktifitas, menghindari kontaminasi dan mengurangi pencemaran lingkungan (Vielle & Zeikus, 2001: 27).

Kesadaran akan kondisi lingkungan menjadikan enzim sebagai salah satu alternatif untuk menggantikan proses kimiawi dalam bidang industri (Falch 1991: 643-658) Hal ini disebabkan, sifat enzim sebagai biokatalisator yang efisien, selektif, ekonomis, tidak

beracun dan mengkatalisis reaksi tanpa produk samping, serta ramah lingkungan. Kemajuan dalam teknologi fermentasi, rekayasa genetika dan teknologi aplikasi enzim menyebabkan penggunaan enzim dalam industri semakin luas.

Salah satu enzim yang banyak digunakan dalam industri adalah enzim xilanase. Xilanase merupakan enzim ekstraseluler yang berfungsi mengkatalisis reaksi hidrolisis substrat xilan (hemiselulosa) menjadi gula pereduksi xilosa dan xilooligosakarida. Xilanase dapat dihasilkan oleh sejumlah mikroorganisme yaitu bakteri, ragi, dan jamur (Sulistyaningtyas *et al.* 2013: 470-476).

Kebutuhan enzim xilanase di industri yang terus meningkat menyebabkan perlu dilakukan eksperimen untuk mencari sumber penghasil enzim xilanase yang tahan terhadap suhu tinggi. Pencarian enzim xilanase termostabil yang dihasilkan oleh mikroorganisme berasal dari sumber air panas, seperti kawah gunung berapi dan daerah geothermal (Ahmaloka *et al.* 2006: 1).

Aplikasi xilanase pada industri terutama pada pabrik kertas sebagai pemutih kertas. Penggunaan xilanase ini dapat menggantikan pemakaian klorin, sehingga dapat mengatasi masalah dalam pencemaran lingkungan (Richana *et al.* 2005: 24-34). Disamping itu xilanase digunakan sebagai penghasil xilosa dan xilooligosakarida dalam industri pangan. Xilosa dimanfaatkan secara luas sebagai pemanis non kalori pada produk permen karet, eskrim, *baked goods*, fruits spreads dan pasta gigi. Pada industri minuman xilanase berperan sebagai penjernih jus dan wine (Setyawati 2006: 164-168).

Identifikasi bakteri dengan menggunakan 16S-rRNA merupakan teknik yang akurat karena mampu mengidentifikasi bakteri hingga spesies. Identifikasi terhadap gen penyandi 16S-rRNA juga dikenal dengan sebutan ribotyping/riboprinting merupakan teknik yang

akurat untuk identifikasi molekuler. Metode ini didasarkan pada tingkat kesamaan dalam sekuens gen 16S-rRNA (Puspaningrum 2008: 11).

Pemanfaatan urutan 16S-rRNA ini karena molekul rRNA mengandung urutan nukleotida yang sangat konservatif secara evolusi. Daerah yang sangat konservatif dapat digunakan sebagai situs pelekatan primer sehingga dapat diamplifikasi secara *in vitro* dengan PCR. Dengan cara ini kita dapat mempelajari adanya keragaman genetik dari suatu lingkungan lebih detil karena mikroba yang tidak dapat dikulturkan dapat diperoleh gen 16S-rRNA (Richana 2005: 24-34).

Febrianti (2013: 22), telah mendapatkan 18 isolat bakteri termofilik dari sumber air panas Tanjung Sakti. Isolat-isolat tersebut belum diketahui potensinya sebagai penghasil enzim, sehingga perlu dilakukan skrining terhadap aktivitas enzim dari bakteri termofilik, seperti enzim xilanase. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi berdasarkan pendekatan Biologi Molekuler dengan menggunakan urutan gen penyandi 16S-rRNA, terhadap bakteri termofilik penghasil xilanase.

1.2 Rumusan Masalah

Isolat-isolat termofilik memiliki potensi untuk menghasilkan enzim termostabil sehingga perlu dilakukan skrining dari isolat-isolat yang sudah diisolasi peneliti sebelumnya. Isolat tersebut berasal dari sumber air panas Tanjung Sakti, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Pada penelitian ini diharapkan akan diketahui isolat yang memiliki aktivitas xilanase serta jenis dan kekerabatannya.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bakteri termofilik penghasil enzim xilanase serta mengetahui jenis dan kekerabatannya.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai jenis bakteri termofilik penghasil enzim xilanase yang berasal dari sumber air panas Tanjung Sakti, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmaloka, Suharto, A., Nurbaiti, S., Tika, I.N & Warganegara, F.M. 2006. Ribotyping Identification of thermophilic bacterium from papandayan crater. *Proceeding of ITB Engineering Science*.
- Andrade, C.,M.M.C Nei Pereira Jr., & G. Antranikian. 1999. Extremely thermophilic microorganisms and their polymerhidrolytic enzyme, *Revista De Microbiologia*. Department of Technical Microbiology. Technical University Hamburg Germany
- Aris, M. 2011. Identifikasi Patogenitas Bakteri dan Pemanfaatan Gen 16S-rRNA untuk Deteksi Penyakit Ice-Ice pada Budidaya Rumput Laut. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Asnawi, H, (2006), Keanekaragaman Bakteri Termofilik yang Terdapat Dalam Sumber Mata Air Panas di Taman Wisata Padusan Pacet, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur. *Skripsi*. Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Malang.
- Atlas, R.M. & Bartha, R. 1987. *Microbial Ecology Fundamentals And Applications* (Second Edition). The Benjamin Cummings Publishing Company. California.
- Beg, Q.K., Kapoor, M., Mahajan, L., Hoondal G.S. 2001. Microbial xylanase and their industrial application. *J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 56: 326-338
- Baker, G.C., Smith, J.J., Cowan, D.A. 2003. Review and Re-Analysis of Domain-Specific 16S Primers. *Journal of Microbiological Methods.* 55: 541-555.
- Brock, T. D. 2004. Nutrition and Growth of Bacteria. Textbook of Bacteriology. Kanneth Todar University of Wisconsin. Madison Departemant of Bacteriology. <http://www.textbookofbacteriology.net/nugro.html>. Diakses tanggal 07 November 2013.
- De Rossa M., Gambacorta A. & Gliozzi A. 1986. Structure, Biosynthesis and Physicochemical Properties of Archaeobacterial Lipids. *Microbiological Reviews.* 50: 70-80.
- Dessy, C.S. 2008. Isolasi Bakteri dan Uji Aktivitas Amilase Termofil Kasar dari Sumber Air Panas Penen Sibirubiru Sumatera Utara. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.
- Falch, E.A., 1991. Industrial Enzymes Developments in Production and Application. *Biotech. Adv.* 9:643-658.
- Fatchyah., Arumingtyas, L.L., Wadyarti, S., Rohani, S. 2009. *Dasar-Dasar Analisa Biologi Molekuler*. Malang: Lembaga Penerbitan FP UB. xvi+237 hlm.

- Febrianti, C. 2013. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Termofilik Penghasil Xilanase dari Sumber Air Panas Tanjung Sakti Lahat Sumatera Selatan. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.
- Hatmanti, A. 2000. Pengenalan *Bacillus* spp. *Jurnal Oseana*. 25(1): 31-41.
- Inan, K., Canakci, S., & Belduz A.O. 2010. Isolation and Characterization of Xylanolytic New Strains of *Anoxybacillus* from some Hot Springs in Turkey. *Turk J Biol*. 529-542
- Janda, J.M & Abbott, S.L. 2007. 16S-rRNA Gene Sequencing for Bacterial Identification in the Diagnostic Laboratory: Pluses, Perils and Pitfalls. *Journal clin Microbiol*. 45(9): 2761-2764.
- Mabrouk, M.S., M. Hamdy, M. Mamdouh, M. Aboelfotoh, and Y.M. Kadah. 2006. BIOINFTool: Bioinformatics and sequence data analysis in molecular biology using Matlab. *Proc. Cairo International Biomedical Engineering Conference*.
- Madigan, M. T., Martinko, J.M., & Parker, J. 2000. *Brock Biology of Microorganism*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Muharni. 2009. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Penghasil Kitinase Dari Suber Air Panas Danau Ranau Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*. 09:12-15.
- Mursyidin, D.H. & Qurrohman, M.T. 2012. Kekerabatan Filogenetik 15 Jenis Durian (*Durio* Spp.) Berdasarkan Analisis Bioinformatik Gen 5.8S-rRNA dan ITS Region. *Bioscientiae*. 09:45-54.
- Prescott, LM. 2005. *Microbiology 5th Edition*. USA: The McGrawth-Hill Companies. New York: 126-139.
- Purwandani, L.F. 2012. Isolasi Dan Uji Aktivitas Enzim Amilase dari Isolat Bakteri Termofilik Amilolitik Pasca Erupsi Merapi pada Berbagai Variasi Suhu dan pH. *Skripsi*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Purwoko, T. 2009. Fisiologi Mikroba. Jakarta: Bumi Aksara. xii+286 hlm.
- Puspaningrum, A. 2008. Penerapan Metode Polymerase Chain Reaction Menggunakan Pimer 16E1 dan 16E2 untuk Mendeteksi *Escherichia coli* dalam Berbagai Sampel Air. *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Richana, N. Lestari, P., Thontowi, A. & Rosmimik. 2000. Seleksi Isolat Bakteri Lokal Penghasil Xilanase. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. 5 (2): 54-56.

- Richana, N. 2002. Produksi dan prospek enzim xilanase dalam pengembangan Bioindustri di Indonesia. *Buletin Agrobio*. 5(1):29-36.
- Richana, N., Irawadi, Tun T., Nur, A., & Syamsu, K., 2005. Isolasi Identifikasi Bakteri Penghasil Xilanase Serta Karakterisasi Enzimnya. *Jurnal Agrobiogen*. Bogor. 4(1):24-34.
- Santoso, P.J., G.B. Saleh, N.M. & Suhaimi, N. 2005. Phylogenetic relationships amongst 10 *Durio* species based on PCR-RFLP analysis of two chloroplast genes. *Indonesian Journal of Agricultural Science*. 6(1): 20-27.
- Setyati, W.R., & Subagio. 2012. Isolasi dan seleksi bakteri penghasil enzim ekstraseluler (proteolitik, amilolitik, lipolitik dan selulolitik) yang berasal dari sedimen kawasan mangrove. *Ilmu kelautan* . 17 (3): 164-168.
- Setyawati, I. 2006. Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Media Untuk Produksi Enzim Xilanase. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. xi+79 hlm.
- Septiningrum, K. 2008. Isolasi dan Karakterisasi Xilanase dari *Bacillus circulans*. Bandung. ITB. 48:31-40.
- Setianingrum, H., Soeka, Y.S., Rahayu, S.H., Naiola, E. 2011. Kemampuan *Bacillus licheniformis* dalam Memproduksi Enzim Protease yang Bersifat Alkalin dan Termofilik. *Artikel Mikrobiologi*. 21(2): 89-95.
- Slepecky, R.A. & Hemphill, H.E. 2006. The Genus *Bacillus*- Nonmedical. *Jurnal Prokaryotes*. 4: 530-562.
- Suherman, E.A. 2012. Isolasi, Identifikasi dan Pengujian Kemampuan Kapang Selulolitik dari Manuskrip Kuno Kertas Daluang Asal Keraton Kesepuhan Cirebon. *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Sulistyaningtyas, A.S., Prasetyawan, S., Sutrisno. 2013. Pengaruh Penambahan Ion Fe³⁺ Terhadap Aktivitas Xilanase dari *Tricoderma viride*. *Kimia Student Jurnal*. 2(2): 470-476.
- Sumardi & Dewi, L. 2009. Isolasi *Bacillus* Penghasil Protease Dari Saluran Pencernaan Ayam Kampung. *Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*. UNILA. Lampung. 157-164.
- Sunna, A. & Antranikian, G. 1997. Xylanolytic Enzyme From Fungi And Bacteria. *Crit. Rev.in Biotechnol*. 17 (1): 39-67.

- Susanto, A.H., Amurwanto, H., Wahyono, D.J., 'Azis, S. 2006. Amplifikasi Fragmen Pelacak Gen Lipase Bakteri Termofilik yang Diisolasi dari Kompos. *Jurnal Sains Tek.* 12(1): 9-13.
- Susilowati, P.E., Raharjo, S., Kurniawati, D., Rahim, R., Sumarlin & Ardiansyah. 2012. Produksi Xilanase Dari Isolat Sumber Air Panas Sonao Sulawesi Tenggara Menggunakan Limbah Pertanian. *Jurnal Natur Indonesia.* 14(3):199-204.
- Vielle, C. and Zeikus, GJ. 2001. Hyperthermophilic Enzymes : Source, Uses, and Molecular Mechanism, for Thermostability. *Mikrobiol Mol Biol Rev.* 65: 1-43.
- Zhang, Xin-Qi., Zhang, Zhen-Li., Wu, Nan., Zhu, Xu-Fen & Wu, Min. 2013. *Anoxybacillus Vitaminiphilus* Sp. Nov., A Strictly Aerobic and Moderately Thermophilic Bacterium Isolated From A Hot Spring. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.* 63: 4064–4071.