

**SKRIPSI**

**ISOLASI MIKROALGA RAWA LEBAK UNTUK  
BIOREMEDIASI AIR RAWA TERCEMAR BAHAN ORGANIK**

***ISOLATION OF LOWLAND SWAMP MICROALGAE FOR  
BIOREMEDIATION OF SWAMP WATER CONTAMINATED  
WITH ORGANIC MATTER***



**Agustina  
05051381320005**

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

## SUMMARY

**AGUSTINA.** Isolation of Lowland Swamp Microalgae for Bioremediation of Swamp Water Contaminated with Organic Matter (Supervised by **MARINI WIJAYANTI and DADE JUBAEDAH**).

Microalga is a group of small-sized plants in the form of single cells or colonies that live in all areas of freshwater and marine waters and used as bioremediator and environmental change indicators. In the development of fish cultivation in swamp lands often find problems of contamination of organic waste materials. This study aimed to isolate swamp microalgae that can act as bioremediator of water contaminated with organic matter. This research was conducted from November 2016 to Maret 2017 at Microbiology Laboratory, Program Study of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Fishery Basic Laboratory and Aquaculture Laboratory, Program Study of Aquaculture, Faculty of Agriculture, University of Sriwijaya. Methods of this research were starting from sampling, microalgae isolation, purification and culturing of microalgae isolates, and isolate ability test to improve the quality of swamp water contaminated with organic matter. Water samples for microalgae isolation were carried out in the swamp waters of Lebak Lebung Karangany Kabupaten Ogan Ilir, South Sumatera and polluted water samples of organic matter from Kelompok Usaha Tani Waring Jaya di Jalan Sei Hitam, Gang Angkatan 66. IV, RT.34, No.45, Kelurahan Bukit Lama, Kecamatan Ilir Barat 1 Palembang. Data analysis in the form of microalgae cell growth, maximum cell density of microalgae, specific microalgae growth rate, and water quality data including temperature, pH, dissolved oxygen (DO), total dissolved solids (TDS), electrical conductivity (EC), biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total nitrogen, total organic carbon (TOC), and total phosphate obtained were analyzed quantitatively descriptive. The results showed a swamp microalgae, *Chlorella* obtained from the water of swamps and ponds can reduce the value of EC, TDS, COD, TOC, and total nitrogen. *Chlorella* can grow in an environment of contaminated water organic matter, so it can be used as a potential organism for bioremediation of water contaminated with organic matter.

**Key words :** *bioremediation, lowland swamp water, microalgae*

## RINGKASAN

**AGUSTINA.** Isolasi Mikroalga Rawa Lebak untuk Bioremediasi Air Rawa Tercemar Bahan Organik (Dibimbing oleh **MARINI WIJAYANTI dan DADE JUBAEDAH**).

Mikroalga merupakan kelompok tumbuhan berukuran renik berupa sel tunggal maupun koloni yang hidup di seluruh wilayah perairan tawar maupun laut dan dimanfaatkan sebagai bioremediator serta indikator perubahan lingkungan. Dalam pengembangan budidaya ikan di lahan rawa seringkali menghadapi permasalahan cemaran bahan limbah organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi mikroalga rawa yang dapat berperan sebagai bioremediator air yang tercemar bahan organik. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan November 2016 sampai Maret 2017 di Laboratorium Mikrobiologi, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, serta Laboratorium Dasar Perikanan dan Laboratorium Budidaya Perairan, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Metode penelitian ini dimulai dari pengambilan sampel, isolasi mikroalga, pemurnian dan pengkulturan isolat mikroalga, dan uji kemampuan isolat untuk memperbaiki kualitas air rawa yang tercemar bahan organik. Sampel air untuk isolasi mikroalga dilakukan di kawasan perairan rawa lebak desa Lebung Karang, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan dan pengambilan sampel air tercemar bahan organik diambil dari kawasan Kelompok Usaha Tani Waring Jaya di Jalan Sei Hitam, Gang Angkatan 66. IV, RT.34, No.45, Kelurahan Bukit Lama, Kecamatan Ilir Barat 1 Palembang. Analisis data berupa pertumbuhan sel mikroalga, kepadatan maksimal sel mikroalga, laju pertumbuhan spesifik mikroalga dan data kualitas air yang meliputi suhu, pH, dissolved oxygen (DO), total dissolved solids (TDS), electrical conductivity (EC), biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total nitrogen, total organic carbon (TOC), dan total fosfat yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan mikroalga rawa jenis *Chlorella* yang didapatkan dari isolasi air rawa lebak dan kolam mampu menurunkan nilai EC, TDS, COD, TOC, dan nitrogen total. *Chlorella* dapat tumbuh pada lingkungan air yang tercemar bahan organik, sehingga dapat dipakai sebagai organisme yang berpotensi untuk bioremediasi air tercemar bahan organik.

**Kata kunci :** bioremediasi, mikroalga, rawa lebak

**SKRIPSI**

**ISOLASI MIKROALGA RAWA LEBAK UNTUK  
BIOREMEDIASI AIR RAWA TERCEMAR BAHAN ORGANIK**

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



**Agustina**  
**05051381320005**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ISOLASI MIKROALGA RAWA LEBAK UNTUK  
BIOREMEDIASI AIR RAWA TERCEMAR BAHAN ORGANIK**

**SKRIPSI**

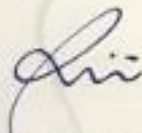
Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

**Agustina**  
**05051381320005**

**Indralaya, Januari 2018**  
**Pembimbing II**

**Pembimbing I**



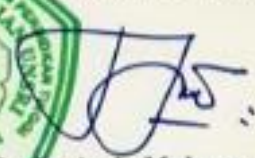
**Dr. Marini Wijayanti, S.Pi, M.Si**  
**NIP 197609102001122003**



**Dr. Dade Jubacdah, S.Pi, M.Si**  
**NIP 197707212001122001**

**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas Pertanian**




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

Skripsi dengan Judul “Isolasi Mikroalga Rawa Lebak Untuk Bioremediasi Air Rawa Tercemar Bahan Organik” oleh Agustina telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Januari 2018 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

### Komisi Penguji

- |   |            |   |
|---|------------|---|
| 1. Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si.<br>NIP 197609102001122003 | Ketua      | (.....  .....)   |
| 2. Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si.<br>NIP 197707212001122001    | Sekretaris | (.....  .....)   |
| 3. M. Syaifudin, S.Pi., M.Si. Ph.D.<br>NIP 197603032001121001   | Anggota    | (.....  .....)  |
| 4. Yulisman, S.Pi., M.Si.<br>NIP 197607032008011013             | Anggota    | (.....  .....) |
| 5. Dr. Mohamad Amin, S.Pi., M.Si.<br>NIP 197604122001121001     | Anggota    | (.....  .....) |

Indralaya, Januari 2018  
Ketua Program Studi  
Budidaya Perairan

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

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agustina  
NIM : 05051381320005  
Judul : Isolasi Mikroalga Rawa Lebak untuk Bioremediasi Air Rawa  
Tercemar Bahan Organik

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang telah disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi 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  
METERAI TEMPEL  
6000  
(Agustina)

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 06 Agustus 1996 di Palembang dan merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Orangtua penulis bernama Lim Djun Hip dan Febe Setiawati. Pendidikan sekolah dasar (SD) diselesaikan pada tahun 2007 di SD YPPKP Palembang, sekolah menengah pertama (SMP) pada tahun 2010 di SMP Methodist 2 Palembang dan sekolah menengah atas (SMA) pada tahun 2013 di SMA Methodist 2 Palembang. Sejak Agustus 2013, penulis tercatat sebagai mahasiswa di Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur USM.

Penulis melaksanakan magang di UPTD Balai Benih Ikan Gandus, Palembang dengan judul “Pemijahan Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) di UPTD Balai Benih Ikan Gandus” serta Praktek Lapangan di Kelompok Usaha Tani Waring Jaya yang berlokasi di Jalan Sei Hitam Gang Angkatan 66.IV RT.34 No.45 Kelurahan Bukit Lama Kecamatan Ilir Barat 1 Palembang, Sumatera Selatan dengan judul “Penambahan Probiotik M8 Pada Air Media Budidaya Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) di Kelompok Usaha Tani Waring Jaya, Kelurahan Bukit Lama”.

Penulis pernah menjadi asisten praktikum di beberapa matakuliah diantaranya: Genetika dan Pemuliaan Ikan, Fisiologi Hewan Air, Budidaya Pakan Alami, Renang dan Bioteknologi Akuakultur.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penulis diberi kekuatan dalam menyelesaikan skripsi dengan judul “Isolasi Mikroalga Rawa Lebak untuk Bioremediasi Air Rawa 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 dosen penasehat akademik dan ketua Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing I.
3. Ibu Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing II.
4. Mbak Yani dan Mbak Ana selaku analis Laboratorium Dasar Perikanan dan Laboratorium Budidaya Perairan Program Studi Budidaya Perairan.
5. Uni Nia selaku analis Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
6. Nabilah, Siti, Karta, Abay, Rifqi, Ayu daryani, Rani, Dodi, Felix, Intan, Widya, Ayu Septiana, Rabel, Solahudin, Tomi, Anhar, Hendro, Hengki, Nimas, Kezia, Arifin, Januar, Rose, Novi, Elisabeth Stefany dan seluruh angkatan 2013 Budidaya Perairan.
7. Segenap dosen maupun civitas akademika Program Studi Budidaya Perairan.
8. Seluruh pihak yang ikut berkontribusi selama kegiatan penelitian.

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

Agustina

## 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 dan Kegunaan Penelitian .....	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Mikroalga .....	4
2.2. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroalga dalam Kultur.....	6
2.3. Pertumbuhan Mikroalga.....	7
2.4. Media Kultur Mikroalga .....	8
2.5. Pengertian Rawa.....	9
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN .....	13
3.1. Tempat dan Waktu .....	13
3.2. Bahan dan Metoda .....	13
3.3. Analisis Data .....	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	19
4.1. Isolasi dan Seleksi Mikroalga .....	19
4.2. Pertumbuhan Sel <i>Chlorella</i> .....	20
4.3. Kepadatan Maksimal Sel <i>Chlorella</i> .....	22
4.4. Laju Pertumbuhan Spesifik <i>Chlorella</i> .....	23
4.5. Oksigen terlarut ( <i>Dissolved oxygen/DO</i> ) .....	24
4.6. TDS ( <i>Total Dissolved Solids</i> ) dan EC ( <i>Electrical Conductivity</i> ) .....	25
4.7. BOD ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ) dan COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) .....	28
4.8. Nitrogen Total .....	31

4.9. TOC ( <i>Total Organic Carbon</i> ).....	32
4.10. Total Fosfat .....	33
4.11. Suhu dan pH.....	34
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	36
5.1. Kesimpulan .....	36
5.2. Saran .....	36
DAFTAR PUSTAKA .....	37
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1. Hasil seleksi (A) K.P dan (B) R.P .....	19
Gambar 4.2. Hasil identifikasi (A) K.P dan (B) R.P .....	20
Gambar 4.3. Kurva pertumbuhan sel <i>Chlorella</i> .....	22
Gambar 4.4. Kepadatan maksimal sel <i>Chlorella</i> .....	23
Gambar 4.5. Laju Pertumbuhan Spesifik <i>Chlorella</i> .....	24
Gambar 4.6. Nilai DO selama waktu pengujian isolat <i>Chlorella</i> ke air yang tercemar bahan organik .....	24
Gambar 4.7. Nilai TDS dan EC selama waktu pengujian isolat <i>Chlorella</i> ke air yang tercemar bahan organik .....	25
Gambar 4.8. Nilai BOD <sub>5</sub> dan COD selama waktu pengujian isolat <i>Chlorella</i> ke air yang tercemar bahan organik.....	28
Gambar 4.9. Nilai Nitrogen Total selama waktu pengujian isolat <i>Chlorella</i> ke air yang tercemar bahan organik .....	31
Gambar 4.10. Nilai TOC selama waktu pengujian isolat <i>Chlorella</i> ke air yang tercemar bahan organik .....	32
Gambar 4.11. Nilai Fosfat selama waktu pengujian isolat <i>Chlorella</i> ke air yang tercemar bahan organik.....	33

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Bakumutu air untuk budidaya ikan .....	12
Tabel 3.1. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian .....	13
Tabel 3.2. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian .....	14
Tabel 4.1. Hasil uji t terhadap penurunan TDS .....	26
Tabel 4.2. Hasil uji t terhadap penurunan EC .....	27
Tabel 4.3. Kisaran suhu dan pH .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data rata-rata pertumbuhan harian sel <i>Chlorella</i> yang dikultur pada media selektif proteolitik (K.P dan R.P) .....	42
Lampiran 2. Data harian kepadatan sel <i>Chlorella</i> yang dikultur di media selektif proteolitik dan yang diuji dengan air tercemar bahan organik (R1.2.1.P, R1.2.2.P, K2.1.1.P, K2.2.2.P) .....	42
Lampiran 3. Data perhitungan sel <i>Chlorella</i> yang dikultur di media selektif proteolitik dan laju pertumbuhan spesifik <i>Chlorella</i> waktu uji ke air tercemar bahan organik .....	45
Lampiran 4. Data kualitas air nilai oksigen terlarut (DO), EC ( <i>Electrical Conductivity</i> ), TDS ( <i>Total Dissolved Solids</i> ), BOD ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ), COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ), Nitrogen total, TOC ( <i>Total Organic Carbon</i> ), Total Fosfat, Suhu dan pH selama waktu pengujian isolat <i>Chlorella</i> ke air yang tercemar bahan organik.....	47
Lampiran 5. Data suhu dan pH air selama pengujian isolat <i>Chlorella</i> ke air yang tercemar bahan organik.....	48
Lampiran 6. Data nilai kualitas air yang tercemar bahan organik awal sampling, setelah di autoklaf, dan di uji dengan isolat <i>Chlorella</i> ...	49
Lampiran 7. Data nilai kualitas air kolam dan rawa pengambilan sampel air untuk isolasi mikroalga pada awal sampling .....	49
Lampiran 8. Data kepadatan maksimal sel <i>Chlorella</i> dan laju pertumbuhan spesifik <i>Chlorella</i> yang dikultur di media selektif proteolitik dan air yang tercemar bahan organik .....	50
Lampiran 9. Hasil uji t terhadap penurunan TDS dan EC .....	50
Lampiran 10. Tatak letak botol isolat yang di uji dengan air tercemar bahan organik .....	54
Lampiran 11. Lokasi pengambilan sampel air untuk isolasi mikroalga.....	55
Lampiran 12. Lokasi pengambilan sampel air yang tercemar bahan organik.....	56
Lampiran 13. Dokumentasi penelitian .....	57

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Lahan rawa adalah lahan yang sepanjang tahun, atau selama waktu yang panjang dalam setahun, selalu jenuh air (*saturated*) atau tergenang (*waterlogged*) air dangkal (Subagyo, 2006). Lahan rawa sering disebut dengan berbagai istilah, seperti “swamp”, “marsh”, “bog” dan “fen”. Istilah umum untuk rawa adalah “swamp” yang digunakan untuk menyatakan wilayah lahan atau area yang secara permanen selalu jenuh air, permukaan air tanahnya dangkal, atau tergenang air dangkal hampir sepanjang waktu dalam setahun. 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 budidaya ikan di lahan rawa seringkali menghadapi permasalahan cemaran air dari bahan organik, sehingga pergantian air menjadi solusi untuk menurunkan kadar karbon organik terlarut maupun nitrit-amonia. Bioremediasi dengan probiotik lingkungan air menjadi solusi bagi budidaya ikan secara intensif tanpa pergantian air (Porchas dan Cordova, 2012).

Mikroorganisme yang sering dijadikan sebagai agen bioremediator adalah mikroalga. Mikroalga merupakan kelompok tumbuhan berukuran renik yang termasuk dalam kelas alga dengan diameter antara 3-30 $\mu$ m, baik berupa sel tunggal maupun koloni yang hidup di perairan, yang lazim disebut fitoplankton (Romimohtarto, 2004). Mikroalga mempunyai peranan sangat penting di dalam suatu perairan, selain sebagai dasar dari rantai makanan (*primary producer*) mikroalga juga merupakan salah satu parameter tingkat kesuburan suatu perairan (Raymond, 1980).

Hasil penelitian yang pernah dilakukan mengenai mikroalga sebagai agen bioremediator antara lain bioakumulasi Pb dan Cd oleh *Chladophora* (Lamai *et al.*, 2005); biosorpsi Cu oleh *Chlorella vulgaris* (Al-Rub *et al.*, 2006); aplikasi *Chlorella vulgaris* untuk remediasi limbah tekstil (Lim *et al.*, 2010); uji kemampuan *Chlorella* sp. sebagai bioremediator limbah cair tahu (Arifin, 2012);

mikroalga untuk penyerapan emisi CO<sub>2</sub> dan pengolahan limbah cair di lokasi industri (Santoso *et al.*, 2011); pemanfaatan simbiosis mikroorganisme B-DECO<sub>3</sub> dan mikroalga *Chlorella* sp. untuk menurunkan pencemaran limbah cair pabrik kelapa sawit (Zalfiatri *et al.*, 2017). Selain menjadi agen bioremediator, mikroalga memiliki potensi sebagai pakan alami, pakan ternak, suplemen, penghasil komponen bioaktif bahan farmasi dan kedokteran. Hal tersebut disebabkan mikroalga mengandung berbagai nutrisi seperti protein, karbohidrat, asam lemak tak jenuh, vitamin, klorofil, enzim, serat yang tinggi (Steenblock, 2000). Mikroalga yang khas rawa masih belum banyak diisolasi untuk bioremediasi terutama untuk menangani kondisi rawa yang kurang mendukung biota budidaya. Hal ini yang menjadikan masih diperlukan studi mikroalga rawa yang dapat menjadi kandidat bioremediator khas rawa.

## **1.2. Kerangka Pemikiran**

Mikroorganisme yang sering dijadikan sebagai agen bioremediator adalah mikroalga. Mikroalga menjadi salah satu mikroorganisme yang dapat dijadikan sebagai suatu upaya untuk memperbaiki kualitas air rawa. Rawa adalah lahan yang secara permanen selalu jenuh air, permukaan air tanahnya dangkal, atau tergenang air dangkal hampir sepanjang waktu dalam setahun. Rawa sering dimanfaatkan sebagai tempat pembudidayaan ikan-ikan rawa. Dalam pengembangan budidaya ikan di lahan rawa seringkali menghadapi permasalahan adanya cemaran bahan organik, sehingga pergantian air menjadi solusi untuk menurunkan kadar karbon organik terlarut maupun nitrit-amonia. Dengan melakukan isolasi mikroalga rawa di media selektif, diharapkan akan mendapatkan jenis-jenis mikroalga yang dapat dijadikan sebagai kandidat untuk proses remediasi air rawa tercemar bahan organik.

## **1.3. Tujuan dan Kegunaan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kandidat mikroalga rawa untuk mengatasi cemaran bahan organik sehingga air tersebut dapat digunakan sebagai media budidaya ikan yang berkelanjutan. Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh mikroalga rawa yang diisolasi dan



teridentifikasi sampai level genus serta mampu memperbaiki air rawa yang tercemar bahan organik menjadi layak untuk budidaya ikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu Al-Rub, F.A., El-Naas, M.H., Ashour, I. dan Al-Marzouqi, M. 2006. Biosorption of copper on *Chlorella vulgaris* from single, binary and ternary metal aqueous solutions. *J. Process Biochemistry*, 41, 457-464.
- Afandi YV. 2003. Uji Penurunan Kandungan Nitrat dan Fosfat oleh Alga Hijau (*Chlorella* sp) secara Kontinyu. Jurusan Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Arifin F. 2012. *Uji kemampuan Chlorella sp. sebagai bioremediator limbah cair tahu*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Arlindia I., dan Afdal. 2015. Analisis Pencemaran Danau Maninjau dari Nilai TDS dan Konduktivitas Listrik. *J. Fisika Unand*, 4(4), 325-331.
- Bahar MM., Megharaj M. dan Naidu R. 2012. Toxicity, transformation and accumulation of inorganic arsenic species in a microalga *Scenedesmus* sp. Isolated from soil. *J. Applied Phycology*, 25, 913-917.
- Basmi S. 1995. Ekologi Plankton I. IPB, Bogor.
- Bhatnagar S., dan Kumari R. 2013. "Bioremediation: A Sustainable Tool for Environmental Management—A Review". *Ann. Rev. Res. Biol*, 3(4), 974-993.
- Bold HC. and Wynne MJ. 1985. Introduction to the Algae, Second Edition, Prentice-Hall Mc. Engelwood Cliffs New York.
- Borowitzka MA., and Borowitzka LJ. 1988. Micro-alga biotechnology. Cambridge University. Publication, Cambridge. 477 p.
- Boyd C.E. 1990. Water quality in ponds of aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.
- Chen JZ., Tao XC., Xu J., Zhang T., and Liu ZL. 2005. Biosorption of lead, cadmium and mercury by immobilized *Microcystis aeruginosa* in a column. *J. Proc. Biochem*, 40(12), 3675-3679.
- Chojnacka K., Chojnacka A., and Gorecka H. 2005. Biosorption of Cr<sup>3+</sup>, Cd<sup>2+</sup> and Cu<sup>2+</sup> ions by blue-green algae *Spirulina* sp.: kinetics, equilibrium and the mechanism of the process. *J. Chemosphere*, 59, 75-84.
- Costa ACA., and Franca FP. 2003. Cadmium Interaction with Microalga Cells, Cyanobacterial Cells, and Seaweeds; Toxicology and Biotechnological Potential for Wastewater Treatment. *J. Mar. Biotechnol*, 5, 149-156.
- Crawford RL., and Crawford DL. 2005. Bioremediation: principles and applications. University Cambridge Press, NewYork.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemarannya. UI Press, Jakarta.

- De la Noue J. and De Pauw N. 1988. The Potential of Microalgal Biotechnology. A Review of Production and Uses of Microalgae. *Biotechnology Advances*, 6, 725-770.
- Dwivedi S. 2012. Bioremediation of heavy metal by algae: current and future perspective. *J. Adv. Lab. Res. Biol*, 3(3), 195-199.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta.
- Elfrida. 2011. *Analisis Kandungan Organik dan Anorganik Sedimen Limbah Karamba Jaring Apung (KJA) di Danau Maninjau Propinsi Sumatera Barat*. Skripsi. UBH, Padang.
- Fachrullah MR. 2011. *Laju pertumbuhan mikroalga penghasil biofuel jenis Chlorella sp. dan Nannochloropsis sp. yang dikultivasi menggunakan air limbah hasil penambangan timah di pulau bangka*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fardiaz. 1992. Polusi Air dan Udara. Kanisius, Yogyakarta.
- Fogg GE. 1965. Algal culture and phytoplankton ecology. The University of Wisconsin Press, London.
- Foog, BT. 1987. Alga Cultures and Phytoplankton Ecology, 3rd ed., The University of Wisconsin Press, Wisconsin.
- Ginting P. 2007. Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri. Yrama widya, Bandung.
- Hladka JD. 1971. A Comparison of Growth Rate of Algae as Influenced by Variation in Nitrogen Nutrition in *Chorella pyrenoidosa* dan *Scenedesmus obliquus*. *J. Biologia Plantarum*, 13, 1-11.
- Imani S., Rezaei-Zarchi S., Hashemi M., Borna H., Javid A., Zand M. dan Abarghouei HB. 2011. Hg, Cd and Pb heavy metal bioremediation by *Dunaliella* alga. *J. Medicinal Plants Res*, 5(13), 2775-2780.
- Irwan F., dan Afdal. 2016. Analisis hubungan konduktivitas listrik dengan *Total Dissolved Solid (TDS)* dan temperatur pada beberapa jenis air. *J. Fisika Unand*, 5(1), 85-93.
- Isnansetyo A dan Kurniastuty. 1995. Teknik kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut. Kanisius, Yogyakarta.
- Jasmiati, Sofia, A., Thamrin. 2010. Bioremidiasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme (EM). *J. Environmental Science*. Program Studi Lingkungan PPS Universitas Riau, Riau.
- Jubaedah D., Kamal MM., Muchsin I., dan Hariyadi S. 2015. Karakteristik kualitas air dan estimasi resiko ekobiologi herbisida di perairan rawa banjiran Lubuk Lampam, Sumatera Selatan. *J. Manusia dan Lingkungan*, 22(1), 12-21.

- Kawaroe M., Prartono T., Sunuddin A., Wulan SD., dan Augustine D. 2010. *Mikroalga Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. IPB Press, Bogor.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Kerr JL, Baldwin DS, dan Whitworth KL. 2013. Options for managing hypoxic blackwater events in river systems: A review. *J. Environ Manage*, 114, 139-147.
- Lamai C., Kruatrachue M., Pokethitiyook P., Upatham ES., dan Soonthornsarathool V. 2005. Toxicity and Accumulation of Lead and Cadmium in the Filamentous Green Alga *Cladophora fracta* (O.F.Muller ex Vahl) Kutzing: A Laboratory Study. *J. Sci. Asia*, 31, 121-127
- Lim SI., Chu WL., dan Phang SM. 2010. Use of *Chlorella vulgaris* for bioremediation of textile wastewater. *J. Bioresource Technol*, 101, 7314-7322.
- Martinez-Porchas M dan Martinez-Cordova LR. 2012. World Aquaculture: Environmental Impacts and Troubleshooting Alternatives. *J. Sci. World*, 1-9.
- Milasari NI., Ariyani SA., dan Sumantri I. 2010. *Pengolahan limbah cair kadar COD dan fenol tinggi dengan proses anaerob dan pengaruh mikronutrient Cu : kasus limbah industri jamu tradisional*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Miranda J., Krishnakumar G., dan Gonsalves R. 2012. Cr6+ bioremediation efficiency of *Oscillatoria laete-virens* (Crouan and Crouan) Gomont and *Oscillatoria trichoides* Szafer: kinetics and equilibrium study. *J. App. Phycol*, 24, 1439-1454.
- Monkhouse FJ. dan Small J. 1978. A Dictionary of the Natural Environment. A Halsted Press, New York.
- Moriarty DJW. 1984. *Role of bacteria and meiofauna in the productivity of prawn aquaculture ponds*. Proc.1st Internat.Conf. on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps. Aquacul. Dept., California (US). pp.47-64.
- Muhajir MS. 2013. *Penurunan Limbah Cair BOD Dan COD Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (Typha Angustifolia) Dengan Sistem Constructed Wetland*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Negeri Semarang.
- Najamuddin M. 2008. *Pengaruh Penambahan Dosis Karbon yang Berbeda terhadap Produksi Benih Ikan Patin (Pangasius sp.) pada Sistem Pendederan Intensif*. Skripsi. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB, Bogor.
- Nigam S., 2011. Effect of Nitrogen on Growth and Lipid Content of *Chlorella pyrenoidosa*. *Am. J. Biochem. Biotechnol*, 7(3), 126-131.

- Nurhasan dan Pramudyanto. 1991. *Penanganan Air Limbah Tahu*. Yayasan Bina Karya Lestari, Jakarta.
- Oh-Hama T. and Miyachi S. 1988. *Microalgal biotechnology: Chlorella*. Cambridge University Press, London.
- Prabowo DA. 2009. *Optimasi Pengembangan Media untuk Pertumbuhan Chlorella sp. pada Skala Laboratorium*. Skripsi. Program Studi dan Ilmu Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pratama I. 2011. *Pengaruh Metode Pemanenan Mikroalga terhadap Biomassa dan Kandungan Esensial Chlorella vulgaris*. Skripsi. Universitas Indonesia, Depok.
- Prihantini, NB., Wardana, W., Hendrayanti, D., Widyawan, A., Ariyani, Y. dan Rianto, R., 2008. Biodiversitas Mikroalga dari beberapa situ/danau di kawasan Jakarta-Depok-Bogor, Indonesia. *Journal Makara, Sains*, 12(1), 44-54.
- Prihantini NBP., Putri B. dan Yuniati R. 2005. *Pertumbuhan Chlorella spp. Dalam Medium Ekstrak Tauge (MET) dengan Variasi pH Awal*. Universitas Indonesia, Depok.
- Raymond JEG. 1980. *Plankton and Productivity in the Ocean*. Pergamon Press, Oxford.
- Romimohtarto, K. 2004. *Meroplankton Laut : Larva Hewan Laut yang Menjadi Plankton*. Djambatan, Jakarta.
- Rusyani E., Sapta AIM., dan Lydia E. 2007. Budidaya fitoplankton skala laboratorium dalam budidaya fitoplankton dan zooplankton. Balai Budidaya Laut Lampung. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan dan Perikanan, Lampung.
- Sachlan M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sen B., Alp MT., and Kocer MAT. 2005. Studies on growth of marine microalgae in batch culture: II. *Isochrysis galbana* (haptophyta). *Asian Journal of Plant Sciences*, 4(6), 639-641.
- Soeprbowati TR dan Hariyati R. 2013. "Bioaccumulation of Pb, Cd, Cu, and Cr by *Porphyridium cruentum* (S.F. Gray) Nägeli", *International R. J. Marine. Sci*, 3(27), 212-218.
- Sumardianto. 1995. Struktur Komunitas Fitoplankton Di Perairan Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sylvester BD., Nelvy D., dan Sudjiharno. 2002. *Persyaratan Budidaya Fitoplankton. Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton*. Prosiding Proyek Pengembangan Perencanaan Teknologi Balai Budidaya Laut Lampung.

- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan dan Perikanan, Lampung. pp.24-36.
- Taw N. 1990. *Petunjuk Pemeliharaan Kultur Murni dan Massal Mikroalga. Proyek Pengembangan Udang*. United Nations Development Programme. Food and Agriculture Organizations of the United Nations.
- Todar K, 2003. *Evasion of host phagocytic defenses*. University of Wisconsin, Madison.
- Trzeinska M. and Pawlik-Skowronska B. 2012. Differences in Zn and Pb resistance of two ecotypes of the microalga *Eustigmatos* sp. Inhabiting metal loaded calamine mine. *J. App. Phycol*, 25, 277-284.
- Volesky B. 2007. "Biosorption and me". *J. Water Resources*, 41, 4017-4029.
- Wang J. and Chen C. 2009. Biosorbents for heavy metals removal and their future. *J. Biotechnol. Advanced*, 27, 195-226.
- Wibowo P. dan Suyatno N. 1997. An Overview of Indonesia Wetland Sites- Included in Wetland Database. Wetlands International-Indonesia Programme. PHPA, Bogor.
- Zalfiatri Y., Restuhadi F., dan Maulana T. 2017. Pemanfaatan simbiosis mikroorganisme B-DECO<sub>3</sub> dan mikroalga *Chlorella* sp untuk menurunkan pencemaran limbah cair pabrik kelapa sawit. *J. Dinamika Lingkungan Indonesia*, 4(1), 8-17.
- Zulkifli dan Ami, A. 2001. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Tahu dengan Rotating Biological Contactor (RBC) pada Skala Laboratorium. *J. Limnotek*, 8(1), 21-34.