

SKRIPSI

**ISOLASI AKTINOMISET UNTUK BIOREMEDIASI AIR
RAWA YANG TERCEMAR BAHAN ORGANIK**

***ISOLATION OF ACTINOMYCETES FOR BIOREMEDIATION
OF SWAMP WATER CONTAMINATED WITH ORGANIC
MATTER***

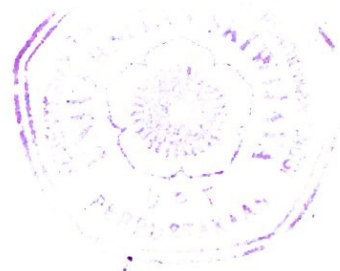


**Nabilah Saraswati
05051181320001**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

S
363. 739 407
Nab
i
2018

. 50910 .



SKRIPSI

**ISOLASI AKTINOMISET UNTUK BIOREMEDIASI AIR
RAWA YANG TERCEMAR BAHAN ORGANIK**

***ISOLATION OF ACTINOMYCETES FOR BIOREMEDIATION
OF SWAMP WATER CONTAMINATED WITH ORGANIC
MATTER***



**Nabilah Saraswati
05051181320001**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

SUMMARY

NABILAH SARASWATI Isolation of Actinomycetes for Bioremediation of Swamp Water Contaminated With Organic Matter (Supervised by **MARINI WIJAYANTI** and **DADE JUBAEDAH**).

Actinomycetes are soil microorganism which commonly are found in various types of soil, including sediment. Actinomycetes Cellulolytic and Proteolytic could hydrolisize organic waste. Several types of actinomycetes are potential as bioremediation agent in water contaminated with organic waste. This study aimed to determine the ability of actinomycetes as bioremediation agent in improving water quality for fish cultivation. The study was conducted from November 2016 to Maret 2017 at Laboratory of Microbiology, Departement of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, and Laboratory of Aquaculture, Aquaculture Study Program, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. The steps of this study were sampling, isolating and selecting, culturing, and testing in swamp water contaminated with organic matter. Two actinomycetes isolates were cellulolytic from swamp sediment and proteolytic from catfish pond sediment. The result of study was the isolated actinomycetes reduced total Nitrogen *Dissolved Oxygen*, *Chemical Oxygen Demand*, *Total Dissolved Solids*, *Electrical Solids*, total Phosphate total but increased *Biological Oxygen Demand* values.

Key words : *Actinomycetes, Bioremediation, Organic Material, Swamp water*

RINGKASAN

NABILAH SARASWATI Isolasi Aktinomiset untuk Bioremediasi Air Rawa yang Tercemar Bahan Organik (Dibimbing oleh **MARINI WIJAYANTI** dan **DADE JUBAEDAH**).

Aktinomiset merupakan mikroorganisme tanah yang umum dijumpai pada berbagai jenis tanah termasuk sedimen. Aktinomiset selulolitik dan proteolitik mampu menghidrolisis limbah organik. Beberapa jenis aktinomiset berpotensi sebagai agen bioremediasi pada air yang tercemar limbah organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan aktinomiset sebagai agen bioremediasi dalam memperbaiki kualitas air untuk budidaya ikan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2016 sampai dengan Maret 2017 di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan Laboratorium Dasar Perikanan, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Tahap penelitian antara lain isolasi dan seleksi aktinomiset, kultur cair, dan pengujian pada air rawa yang tercemar bahan organik. Dua isolat aktinomiset yang 1 selulolitik dari sedimen rawa dan 1 proteolitik dari sedimen kolam patin. Hasil pengujian pada air rawa tercemar bahan organik menunjukkan aktinomiset yang diisolasi menurunkan N total, DO, COD, TDS, EC, Total fosfat, tetapi menaikkan nilai BOD.

Kata Kunci : Aktinomiset, Air Rawa, Bahan Organik, Bioremediasi,

SKRIPSI

ISOLASI AKTINOMISET UNTUK BIOREMEDIASI AIR RAWA YANG TERCEMAR BAHAN ORGANIK

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Nabilah Saraswati
05051181320001

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

ISOLASI AKTINOMISET UNTUK BIOREMEDIASI AIR RAWA YANG TERCEMAR BAHAN ORGANIK


SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

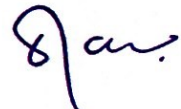
Oleh:

Nabilah Saraswati
05051181320001

Pembimbing I



Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si.
NIP 197609102001122003

Indralaya, Januari 2018
Pembimbing II


Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si.
NIP 197707212001122001


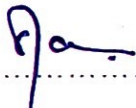



Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP 196012021986031003

Skripsi dengan Judul “Isolasi Aktinomiset untuk Bioremediasi Air Rawa Yang Tercemar Bahan Organik” oleh Nabilah Saraswati telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 10 Januari 2018 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

- | | | |
|---|------------|---|
| 1. Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si.
NIP 197609102001122003 | Ketua | () |
| 2. Dr.Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si.
NIP 197707212001122001 | Sekretaris | () |
| 3. Dr. Mohamad Amin, S.Pi., M.Si.
NIP 197604122001121001 | Anggota | () |
| 4. Ade Dwi Sasanti, S.Pi., M.Si.
NIP 197612302000122001 | Anggota | () |
| 5. Yulisman, S.Pi., M.Si.
NIP 197607032008011013 | Anggota | () |

Indralaya, Januari 2018
Ketua Program Studi
Budidaya Perairan



Ade Dwi Sasanti, S.Pi., M.Si.
NIP 197612302000122001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nabilah Saraswati

NIM : 05051181320001

Judul : Isolasi Aktinomiset untuk Bioremediasi Air Rawa Yang Tercemar Bahan Organik.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang telah disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Januari 2018



[Nabilah Saraswati]

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 22 April 1995 di Palembang. Anak pertama dari dua bersaudara, orang tua bernama Bapak Alm.Ponimin dan Ibu Yenny Sri Rahayu. Pendidikan TK diselesaikan pada tahun 2001 di TK Aisyiah Balayudha Palembang. Sekolah Dasar diselesaikan pada tahun 2007 di SD Muhammadiyah 06/14 Palembang. Sekolah Menengah Pertama diselesaikan pada tahun 2010 di SMPN 33 Palembang dan Sekolah Menengah Atas diselesaikan pada tahun 2013 di SMAN 11 Palembang. Sejak Agustus 2013 penulis tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui Jalur Undangan.

Penulis melaksanakan magang di UPTD Balai Benih Ikan di Gandus, Palembang, Sumatera Selatan dengan judul “Pemeliharaan Ikan Nila di Balai Pembenuhan Ikan Gandus” serta Praktek Lapangan di Kelompok Usaha Tani Waring Jaya di Jalan Sei Hitam, Palembang dengan judul “Penggunaan Kunyit (*Curcuma longa*) Dalam Pakan Untuk Budidaya Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*).

Pada tahun ajaran 2014-2015 penulis pernah dipercaya menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar-Dasar Mikrobiologi Akuatik, Genetika dan Pemuliaan Ikan, Ekologi Perairan dan di tahun 2016-2017 menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar-Dasar Mikrobiologi Akuatik, serta di tahun 2013-2014 pernah menjadi anggota Dokumentasi HIMAKUA Universitas Sriwijaya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan pembuatan skripsi dengan judul "Isolasi Aktinomiset Sebagai Bioremediator Air Rawa Yang Tercemar Bahan Organik" ini dapat terlaksanakan dengan baik.

Dalam proses penyusunan skripsi ini tak lupa penulis ucapkan terima kasih atas semua bantuan, dukungan, doa, motivasi, saran kepada:

1. Ibu Ade Dwi Sasanti, S.Pi., M.Si selaku ketua Program Studi Budidaya Perairan yang telah membantu dan membimbing dalam penyelesaian skripsi serta menyelesaikan pendidikan sarjana.
2. Ibu Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si selaku pembimbing I dan Ibu Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si selaku pembimbing II yang telah sabar dalam memberikan bimbingan, saran, dan motivasi yang berharga kepada penulis dalam penyelesaian skripsi serta menyelesaikan pendidikan sarjana.
3. Bapak Dr. Mohamad Amin, S.Pi., M.Si., Ibu Ade Dwi Sasanti, S.Pi., M.Si., dan Bapak Yulisman, S.Pi., M. Si selaku tim penguji yang telah memberikan kritik serta masukan yang membangun sehingga skripsi ini tersusun dengan baik.
4. Terimakasih kepada orang tua saya Bapak Bambang Suhendy, SE, MM. Serta Ibu Yenny Sri Rahayu dan Saudara M.Rizky Saputra yang telah memberikan do'a, motivasi, serta materi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
5. Bapak Ir. H. Marsi, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing akademik yang memberikan bimbingan, saran , dan motivasi yang berharga.
6. Segenap Dosen Program Studi Budidaya Perairan yang secara langsung ataupun tidak langsung telah memberikan motivasi dan banyak ilmu kepada penulis.
7. Agustina, Desman, Bayu, Citra, papa omo, dan mama eis yang telah banyak membantu penulis selama penelitian dan memberi motivasi. Ade Bayu, Siti, Karta. Dodi, Nabil, Ayu Daryani, Rabel, Wawan dan seluruh Budidaya Perairan angkatan 2013. Rezky, Trijuni, Arry, Dinda, Yulinda, Fadhilah, Raya dan seluruh anggota KBM serta GJ.
8. Mbak Ana analis Laboratorium Budidaya Perairan dan Uni Nia selaku Analis Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Biologi.

9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis selama ini.

Hanya Allah SWT yang dapat membalas segala kebaikan Bapak, Ibu, Saudara/Saudari. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini dan penulis berharap dengan adanya laporan ini semoga dapat bermanfaat bagi semua pembaca.

Indralaya, Januari 2018

Nabilah Saraswati

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kerangka Pemikiran	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Aktinomiset	4
2.2. Pengertian Rawa	5
2.3. Perombak Bahan Organik	5
2.4. Bioremediasi	6
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	8
3.1. Waktu dan Tempat	8
3.2. Bahan dan Metoda	8
3.3. Methodologi Penelitian	9
3.4. Analisis Data	11
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1. Isolasi dan Seleksi Aktinomiset	13
4.2. Pertumbuhan Sel Aktinomiset	16
4.3. Kepadatan Maksimal dan Laju Pertumbuhan Spesifik Aktinomiset	17
4.4. Nitrogen Total	18
4.5. BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>)	19
4.6. DO (<i>Disolved Oxygen</i>) dan COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	20
4.7. TDS (<i>Total Dissolved Solids</i>) dan EC (<i>Electrical Conductivity</i>)	21

4.8. Total Fosfat	23
4.9. Suhu dan pH	24
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1. Kesimpulan	25
5.2. Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1. Hasil seleksi aktinomiset	13
Gambar 4.2. Hasil pewarnaan gram aktinomiset	15
Gambar 4.2. Pertumbuhan aktinomiset	16
Gambar 4.3. Kepadatan maksimal aktinomiset	17
Gambar 4.4 Laju pertumbuhan spesifik aktinomiset	17
Gambar 4.4. Nitrogen total selama waktu pengujian isolat aktinomiset ke air yang tercemar bahan organik	18
Gambar 4.5. BOD selama waktu pengujian isolat aktinomiset ke air yang tercemar bahan organik	19
Gambar 4.6. DO dan COD selama waktu pengujian isolat aktinomiset ke air yang tercemar bahan organik	20
Gambar 4.7. TDS dan EC selama waktu pengujian isolat aktinomiset ke air yang tercemar bahan organik	21
Gambar 4.8. Total Posfat selama waktu pengujian isolat aktinomiset ke air yang tercemar bahan organik	23

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.4. Bakumutu air untuk budidaya ikan	7
Tabel 3.1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian	8
Tabel 3.2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian	9
Tabel 3.3. Kualitas tanah dalam penelitian	9
Tabel 4.1. Hasil isolasi dan seleksi aktinomiset	14
Tabel 4.2. Diameter zona bening isolat aktinomiset pada media selektif	15
Tabel 4.7.1 Hasil uji T terhadap rata-rata TDS selama penelitian	23
Tabel 4.7.2 Hasil uji T terhadap rata-rata EC selama penelitian	23
Tabel 4.9. Kisaran suhu dan pH	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data pertumbuhan harian sel Aktinomiset pada media selektif selulolitik dan proteolitik (R.S.U1, R.S.U2, K.P.U1, K.P.U2).....	31
Lampiran 2. Data harian kepadatan sel dan data perhitungan laju pertumbuhan spesifik Aktinomiset yang dikultur di media selektif selulolitik dan proteolitik (R.S.U1, R.S.U2, K..P.U1, K.P.U2)	32
Lampiran 3. Data harian kepadatan sel dan data perhitungan laju pertumbuhan spesifik Aktinomiset. yang diuji dengan air yang tercemar bahan organik (R.S.U1, R.S.U2, K..P.U1, K.P.U2)	36
Lampiran 4. Data kepadatan maksimal sel Aktinomiset dan laju pertumbuhan spesifik Aktinomiset yang dikultur di media selektif selulolitik dan proteolitik dan air yang tercemar bahan organik	40
Lampiran 5. Data pengukuran kualitas air selama waktu pengujian isolat Aktinomiset	41
Lampiran 6. Data kualitas air tempat pengambilan sampel	43
Lampiran 7. Data kualitas air yang tercemar bahan organik	43
Lampiran 8. Nilai presentasi penurunan dan kenaikan kualitas air yang diujikkan isolat aktinomiset	43
Lampiran 9. Data Uji T terhadap TDS	44
Lampiran 9. Data Uji T terhadap EC	45
Lampiran 10. Dokumentasi penelitian	47
Lampiran 11. Lokasi pengambilan air yang tercemar bahan organik	54
Lampiran 12. Lokasi pengambilan sampel sedimen	55
Lampiran 13. Tatak letak botol isolat yang diuji dengan air tercemar bahan organik	56

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aktinomiset merupakan bakteri gram positif, filamentus, dan membentuk spora. Aktinomiset sering dianggap kelompok peralihan antara bakteri dan jamur tetapi sekarang dikenal sebagai organisme prokariotik. Sebagian besar golongan Aktinomiset hidup bebas, bakteri saprofit dan tersebar luas di sedimen, air, dan berasosiasi dengan tanaman tingkat tinggi. Aktinomiset dikenal sebagai sumber utama senyawa bioaktif dengan beragam fungsi termasuk sebagai antimikrob. Keberadaan aktinomiset dapat ditemukan pada perairan akuatik serta dalam jaringan tumbuhan (Das *et al.*, 2006). Aktinomiset banyak terdapat di sedimen yang banyak mengandung bahan organik (Dahuri, 2001).

Secara umum rawa merupakan sebagian kawasan yang tergenang secara terus menerus atau musiman, terbentuk secara alami di lahan yang relatif datar atau memiliki cekungan (Peraturan Pemerintah Nomor 73 Tahun 2013). Rawa berdasarkan keberadaan dan kondisi airnya dibedakan menjadi dua yaitu rawa pasang surut dan rawa non pasang surut. Rawa pasang surut meliputi rawa-rawa pesisir yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut, termasuk rawa-rawa berair tawar namun dipengaruhi pergerakan pasang surut air laut. Rawa non pasang surut meliputi rawa-rawa pedalaman (terletak di daratan atau dikelilingi daratan), yang tidak dipengaruhi oleh pasang surut air laut sehingga umumnya berair tawar. Rawa banjir adalah wilayah daratan yang mempunyai genangan hampir sepanjang tahun minimal selama tiga bulan. Secara periodik mengalami musim air tinggi dan musim air surut. Fluktuasi kedalaman air ini akibat limpahan air dari sungai, dan air hujan (Muslim, 2012).

Secara umum, karakteristik kualitas air rawa banjir dicirikan dengan pH cenderung asam, kandungan oksigen rendah, kekeruhan tinggi serta konsentrasi total nitrogen dan total fosfor yang tinggi (Jubaedah *et al.*, 2015). Dalam pengembangan kegiatan budidaya ikan di lahan rawa sering kali menghadapi permasalahan pada cemaran air dari bahan organik. Pergantian air menjadi solusi untuk menurunkan kadar karbon organik terlarut (Kerr *et al.*, 2013). Selain melalui

pengantian air, pencemaran air ditanggulangi melalui teknologi bioremediasi dengan pemanfaatan bakteri, mikroalga, dan aktinomiset. (Duncan *et al.*, 2003).

Bioremediasi merupakan teknologi alternatif untuk mengurangi kontaminan dari lingkungan dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme (Kementerian Lingkungan Hidup, Kep Men LH No.128 tahun 2003). Dalam pengelolaan kualitas air rawa dapat memanfaatkan aktivitas bakteri dalam merombak bahan organik (Tirtodiharjo, 2009). Menurut Doraja (2012), limbah organik memiliki karakteristik yang tersusun dari komponen yang mengandung karbon, hidrogen, oksigen serta pembentuk sel yang terlarut didalam air. Jenis aktinomiset yang mampu meremediasi bahan organik, seperti golongan dari *Mycobacteriaceae*, *Actinomyceteceae*, dan *Streptromyceteceae*, *Achronobacter*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter*, *Xanthomyces*, dan *Pseudomonas* (Amoroso *et al.*, 1998 dan Atta *et al.*, 2010).

1.2. Kerangka Pemikiran

Dalam pengembangan budidaya ikan di lahan rawa dan kolam seringkali menghadapi permasalahan adanya cemaran bahan organik. Solusi untuk menurunkan kadar karbon organik terlarut maupun dapat dilakukan dengan cara bioremediasi yang memanfaatkan aktinomiset dapat menjadi alternatif solusi bagi budidaya ikan secara intensif tanpa pergantian air. Aktinomiset mendegradasi bahan organik sehingga diharapkan dapat menjadi bioremediator cemaran bahan organik. Dengan melakukan isolasi aktinomiset dari rawa dan kolam, diharapkan diperoleh aktinomiset yang dapat dijadikan sebagai bioremediator pada air rawa dan kolam tercemar bahan organik.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan aktinomiset rawa dan kolam yang dapat berperan sebagai bioremediator pada air rawa dan kolam yang tercemar bahan organik sehingga air tersebut dapat digunakan sebagai media budidaya ikan yang berkelanjutan.

1.4. Manfaat

Manfaat penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui bagaimana cara mengisolasi aktinomiset yang sesuai dan untuk memperoleh aktinomiset yang berperan sebagai bioremediator pada air rawa dan kolam yang tercemar bahan organik.

DAFTAR PUSTAKA



- Atta, H.M., Bayoumi, R., El-Sehrawi, M., Aboshady, A., and Al-Humiany, A., 2010. Biotechnological application for producing some antimicrobial agents by actinomycetes isolates from Al-khurmah Governorate. *Europ. J. Appl. 2*, 98-107.
- Amoroso, M.J., Castro, G.R., Carlino, F.J., and Romero, N.C., 1998.. Screening of heavy metal-tolerant actinomycetes isolated from the Sali´ River *J Gen Appl Microbiol. 44*, 129–132.
- Alihamsyah, T., dan Arriza, I., 2006. *Teknologi pemanfaatan lahan rawa lebak dalam buku karakteristik dan pengelolaan lahan rawa*. Badan Litbang Pertanian. Jakarta
- Alexander, M., 1961. *Introduction to Soil Microbiology*. New York. John Wiley and Sons, Inc.
- Budiyanto, M.A.K., 2004. *Mikrobiologi Terapan*. Malang: UMM-Press
- Ciroreksoko, P., 1996. *Pengantar Bioremediasi*. Di dalam: *Peranan Bioremediasi dalam Pengelolaan Lingkungan*. Prosiding Pelatihan dan Lokakarya; Cibinong, 24-28 Juni 1996. Cibinong: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. hlm 1-11.
- Crawford, R., 1996. *Bioremediation Principles and Applications*. Cambridge: Cambridge University Pr.
- Dahuri. 2001. Characterization of the cellulose degrading bacterium NCIMB 10462. *Applied Biochemistry and Biotechnology. 51*, 263-274.
- Dudgen, D., 2000. The Ecology of Tropical Asian Rivers and Stream in Relation to Biodiversity Conservation. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 31, 239-263.
- Duncan, M., and Horan, N.J., 2003. *Handbook of water and wastewater microbiology*. Elsevier .
- Das. S., Lyla, P.S., & S. Ajmal Khan. 2006. *Marine microbial diversity and ecology: importance and future perspective*. *Current Science 90(10)* : 1325-1335.
- Foth, H.D., 1991. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Univeritas Lampung Press. Lampung

- Gaur, A.C., 1982. A Manual of rural composting. *In Improving Soil Fertility Through Organic Recycling*. Project Field Document No. 15. Food and Agricultural Organization of The United Nation, Rome.
- Gottlieb, K.A., 1966. *Methods for characterization of Streptomyces species*. International Journal on Systematic Bacteriology.
- Haug, R.T., 1980. *Composting Engineering*. Ann Arbor Science, Michigan.
- Indrasari, A., 2006. *Kualitas Air Ciliwung Ditinjau dari Escherichia coli Sebagai Bioindikator*. Jurnal.
- Lay, B.W., dan Hastowo S. 1992. *Mikrobiologi*, Rajawali Press, Jakarta.
- Liu, Dawei., 2008. Bio-Hydrogen Production by Dark Fermentation from Organic Waste and Residues. Department of Environmental Engineering Technical University of Denmark. ISBN : 978-87- 91855-52-8.
- Jiang, C.L., and L.H., Xu., 1985. Isolation methods for study of actinomycete population. *Microbiology* 12, 218-220.
- Jubaedah, D., Kamal, M.M., Muchsin, I., Hariyadi. S., 2015. *Karakteristik kualitas air dan estimasi resiko ekobiologi herbisida di perairan rawa banjir Lubuk Lampam, Sumatera Selatan*. *J. Manusia dan Lingkungan*. 22 (1) : 12-21.
- Kanti, A., 2005. *Actinomycetes Selulolitik dari Tanah Hutan Taman Nasional Duabelas, Jambi*. Surakarta: Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta. Volume 6, Nomor 2.
- Kerr, J.L., Baldwin, D.S., Whitworth, K.L., 2013. Options for managing hypoxic blackwater events in river systems: A review. *Journal of Environmental Management*. 114, 139-147.
- Kuster, J.J., and Fennema, O.R., 1986. Edible films and coatings: a review. *Food Technol* . 40, 47-59.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115. Pedoman Penentuan Status Mutu air, Jakarta
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 128. 2003. *Tata Cara dan Persyaratan Teknis dan Pengelolaan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi oleh Minyak Bumi secara Biologis (Bioremediasi)*, Jakarta.
- Masduqi, A., dan A. Slamet., 2009. *Satuan Operasi Untuk Pengolahan Air*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan. FTS., ITS.

- Magarvey, N.A., Keller, J.M., Berman, V., Dworkin, M., and Sherman, D.H., 2004. Isolation and characterization of novel marine-derived actinomycetes taxa rich in bioactive metabolites. *Appl Environ Microbiol.* 12, 7529-7529.
- Nanjwade, B.K.S., 2010. *Isolation and Morphological Characterization of Antibiotic Producing Actinomycetes*. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. Vol. 9 (3): 231-23.
- Nonomura, H., and Y, Ohara., 1969. Distribution of soil actinomycetes. VI. culture method effective for both preferential isolation and enumeration of *Microbispora* and *Streptosporangium* strains in soil. *Journal of Fermentation Technology* 47, 463-469.
- Peraturan Pemerintah No. 73. 2013. *Status Lingkungan Hidup Indonesia*, Jakarta
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Jakarta
- Rao, N.S.S., 1998. *Soil Microorganisms and Plant Growth*, London: *Oxford and IBM Publishing Co.*
- Standar Nasional Indonesia No 7550- 2009. 2009. *Produksi Ikan Nila (Oreochromis niloticus Bleker) Kelas Pembesaran di Kolam Air Tenang*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Sutedjo, M.M. , Kartasapoetra, A. G. ,Sastroatmodjo, S. *Mikrobiologi Tanah*. 1996. PT. Rhineka Cipta, Jakarta.
- Stevenson, F.J., 1994. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. 2th ed. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Saraswati., Setyorini. D.R., dan Anwar. E.K., 2006. *Kompos*. Balit Tanah Departemen Pertanian.
- Syamsunihar, A., R, Soedradjad., Usmadi., 2007. *Karakterisasi Asosiasi Bakteri Fotosintetik Synechococcus sp. dengan tanaman Kedelai (Glycine max L. Merrill)*. Laporan Kemajuan Penelitian Lembaga Penelitian Universitas Jember. Jember
- Tirtodiharjo, K., 2009. *Strategi Mengatasi Bakteri yang Resisten Terhadap Antibiotika*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Vasanthakumari, R., 2007. *Textbook of Microbiology*. New Delhi: BI Publications.