

**KEMAMPUAN FITOREMEDIASI *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.
YANG DIKOMBINASIKAN DENGAN *Neptunia oleracea* (Lour.)
PADA LIMBAH CAIR MINYAK BUMI**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**



Oleh

FAKHRIYATININGRUM

08071004001

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NOVEMBER 2011**

01 507

S

363.728.401 507

Fak

k

2011

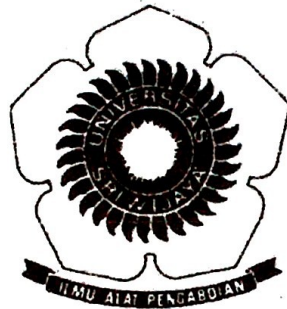
C-120076

**KEMAMPUAN FITOREMEDIASI *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.
YANG DIKOMBINASIKAN DENGAN *Neptunia oleracea* (Lour.)
PADA LIMBAH CAIR MINYAK BUMI**



SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**



Oleh

FAKHRIYATININGRUM

08071004001

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NOVEMBER 2011**

LEMBAR PENGESAHAN

**KEMAMPUAN FITOREMEDIASI *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.
YANG DIKOMBINASIKAN DENGAN *Neptunia oleracea* (Lour.)
PADA LIMBAH CAIR MINYAK BUMI**

SKRIPSI

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

Oleh

FAKHRIYATININGRUM

08071004001

Indralaya, November 2011

Pembimbing II,



Drs. Juswardi, M.Si.
NIP. 19630924 199002 1 001

Pembimbing I,



Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si.
NIP. 19640711 198903 2 001



Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi,


Dr. Fazli Hanafiah, M.Sc.
NIP. 19590909 198703 1 004

MOTTO

"Jika Allah menolongmu, maka tak ada orang yang dapat mengalahkanmu, sebaliknya jika Allah meninggalkanmu, siapa lagi yang dapat menolongmu selain Dia. Maka hendaklah kepada Allah saja orang-orang mukmin bertawakal".
(QS. Al Imran : 160)".

"Jika kegagalan menghampiri kita, bukan berarti kita harus menyerah. Cari jalan lain & kerjakan lagi. Sekali lagi jangan cepat menyerah! Tetapi ambil hikmahnya..

*Karena Allah Subhanahu Wata'ala tahu,
Apa yang kita butuhkan, Bukan yang kita inginkan".*

Kupersembahkan karya ini untuk :

- ~ Dien-ku (Al Islam)*
- ~ Ibuku Rati Muhyana, S. pd, & Bapakku Bambang Eko Waluyo*
- ~ Kakakku Pertiwi Midya Tuningsih, Am.Keb serta Adik-adikku Endah Trisetya Weni & M. Wahyu Gautama*
- ~ Sahabat dan orang-orang yang menyayangiku*
- ~ Almamaterku*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga atas kehendak dan izin-Nya Skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam dihaturkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi berjudul "Kemampuan Fitoremediasi *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. yang Dikombinasikan dengan *Neptunia oleracea* (Lour.) pada Limbah Cair Minyak Bumi" disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Terima kasih disampaikan kepada Ibunda Rati Mulyana dan Ayahanda Bambang Eko Waluyo yang telah memberikan kasih sayang, semangat dan doa restunya serta terima kasih yang setulus-tulusnya disampaikan kepada Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si dan Drs. Juswardi, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan, arahan, semangat, kritik serta saran yang bermanfaat sehingga selesainya penulisan skripsi ini.

Terima kasih juga disampaikan kepada :

1. Drs. Muhammad Irfan, M.T selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Zazili Hanafiah M.Sc selaku Ketua Jurusan dan Dra. Muharni, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

3. Dr. Indra Yustian, M.Si selaku Pembimbing Akademik dan dosen tamu yang telah memberikan bimbingan, kritik dan saran serta nasihat selama masa perkuliahan.
4. Dra. Harmida, M.Si dan Dra. Nina Tanzerina, M.Si selaku dosen pembahas yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Seluruh staf Dosen Pengajar Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.
6. Seluruh staf karyawan PT. PERTAMINA RU III Plaju-Sungai Gerong Palembang atas bantuan pengambilan sampel.
7. Teman Seperjuangan Fahri Arlio Nita dan Yulia Trisna Dewi terima kasih atas kebersamaan dan kerjasamanya, serta teman-teman mahasiswa Biologi FMIPA terutama angkatan 2007 terima kasih atas semangat dan dukungan selama ini.
8. Semua pihak yang membantu kelancaran dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkan. Aamiin Ya Robbal Alamin.

Indralaya, November 2011

Penulis

**THE PHYTOREMEDIATION ABILITY OF *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.
COMBINED WITH *Neptunia oleracea* (Lour.) TO LIQUID WASTE PETROLEUM**

By

**Fakhriyatiningrum
08071004001**

ABSTRACT

The research about the phytoremediation ability of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. combined with *Neptunia oleracea* (Lour.) to liquid waste petroleum have been conducted on May until June 2011. The purpose of to research to know the phytoremediation ability of *E. crassipes* combined with *N. oleracea* in various concentrations of liquid waste petroleum through measuring the TPH (Total Petroleum Hydrocarbon), pH, wet weight and also perceive change of morphology of each plant. The experimental design used was Completely Randomized Design (CRD) with treatment of waste concentration 0%, 15%, 30%, 45%, 60% and 75% added by *E. crassipes* and *N. oleracea*. Each treatment was repeated 4 times. The result indicated that two plants can decrease the value of TPH in each petroleum liquid waste concentration and degradation value of TPH was high in concentration 45%, 60%, and 75%. The phytoremediation use *E. crassipes* and *N. oleracea* happened degradation of value of pH stable. The in creasing of wet weight of *E. crassipes* and *N. oleracea* were highest at 30% concentration during 30 days of phytoremediation.

Keywords: phytoremediation, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms., combination, *Neptunia oleracea* (Lour.), liquid waste petroleum

**KEMAMPUAN FITOREMEDIASI *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.
YANG DIKOMBINASIKAN DENGAN *Neptunia oleracea* (Lour.)
PADA LIMBAH CAIR MINYAK BUMI**

Oleh

**Fakhriyatiningrum
08071004001**

ABSTRAK

Penelitian tentang kemampuan fitoremediasi *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. yang dikombinasikan dengan *Neptunia oleracea* (Lour.) pada limbah cair minyak bumi telah dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juni 2011. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan fitoremediasi *E. crassipes* yang dikombinasikan dengan *N. oleracea* pada berbagai konsentrasi limbah cair minyak bumi dengan mengukur TPH (Total Petroleum Hidrokarbon), pH, berat basah serta mengamati perubahan morfologi masing-masing tumbuhan. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan konsentrasi limbah 0%, 15%, 30%, 45%, 60% dan 75% oleh *E. crassipes* dan *N. oleracea*. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua tumbuhan mampu menurunkan nilai TPH pada tiap konsentrasi limbah cair minyak bumi dan penurunan nilai TPH yang tinggi terdapat pada konsentrasi 45%, 60% dan 75%. Fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* dan *N. oleracea* terjadi penurunan nilai pH yang stabil. Pertambahan berat basah *E. crassipes* dan *N. oleracea* tertinggi terdapat pada konsentrasi 30% selama 30 hari fitoremediasi.

Kata Kunci: fitoremediasi, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms., kombinasi, *Neptunia oleracea* (Lour.), limbah cair minyak bumi



DAFTAR ISI

Halaman

JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
MOTTO iii
KATA PENGANTAR..... iv
ABSTRACT vi
ABSTRAK vii
DAFTAR ISI..... viii
DAFTAR TABEL..... x
DAFTAR GAMBAR..... xi
DAFTAR LAMPIRAN xii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah..... 4
1.3. Hipotesis..... 4
1.4. Tujuan Penelitian..... 4
1.5. Manfaat Penelitian..... 4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Cair Minyak Bumi 5
2.2. Fitoremediasi 6
2.3. *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. 10
2.4. *Neptunia oleracea* (Lour.)..... 11
2.5. Mekanisme Fitoremediasi Limbah Minyak Bumi 12

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat 14
3.2. Alat dan Bahan 14
3.3. Rancangan Percobaan..... 14
3.4. Cara Kerja..... 15
 3.4.1. Persiapan Tumbuhan Uji dan Aklimatisasi..... 15
 3.4.2. Persiapan Media Tumbuh (Bioreaktor) 15
 3.4.3. Penanaman dan Pemeliharaan *E. crassipes* dan *N. oleracea* 16

3.5. Variabel Pengamatan.....	16
3.5.1. Penurunan Nilai Total Petroleum Hidrokarbon (TPH).....	16
3.5.2. Pengukuran pH.....	16
3.5.3. Pengukuran Pertambahan Berat Basah	17
3.5.4. Pengamatan Perubahan Morfologi Tumbuhan	17
3.6. Analisis Data	17

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penurunan Nilai Total Petroleum Hidrokarbon (TPH)	18
4.2. Kondisi pH Media.	22
4.3. Pertambahan Berat Basah.....	24
4.4. Perubahan Morfologi <i>E. crassipes</i> dan <i>N. oleracea</i>	25

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	30
5.2. Saran.....	30

DAFTAR PUSTAKA.....	31
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	34
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1. Rata-rata penurunan nilai TPH setelah diberi perlakuan konsentrasi limbah cair minyak bumi oleh <i>E. crassipes</i> dan <i>N. oleracea</i> selama 30 hari fitoremediasi	18
4.2. Kondisi pH pada berbagai media perlakuan konsentrasi limbah cair minyak bumi setelah 30 hari fitoremediasi	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms.	10
2. <i>Neptunia oleracea</i> (Lour.)	12
3. Rata-rata pertambahan berat basah <i>E. crassipes</i> dan <i>N. oleracea</i> selama 30 hari fitoremediasi	24
4. Pertumbuhan akar baru <i>E. crassipes</i> pada konsentrasi 0%, 15% dan 30%	26
5. Pertumbuhan akar baru <i>N. oleracea</i> pada konsentrasi 0%, 15% dan 30%	26
6. Pertumbuhan akar baru <i>E. crassipes</i> pada konsentrasi 45%, 60% dan 75%	26
7. Warna akar <i>N. oleracea</i> pada konsentrasi 45%, 60% dan 75%	27
8. Contoh daun <i>E. crassipes</i> yang mengalami klorosis dan nekrosis pada konsentrasi 45%, 60% dan 75%	28
9. Contoh daun <i>N. oleracea</i> yang mengalami klorosis dan nekrosis pada konsentrasi 30%, 45%, 60% dan 75%	29
10. Pertumbuhan <i>E. crassipes</i> dan <i>N. oleracea</i> pada awal dan akhir perlakuan diberbagai konsentrasi limbah cair minyak bumi selama 30 hari fitoremediasi	39
11. Warna akar <i>E. crassipes</i> dan <i>N. oleracea</i> sebelum fitoremediasi	40
12. Warna daun <i>E. crassipes</i> dan <i>N. oleracea</i> sebelum fitoremediasi	40
13. Warna spons <i>N. oleracea</i> sebelum fitoremediasi	40
14. Warna spons <i>N. oleracea</i> setelah 30 hari fitoremediasi diberbagai konsentrasi limbah cair minyak bumi	41
15. Pertumbuhan tunas baru <i>E. crassipes</i> dan <i>N. oleracea</i> yang terbentuk selama fitoremediasi diberbagai konsentrasi limbah cair minyak bumi	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pertambahan Berat Basah	34
2. Analisis Varians (ANAVA).....	35
3. Pertumbuhan <i>E. crassipes</i> dan <i>N. oleracea</i> pada awal dan akhir perlakuan diberbagai konsentrasi limbah cair minyak bumi selama 30 hari fitoremediasi	38
4. Warna Akar <i>E. crassipes</i> dan <i>N. oleracea</i> sebelum fitoremediasi	40
5. Warna daun <i>E. crassipes</i> dan <i>N. oleracea</i> sebelum fitoremediasi	40
6. Warna spons <i>N. oleracea</i> sebelum fitoremediasi	40
7. Warna spons <i>N. oleracea</i> setelah 30 hari fitoremediasi diberbagai konsentrasi limbah cair minyak bumi	41
8. Pertumbuhan tunas baru <i>E. crassipes</i> dan <i>N. oleracea</i> selama fitoremediasi diberbagai konsentrasi limbah cair minyak bumi	42

BAB I

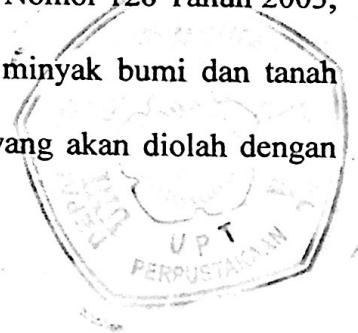
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Pertamina (Persero) merupakan suatu badan usaha dalam kegiatan pengolahan minyak bumi. Kegiatan tersebut selain menghasilkan produk berupa BBM (Bahan Bakar Minyak) juga menghasilkan limbah berupa limbah cair, padat dan gas. Limbah cair berpotensi lebih besar dalam mencemari perairan, karena mobilisasi yang tinggi sehingga mudah terbawa oleh aliran air. Menurut Sugiharto (2008: 2), limbah cair minyak bumi dapat membahayakan kesehatan, merugikan segi ekonomi karena dapat menimbulkan kerusakan pada benda atau bangunan, dapat merusak keindahan (estetika), dan yang paling utama adalah dapat mengganggu atau membunuh organisme yang ada di perairan.

Pengolahan limbah cair minyak bumi pada umumnya dilakukan secara fisik dan kimia. Namun biaya yang dikeluarkan untuk operasional relatif mahal, dapat menimbulkan pencemar baru, serta masih ada sisa minyak yang ikut dalam aliran air. Oleh sebab itu, untuk mengoptimalkan sistem pengolahan limbah cair minyak bumi dapat dilakukan secara biologis, yaitu dengan menggunakan tanaman atau disebut dengan fitoremediasi. Metode fitoremediasi lebih efektif, biaya operasionalnya lebih murah, mudah dilakukan dan ramah lingkungan.

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 128 Tahun 2003, tentang tatacara dan persyaratan teknis pengolahan limbah minyak bumi dan tanah terkontaminasi oleh minyak bumi secara biologis. Limbah yang akan diolah dengan



metode biologis harus dianalisis terlebih dahulu kandungan minyak atau *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH). Konsentrasi maksimum TPH awal sebelum proses pengolahan biologis adalah tidak lebih dari 150000 ppm, sedangkan nilai akhir hasil pengolahannya mencapai 10000 ppm (Styani 2008: 56). Namun, solusi untuk mengendalikan pencemaran industri dapat diterapkan kebijakan nir limbah (zero waste). Menurut Sulaeman (2008: 1), aktivitas nir limbah (zero waste) merupakan aktivitas meniadakan limbah dari suatu proses produksi.

Faktor yang mempengaruhi keberhasilan fitoremediasi adalah jenis tumbuhan dan konsentrasi air limbah. Jenis tumbuhan yang berbeda menunjukkan sensitifitas yang berbeda pula terhadap bahan pencemar (Haryanti *et al.* 2009: 39). Adanya batas konsentrasi polutan yang dapat ditolelir oleh tumbuhan, menyebabkan teknik fitoremediasi biasanya menggunakan jenis-jenis tumbuhan yang toleran terhadap polutan tertentu. Konsentrasi polutan yang tinggi melebihi batas toleran menyebabkan tumbuhan mengalami stres dan akhirnya mati (Sumarsih 2008: 1). Fitoremediasi akan lebih efektif bila digunakan pada konsentrasi limbah yang sesuai (U.S EPA 2000: 15).

Jenis tumbuhan yang bisa digunakan dalam proses fitoremediasi antara lain *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. dan *Neptunia oleracea* (Lour.). *Eichhornia crassipes* merupakan tumbuhan air yang mempunyai kemampuan berkembang biak dengan cepat, mampu menyerap unsur hara, senyawa organik, dan logam berat dalam jumlah yang besar. Diduga mekanisme fitoremediasi yang terjadi pada *E. crassipes* adalah rhizofiltrasi dan fitoekstraksi.

Penelitian Maymunah (2008: 32), tentang fitoremediasi limbah cair minyak bumi dengan menggunakan *E. crassipes* didapatkan hasil bahwa *E. crassipes* mampu

menurunkan kadar polutan hidrokarbon petroleum sebesar 1,180 ppm pada konsentrasi limbah 75% dengan nilai TPH awal 7,2 ppm dalam waktu 2 bulan.

Neptunia oleracea merupakan tumbuhan legum akuatik yang berpotensi dalam mengurangi pencemaran hidrokarbon dan mempunyai kemampuan dalam memfiksasi nitrogen dari udara. Fiksasi nitrogen dilakukan dengan cara bersimbiosis dengan *Rhizobium* yang terdapat pada bintil akarnya. Pada simbiotik ini tumbuhan akan mengeluarkan eksudat akar yang membantu pertumbuhan bakteri disekitar rhizofer (Juswardi *et al.* 2010: 17). *Neptunia oleracea* diduga mempunyai mekanisme rhizodegradasi dan fitovolatilisasi.

Penelitian Muliandani (2010: 29), tentang respons dan kemampuan *N. oleracea* dalam menurunkan nilai total petroleum hidrokarbon limbah cair minyak bumi. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa *N. oleracea* mampu menurunkan nilai total petroleum hidrokarbon sebesar 67400 ppm pada konsentrasi limbah 45% dengan nilai TPH awal sebesar 89100 ppm selama 30 hari proses fitoremediasi.

Upaya untuk mengoptimalkan proses fitoremediasi limbah cair minyak bumi dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan *E. crassipes* dan *N. oleracea*. Kedua tumbuhan ini masing-masing mempunyai mekanisme fitoremediasi yang berbeda, sehingga diharapkan kedua tanaman tersebut mampu menghilangkan berbagai jenis polutan pada beberapa tingkat efisiensi.

1.2. Perumusan Masalah

Pengolahan limbah cair minyak bumi dengan metode fitoremediasi lebih efektif, biaya operasionalnya lebih murah, mudah dilakukan dan ramah lingkungan. Tumbuhan yang berpotensi sebagai agen fitoremediasi diantaranya *E. crassipes* dan *N. oleracea* karena masing-masing memiliki keunggulan dalam mengolah limbah cair minyak bumi. Tetapi keberhasilan fitoremediasi juga ditentukan oleh konsentrasi air limbah. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian kemampuan *E. crassipes* yang dikombinasikan dengan *N. oleracea* dalam proses fitoremediasi pada konsentrasi limbah cair minyak bumi yang berbeda.

1.3. Hipotesis

Kombinasi *E. crassipes* dan *N. oleracea* mempunyai kemampuan fitoremediasi dalam berbagai konsentrasi limbah cair minyak bumi yang berbeda.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan fitoremediasi *E. crassipes* yang dikombinasikan dengan *N. oleracea* pada berbagai konsentrasi limbah cair minyak bumi dengan mengukur TPH, pH dan berat basah serta mengamati perubahan morfologi pada masing-masing tumbuhan.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi untuk pengolahan limbah cair minyak bumi dengan metode fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* dan *N. oleracea*.

DAFTAR PUSTAKA

- Eddy, S. 2008. The Ability of Water Hyacinth as Phytoremediation Agens of Lead Contamination Water. <http://www.scribd.com/doc/52228178/Fitoremediasi-ECENG-GONDOK>. 10 September 2010.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta. 190 hlm.
- Fitter, A.H. & R.K.M. Hay. 1998. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. S. Andayani & E.D. Purbayanti (Penterjemah). B. Srigantodo (Editor). Gadjah mada University Press. Yogyakarta. 421 hlm.
- Frick, C.M., R.E. Farrell & J.J. Germida. 1999. *Assessment of Phytoremediation as an In-Situ Technique for Cleaning Oil-Contaminated Sites*. Department of Soil Science. Canada. v + 82 hlm.
- Gardner, F.P, R.B. Pearce., R.L. Mitchell. 2008. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. UI Press. Jakarta : x + 428 hlm.
- Halimatuddahlia. 2003. Pencegahan Korosi dan Scale pada Proses Produksi Minyak Bumi. <http://library.usu.ac.id/download/ft/tkimia-halima.pdf>. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. 21 Oktober 2011.
- Hannan, M., Jones., S. Csurhes. 2008. *Pest Plant Risk Assessment Water mimosa Neptunia oleracea Dead and Awake Neptunia plena*. Biosecurity Queensland Department of Primary Industries and Fisheries. 1-14 hlm.
- Haryanti, S., R.B. Hastusti, E.D. Hastuti & Y. Nurchayati. 2009. Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm) di Berbagai Perairan Tercemar. *Jurnal*: 39-46.
- Herdiyantoro, D. 2005. Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi oleh *Bacillus* sp. Galur ICBB 7865 dari Ekosistem Air Hitam Kalimantan Tengah dengan Penambahan Surfaktan. *Tesis Magister Sains Ilmu Tanah*. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. 48 hlm.
- Hidayati, D., Aunurohim & I.K. Murwani. 2009. Aplikasi Fitoremidiasi Polutan dengan Kiambang (*Salvinia molesta*) dan Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) pada Air Tercemar Lumpur Lapindo dan Uji Biologis sebagai Media Pemeliharaan Bandeng (*Chanos chanos*). *Laporan Akhir Penelitian Hibah Strategis Nasional*. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya : xi + 40 hlm.
- Jones. S.B., A.E. Luchsinger. 1986. *Plant Systematics* Second Edition. Mcgraw-Hill Book Company. New York. ix + 512 hlm.

- Juswardi, Sagala.E.P., & Ferdini.L. 2010. Pertumbuhan *Neptunia oleracea* Lour. pada Limbah Cair Amoniak dari Industri Pupuk Urea Sebagai Upaya Pengembangan Fitoremediasi. *Jurnal Penelitian Sains*. 13(1): 17-20.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 128. 2003. Tatacara dan Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi oleh Minyak Bumi secara Biologis. oc.its.ac.id/ambilfile.php?idp=1620. 7 Oktober 2011.
- Lakitan, B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. xvi + 218 hlm.
- Maymunah. 2008. Fitoremediasi Hidrokarbon Petroleum Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* [Mart.] Solm). *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. 78 hlm. (tidak dipublikasikan)
- Muliandani, S. 2011. Respons Pertumbuhan *Neptunia oleracea* (Lour.) dan Kemampuannya dalam Menurunkan Nilai TPH pada Konsentrasi Limbah Cair Minyak Bumi yang Berbeda. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. 42 hlm. (tidak dipublikasikan)
- Nandi. 2006. *Minyak Bumi dan Gas. Handout Geologi Lingkungan*. Universitas Indonesia : 17 hlm.
- Nda. 2002. Menyerap Logam Berat dengan Tanaman Air. www.mediaindo.co.id. 10 Agustus 2011.
- Nichols, D.S. 1983. Capacity of Natural Wetlands to Remove Nutrients from Wastewater. *J. Water Pollut. Control Fed.* 55: 495-505.
- Nugroho, A. 2006. Biodegradasi Sludge Minyak Bumi dalam Skala Mikrokosmos: Simulasi Sederhana sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment. *Jurnal Makara Teknologi*. 10 (2): 82-89.
- Prihandrijanti, M., T. Lidiawati., E. Indrawan., H. Winanda & H. Gunawan. 2009. Fitoremediasi dengan Enceng gondok dan Kiambang untuk Menurunkan Konsentrasi Deterjen, Minyak Lemak, dan Krom Total. *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia- STNKI 2009*. Bandung. ISBN 978-979-98300-1-2: 6 hlm.
- Priyanto, B & J. Prayitno. 2007. Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat. <http://ltl.bppt.tripod.com/sublab/lflora1.htm>. 14 Juli 2010.

- Rossiana, N., T. Supriatum & Y. Dhahiyat. 2007. Fitoremediasi Limbah Cair dengan Eceng gondok (*Eichhornia crassipes* [Mart.] Solms) dan Limbah Padat Industri Minyak Bumi dengan Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) Bermikoriza. *Laporan Penelitian*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjajaran. 49 hlm.
- Sihaloho, W.S. 2009. Analisa Kandungan Amonia dari Limbah Cair Inlet dan Outlet dari Beberapa Industri Kelapa Sawit. *Karya Ilmiah Program Studi Diploma-3 Kimia Analisis Departemen Kimia*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. viii + 37 hlm.
- Singha. L.S., M. Bawari., M.D. Choudhury. 2010. An overview on *Neptunia oleracea* (Lour.). *Assam University Journal of Science & Technology : Biological and Environmental Science*. 6(1): 155-158.
- Steenis, V. 2006. *Flora*. Pradnya Paramita. Jakarta. xii + 485 hlm.
- Styani, E. 2008. Bioremediasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi Menggunakan Bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. *Warta Akab*. 19 Juli 2008. 47-58.
- Suardana, I.W. 2009. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* [Mart.] Solms) sebagai Teknik Alternatif dalam Pengolahan Biologis Air Limbah Asal Rumah Pemotongan Hewan (RPH) Pesanggaran Denpasar-Bali. *Berita Biologi*. 9(6): 759-766.
- Subroto, M.A. 1996. Fitoremediasi dalam Prosiding Pelatihan dan Lokakarya : Peranan Bioremediasi dalam Pengelolaan Lingkungan, Cibinong, 24-25 Juni 1996.
- Sugiharto. 2008. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI Press. Jakarta : vii + 189 hlm.
- Sulaeman, D. 2008. *Zero Waste (Prinsip Menciptakan Agro-Industri Ramah Lingkungan)*. Subdit Pengelolaan Lingkungan. Jakarta : ii + 9 hlm.
- Sumarsih. 2008. XI. Fitoremediasi. Sumarsih07.files.wordpress.com/2008/09/xi-fitoremediasi.pdf. 28 Januari 2010.
- U.S. EPA. 2000. *Introduction to Phytoremediation*. Office of Research and Development. Cincinnati-Ohio. xi + 92 hlm.