

**KEMAMPUAN FITOREMEDIASI *Salvinia molesta* D.S. Mitchel
PADA BEBERAPA KONSENTRASI LIMBAH CAIR MINYAK BUMI**

SKRIPSI

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



Oleh

**FAHRI ARLIO NITA
08071004040**

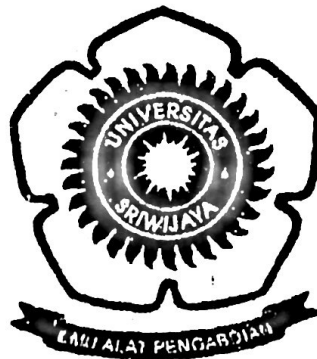
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NOPEMBER 2011**

0:23206/23761

**KEMAMPUAN FITOREMEDIASI *Salvinia molesta* D.S. Mitchell
PADA BEBERAPA KONSENTRASI LIMBAH CAIR MINYAK BUMI**

SKRIPSI

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



S.
579.207.
Fah
K
2011

G. 1200 78

Oleh

**FAHRI ARLIO NITA
08071004040**

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

LEMBAR PENGESAHAN

**KEMAMPUAN FITOREMEDIASI *Salvinia molesta* D.S. Mitchell
PADA BEBERAPA KONSENTRASI LIMBAH CAIR MINYAK BUMI**

SKRIPSI

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

Oleh

**FAHRI ARLIO NITA
08071004040**

Pembimbing II,



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

**Indralaya, Nopember 2011
Pembimbing I,**



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

**Mengetahui:
Ketua Jurusan Biologi,**



**Dr. Zaili Hanafiah, M.Sc.
NIP. 19590909 198703 1 004**

"..., Ya Tuhan kami berikanlah kami kebaikan di dunia dan di akhirat,
dan peliharalah kami dari api neraka" (Al-Baqarah: 201).

MOTTO

Keinginan belajar dari setiap sisi baik orang lain menuntun menjadi pribadi pandai
yang ada di jalan-Nya.

Merasa benar dalam keraguan tidak dapat mengalahkan nilai dari kesalahan
dalam mencoba (Mario Teguh).

Ku persembahkan karyaku ini untuk :

Allah SWT dan Rasulullah SAW

Ayahanda Hcrianto dan Ibunda Rusnaini yang terkasih

Kakak-kakaku tercinta Jeni Henda Rista, S.K.M. dan

Veni Uci Anta, A.M.Kep. serta adikku tersayang Dedes Sahpitra

Almamatrku

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT serta shalawat dan salam kepada teladan terbaik Nabi Muhammad SAW. Atas kehendak dan izin Allah skripsi yang berjudul “Kemampuan Fitoremediasi *Salvinia molesta* D.S. Mitchell pada Beberapa Konsentrasi Limbah Cair Minyak Bumi” dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Terima kasih kepada kedua orang tuaku, Ayahanda Herianto dan Ibunda Rusnaini yang selalu mendoakan, memberi kasih sayang dan semangat. Terima kasih kepada Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si. dan Drs. Juswardi, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dengan sabar dan ikhlas selama penyelesaian skripsi ini. Terima kasih juga disampaikan kepada:

1. Drs. Muhammad Irfan, M.T. sebagai Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Zazili hanafiah, M.Sc. sebagai Ketua Jurusan dan Dra. Muharni, M.Si sebagai Sekretaris Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Drs. Enggar Patriono, M.Si. sebagai dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasihat selama masa perkuliahan.
4. Dra. Nita Aminasih, M.P. dan Dra. Nina Tanzerina, M.Si. sebagai dosen pembahas yang telah memberikan saran selama penulisan skripsi ini.

5. Drs. Mustafa Kamal, M.Si. sebagai dosen tamu penguji sidang serta seluruh dosen jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya atas ilmu yang telah diberikan.
6. Seluruh staf karyawan PT. PERTAMINA RU III Plaju-Sungai Gerong Palembang yang telah membantu dalam pengambilan sampel.
7. Teman-teman seperjuanganku, Fakhriyatiningrum dan Yulia Trisna Dewi atas kebersamaan, nasihat dan kerjasamanya serta teman-teman mahasiswa Biologi FMIPA terutama angkatan 2007 atas dukungan dan semangatnya
8. Semua pihak terlibat dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita dan berguna untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa depan. Aamiin.

Indralaya, Nopember 2011

Penulis

THE PHYTOREMEDIATION ABILITY OF *Salvinia molesta* D.S. Mitchell IN SOME CONCENTRATIONS OF PETROLEUM LIQUID WASTE

By

**Fahri Arlio Nita
08071004040**

ABSTRACT

The research on The Phytoremediation Ability of *Salvinia molesta* D.S. Mitchell in Some Concentrations of Petroleum Liquid Waste was carry out on May to June 2011. The purpose of this research to determine the phytoremediation ability of *S. molesta* in some concentrations of petroleum liquid waste by measuring TPH (Total Petroleum Hydrocarbon), pH and wet weight. Research was done using Completely Randomized Design (CRD) with the treatment of concentrations of 0%, 15%, 30%, 45%, 60%, and 75% waste, and each treatment was repeated 4 times. The results of research showed that *S. molesta* able to decreasing of TPH in each treatment of concentrations petroleum liquid waste, with the highest TPH decrease is obtained at a concentration of 75% waste, amounting to 1317 ppm. Decrease of pH in phytoremediation of petroleum liquid waste using *S. molesta* is stable. The right growth of *S. molesta* on phytoremediation of petroleum liquid waste obtained at a concentration of 60% waste, with the wet weight for 30 days amounting to 68,85 g. From the results obtained, it can be concluded that the concentration of petroleum liquid waste that is right for phytoremediation ability and the growth of *S. molesta* obtained at a concentration of 60% waste, with decrease of TPH is 1157 ppm.

Key words : phytoremediation, *Salvinia molesta* D.S. Mitchell, concentrations of petroleum liquid waste

**KEMAMPUAN FITOREMEDIASI *Salvinia molesta* D.S. Mitchell
PADA BEBERAPA KONSENTRASI LIMBAH CAIR MINYAK BUMI**

Oleh

**Fahri Arlio Nita
08071004040**

ABSTRAK

Penelitian tentang Kemampuan Fitoremediasi *Salvinia molesta* D.S. Mitchell pada Beberapa Konsentrasi Limbah Cair Minyak Bumi telah dilaksanakan pada Mei sampai Juni 2011. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan fitoremediasi *S. molesta* pada beberapa konsentrasi limbah cair minyak bumi dengan mengukur TPH (Total Petroleum Hidrokarbon), pH dan berat basah. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan konsentrasi limbah 0%, 15%, 30%, 45%, 60% dan 75%, dan masing-masing perlakuan diulang 4 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *S. molesta* mampu menurunkan TPH pada tiap perlakuan konsentrasi limbah cair minyak bumi, dengan penurunan TPH tertinggi diperoleh pada konsentrasi limbah 75%, yaitu sebesar 1317 ppm. Penurunan pH pada fitoremediasi limbah cair minyak bumi menggunakan *S. molesta* adalah stabil. Pertumbuhan *S. molesta* yang tepat pada fitoremediasi limbah cair minyak bumi diperoleh pada konsentrasi limbah 60%, dengan penambahan berat basah selama 30 hari sebesar 68,85 g. Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi limbah cair minyak bumi yang tepat untuk kemampuan fitoremediasi dan pertumbuhan *S. molesta* diperoleh pada konsentrasi limbah 60%, dengan penurunan TPH 1157 ppm.

Kata kunci : fitoremediasi, *Salvinia molesta* D.S. Mitchell, konsentrasi limbah cair minyak bumi

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan 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.....	7
2.3. <i>Salvinia molesta</i> D.S. Mitchell	13
2.4. <i>Salvinia molesta</i> D.S. Mitchell sebagai Agen Fitoremediasi.....	17
2.5. Mekanisme Fitoremediasi Limbah Minyak Bumi	18
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat	21
3.2. Alat dan Bahan.....	21
3.3. Rancangan Percobaan.....	21
3.4. Cara Kerja	22
3.4.1. Persiapan dan Aklimatisasi <i>Salvinia molesta</i>	22
3.4.2. Persiapan Media Tumbuh (Bioreaktor).....	22
3.4.3. Penanaman dan Pemeliharaan <i>Salvinia molesta</i>	23
3.5. Variabel Pengamatan.....	23

3.5.1. Total Petroleum Hidrokarbon (TPH).....	23
3.5.1. Potensial Hidrogen (pH) Media Tumbuh <i>Salvinia molesta</i>	24
3.5.1. Berat Basah <i>Salvinia molesta</i>	24
3.6. Analisis Data.....	24
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Penurunan Total Petroleum Hidrokarbon (TPH).....	25
4.2. Penurunan pH Media Tumbuh <i>Salvinia molesta</i>	33
4.3. Pertambahan Berat Basah <i>Salvinia molesta</i>	35
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	38
5.2. Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1. Penurunan TPH selama 30 hari fitoremediasi limbah cair minyak bumi menggunakan <i>S. molesta</i>	25
4.2. Penurunan pH media tumbuh <i>S. molesta</i> selama 30 hari fitoremediasi limbah cair minyak bumi.....	33
4.3. Pertambahan berat basah <i>S. molesta</i> selama 30 hari fitoremediasi limbah cair minyak bumi.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Daun <i>S. molesta</i> yang mengapung pada tingkat muda dan dewasa.....	15
4.1. Permukaan bawah daun <i>S. molesta</i> tampak mengkilap dan tepi daun menjadi kering.....	28
4.2. Klorosis dan nekrosis pada daun <i>S. molesta</i> tampak pertama kali pada daun tua.....	29
4.3. Daun <i>S. molesta</i> yang berfungsi seperti akar pada sebelum dan setelah fitoremediasi.....	30
4.3. Organ tubuh <i>S. molesta</i> berubah warna menjadi hitam.....	31
4.5. Trikoma pada permukaan atas daun <i>S. molesta</i> pada sebelum dan selama fitoremediasi (hari ke-21).....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1.1. Analisis varian penurunan TPH selama 30 hari fitoremediasi limbah cair minyak bumi menggunakan <i>S. molesta</i>	46
1.2. Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) penurunan TPH selama 30 hari fitoremediasi limbah cair minyak bumi menggunakan <i>S. molesta</i> pada taraf nyata 5%.....	46
2.1. Analisis varian penurunan pH media tumbuh <i>S. molesta</i> selama 30 hari fitoremediasi limbah cair minyak bumi.....	46
2.2. Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) penurunan pH media tumbuh <i>S. molesta</i> selama 30 hari fitoremediasi limbah cair minyak bumi pada taraf nyata 5%.....	47
3.1. Analisis varian penambahan berat basah <i>S. molesta</i> selama 30 hari fitoremediasi limbah cair minyak bumi.....	47
3.2. Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) penambahan berat basah <i>S. molesta</i> selama 30 hari fitoremediasi limbah cair minyak bumi pada taraf nyata 5%.....	47
4. Pertumbuhan <i>S. molesta</i> sebelum dan setelah 30 hari fitoremediasi pada tiap perlakuan konsentrasi limbah cair minyak bumi.....	48
5. Pertumbuhan daun yang berfungsi seperti akar dan tunas <i>S. molesta</i> selama 30 hari fitoremediasi pada tiap perlakuan konsentrasi limbah cair minyak bumi.....	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengolahan minyak bumi oleh unit pengilangan minyak menghasilkan produk sampingan berupa limbah cair, padat dan gas. Limbah cair minyak bumi cukup berbahaya bagi makhluk hidup karena penyebarannya berlangsung cepat. Unit pengilangan minyak umumnya telah melakukan upaya penanggulangan limbah dengan pengolahan secara fisika dan kimia. Menurut Silvia & Jusfah (2010: 2), terdapat beberapa kelemahan pada kedua metode tersebut, antara lain pengoperasiannya mahal dan dapat mengganggu kehidupan di lingkungan.

Upaya mengoptimalkan pengolahan limbah cair minyak bumi dapat melalui pengolahan secara biologi. Limbah yang akan diolah dengan metode biologi harus dianalisis terlebih dahulu kandungan minyaknya atau total petroleum hidrokarbon (TPH). Berdasarkan keputusan menteri lingkungan hidup nomor 128 tahun 2003 tentang tata cara dan persyaratan teknis pengolahan limbah minyak bumi dan tanah terkontaminasi oleh minyak bumi secara biologi, bahwa konsentrasi maksimum TPH sebelum proses pengolahan adalah $\leq 15\%$. Sedangkan nilai TPH hasil akhir pengolahan adalah $\leq 1\%$ (Purwadayu 2009: 1). Namun, sesuai dengan konsep baru yang mengupayakan agar suatu kegiatan industri melepaskan limbah dalam jumlah sedikit atau dikenal dengan konsep nir limbah (zero waste), maka perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut, salah satunya dengan fitoremediasi. Menurut Haidir *et al.*

(2005: 2), fitoremediasi atau pemanfaatan tumbuhan untuk membersihkan lingkungan tercemar merupakan metode remediasi yang murah, mudah dan ramah lingkungan.

Metode pengolahan limbah dengan fitoremediasi perlu dilakukan untuk meningkatkan degradasi polutan selain degradasi alami yang berlangsung lambat. Menurut Nugroho (2006: 83), lingkungan memiliki kemampuan untuk mendegradasi polutan melalui proses biologi dan kimiawi. Namun, sering kali beban pencemaran di lingkungan lebih besar dibandingkan dengan kecepatan degradasi polutan secara alami.

Pada pengolahan limbah cair minyak bumi dengan metode fitoremediasi dapat digunakan jenis tumbuhan air. Berbagai jenis tumbuhan air telah diketahui mempunyai kemampuan dalam fitoremediasi limbah cair minyak bumi, antara lain *Salvinia natans* dan *Eichhornia crassipes*. Yunnie (2008: 34) melaporkan bahwa persentase penurunan TPH pada fitoremediasi limbah cair minyak bumi menggunakan *S. natans* selama 3 bulan adalah sebesar 83,15% dengan TPH awal 5,4 ppm. Maymunah (2008: 32) melaporkan bahwa persentase penurunan TPH menggunakan *E. crassipes* selama 2 bulan fitoremediasi mencapai 61,5% dengan TPH awal 7,2 ppm.

Tumbuhan air yang juga memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai agen fitoremediasi limbah cair minyak bumi adalah *Salvinia molesta* D.S. Mitchell. Menurut Oliver (1993: 228), *S. molesta* memiliki daun yang berfungsi seperti akar yang lebat dan panjang, sehingga memperluas daerah rizosfer dan bidang penyerapan. Koch & Barthlott (2009: 1496) menyatakan bahwa pada permukaan atas daun *S. molesta* terdapat trikoma yang rapat dan bersifat superhidrofobik. Trikoma tersebut memungkinkan akumulasi polutan dan menyebabkan daun *S. molesta* yang terpapar di perairan tidak mudah membusuk. Menurut McFarland *et al.* (2004: 1), pertumbuhan

S. molesta tergolong cepat, pada kondisi normal jumlah dan biomasanya berlipat ganda dalam waktu kurang lebih 3 hari.

Salvinia molesta digunakan pada penelitian sebelumnya sebagai agen fitoremediasi beberapa logam, diantaranya menurunkan konsentrasi awal Cd dan Pb sebesar 10 ppm. Hasil penelitian menunjukkan persentase penurunan konsentrasi Cd sebesar 72,2% dan 59,5% untuk Pb selama 6 hari (Setiawan 2003: 28-30). *S. molesta* diharapkan dapat menurunkan konsentrasi logam berat dalam limbah cair minyak bumi, selain menurunkan konsentrasi komponen utama, yaitu hidrokarbon. Menurut Yani *et al.* (2007: 1), limbah minyak bumi mengandung hidrokarbon dan beberapa logam berat, yaitu Hg, Cd, Pb, As, Cr, Cu, Zn, Ni.

Fitoremediasi lebih efisien bila menggunakan konsentrasi polutan yang tepat. Konsentrasi polutan yang sangat tinggi tidak memungkinkan tumbuhan untuk tumbuh atau bertahan hidup. Konsentrasi polutan terlalu rendah menyebabkan fitoremediasi tidak efisien karena penurunan konsentrasi polutan yang terjadi lebih rendah daripada kemampuan optimum tumbuhan dalam menurunkan konsentrasi polutan (U.S. EPA 2000: 43-44). Dengan demikian, dalam penggunaan *S. molesta* sebagai agen fitoremediasi limbah cair minyak bumi harus diketahui terlebih dahulu konsentrasi limbah yang tepat untuk kemampuan fitoremediasi dan pertumbuhan *S. molesta*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai kemampuan fitoremediasi *S. molesta* pada beberapa konsentrasi limbah cair minyak bumi.

1.2. Rumusan Masalah

Pengolahan limbah cair minyak bumi yang murah, mudah, ramah lingkungan dan sesuai dengan konsep nir limbah dapat dilakukan dengan metode fitoremediasi menggunakan tumbuhan *S. molesta*. *S. molesta* diharapkan dapat dimanfaatkan untuk remediasi komponen utama limbah cair minyak bumi, yaitu senyawa hidrokarbon serta komponen lain seperti logam berat. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan fitoremediasi limbah cair minyak bumi adalah konsentrasi limbah. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang kemampuan fitoremediasi *S. molesta* pada beberapa konsentrasi limbah cair minyak bumi.

1.3. Hipotesis

Salvinia molesta mempunyai kemampuan fitoremediasi yang berbeda pada beberapa konsentrasi limbah cair minyak bumi.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kemampuan fitoremediasi *S. molesta* pada beberapa konsentrasi limbah cair minyak bumi dengan mengukur TPH, pH dan berat basah.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai referensi dalam menerapkan fitoremediasi pada pengolahan lingkungan tercemar limbah cair minyak bumi menggunakan *S. molesta*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L. 2004. *Dasar Nutrisi Tanaman*. PT. Asdi Mahasatya. Jakarta. 80 hlm.
- Aisyah, L.S., H. Hardiani & A. Fauzi. 2010. Fitoremediasi Tanah Terkontaminasi Logam Cu Limbah Padat Proses Deinking Industri Kertas oleh Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) dengan Penambahan Mikoriza. *Jurnal Penelitian Kimia*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jenderal Ahmad Yani. 27 hlm. 02 Desember 2010.
- Atlas R.M. & R. Bartha. 1998. *Microbial Ecology: Fundamental and Application 4th ed.* Benjamin Cummings Publishing, Co. Inc. Redwood City. California. 563 hlm.
- Benson, L. 1957. *Plant Classification*. D. C. Heath and Company. Boston. xiv + 688 hlm.
- Cerman, Z, B.F. Striffler & W. Barthlott. 2009. Dry in the Water: The Superhydrophobic Water Fern *Salvinia*-A Model for Biomimetic Surfaces. *Functional Surfaces in Biology*. 1: 97-109. 29 Oktober 2011.
- Chussetijowati, J., P.I. Tjahaya & P. Sukmabuana. 2010. Fitoremediasi Radionuklida ¹³⁴ Cs dalam Tanah Menggunakan Tanaman Bayam (*Amaranthus* sp.). *Prosiding Seminar Nasional ke-16 Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir*: 282-289. 16 Mei 2011.
- Eddy, S. 2008. Pemanfaatan Teknik Fitoremediasi pada Lingkungan Tercemar Timbal (Pb). <http://blog.unsri.ac.id/userfiles/Jurnal%20Syarif%20Eddy.DOC>. 07 Februari 2011.
- Epps, A.V. 2006. Phytoremediation of Petroleum Hydrocarbons. Environmental Careers Organization. http://www.clu-in.org/download/studentpapers/A_Van_Epps-Final.pdf. 04 Nopember 2011.
- Eris, F.R. 2006. *Pengembangan Teknik Bioremediasi dengan Slurry Bioreaktor untuk Tanah Tercemar Minyak Diesel*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 82 hlm.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta. 190 hlm.
- Frick, C.M., R.E. Farrell & J.J. Germida. 1999. Assessment of Phytoremediation as an In-Situ Technique for Cleaning Oil Contaminated Sites. <http://www.clu-in.org/download/remed/phyassess.pdf>. 02 Januari 2011.
- Hadiuzzaman, S. & M. Khondker. 2005. *Salvinia molesta* Mitch. (Salviniaceae)-A Free Floating Fern-Allies New to Bangladesh. *Bangladesh J. Bot.* 34(1): 37-39. 23 Desember 2010.

- Haidir, M., D. Roosmini & P.I. Tjahaja. 2005. Penyisihan Radionuklida Cesium-134 dari Tanah Andosol Menggunakan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*). *Jurnal Penelitian Teknik Lingkungan*. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung. 9 hlm. 22 Desember 2010.
- Hardiastuti, S. 2000. Kajian Pertumbuhan *Salvinia molesta* D.S. Mitchell pada Kondisi Lingkungan Berbeda. *Tesis Magister Pertanian*. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. xiii + 67 hlm. 24 Mei 2011.
- Haryani, E.B.S. 2005. Pencemaran Minyak di Laut dan Tuntutan Ganti Kerugian. *Makalah Pengantar Falsafah Sains*. Institut Pertanian Bogor. 16 hlm. 16 Februari 2011.
- Haryanti, S., R.B. Hastuti, E.D. Hastuti & Y. Nurchayati. 2009. Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm) di Berbagai Perairan Tercemar. *Jurnal Penelitian Biologi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro: 39-46. 16 Februari 2011.
- Herdiantoro, D. 2005. Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi oleh *Bacillus* sp. Galur ICBB 7859 dan ICBB 7865 dari Ekosistem Air Hitam Kalimantan Tengah dengan Penambahan Surfaktan. *Tesis Magister Sains Bidang Studi Tanah*. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. xvii + 69 hlm. 05 Oktober 2011.
- Herzog, R. 1934. Morphologische Untersuchungen ÜBER Die Gattung *Salvinia*. *Anatomische und Experimentell*: 490-514. 10 Desember 2011.
- Hidayati, D., Aunurohim & I.K. Murwani. 2009. Aplikasi Fitoremediasi 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 Tahun Anggaran 2009*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Teknologi Sepuluh Nopember. xi + 40 hlm. 21 Januari 2011.
- Irianto, A & M.S. Komar. 2000. Bioremediasi *In Vitro* Tanah Tercemar Toluena dengan Penambahan *Bacillus* Galur Lokal. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. 5 (2): 43-47. 05 Oktober 2011.
- Juhaeti, T., N. Hidayati, F. Syarif & S. Hidayat. 2009. Uji Potensi Tumbuhan Akumulator Merkuri untuk Fitoremediasi Lingkungan Tercemar Akibat Kegiatan Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Kampung Leuwi Bolang, Desa Bantar Karet, Kecamatan Nanggung, Bogor. *Jurnal Biologi Indonesia*. 6 (1): 1-11 hlm. 15 Januari 2011.
- Jumhana, N. 2010. Makhluk Hidup. http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR. PEND. LUAR BIASA/195905081984031-NANA JUMHANA / FINALISASI_IPA_PJ_J/ UNIT_4. pdf. 04 Oktober 2011.

- Kepmen LH No. 42. 1996. Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Minyak dan Gas serta Panas Bumi. <http://www.proxsis.com/perundangan/LH/doc/uu/J07-1996-00042.pdf>. 12 Agustus 2011.
- Kepmen LH No. 128. 2003. Tatacara dan Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi oleh Minyak Bumi secara Biologis. <http://oc.its.ac.id/ambilfile.php?idp=1620>. 24 September 2011.
- Kristanto, P. 2006. *Ekologi Industri*. PT. Penerbit Andi. Yogyakarta. 352 hlm.
- Koch, K. & W. Barthlott. 2009. Superhydrophobic and Superhydrophilic Plant Surface: An Inspiration for Biomimetic Material. *Phil. Trans. R. Soc. A*. 367: 1487-1509. 25 Januari 2011.
- Kvesitadze, G., M. Gordeziani, G. Khatishashvili, T. Sadunishvili & J. J. Ramsden. 2001. Some Aspects of the Enzymatic Basis of Phytoremediation. *Journal of Biological Physics and Chemistry*. 1: 49-57. 06 Juli 2011.
- Lower, S.K. 1994. Acid-Base Equilibria of the Aquatic Environment. <http://www.chem1.com/acad/webtext/pdf/envacid.pdf>. 3 Nopember 2011.
- Maymunah. 2008. Fitoremediasi Hidrokarbon Petroleum Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms). *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. 78 hlm. (Tidak Dipublikasikan)
- McFarland, D.G., L.S. Nelson, M.J. Grodowitz, R.M. Smart & C.S. Owens. 2004. *Salvinia molesta* D. S. Mitchell (Giant *Salvinia*) in the United States: A Review of Species Ecology and Approaches. http://el.erdc.usace.army.mil/elpubs/pdf/srel_04-2.pdf. 24 Januari 2011.
- Mitchell, D. S. and P. A. Thomas. 1972. The Taxonomy and Distribution of *Salvinia* Species in the Neotropics, Ecology of Water Weeds in the Neotropics. *Technical Papers in Hydrology 12*. UNESCO. Paris, France. 50 hlm. 13 Nopember 2011.
- Ndimele, P.E. 2010. A Review on the Phytoremediation of Petroleum Hydrocarbon. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 13(15): 715-722. 04 Nopember 2011.
- Nichols, D.S. 1983. Capacity of Natural Wetlands to Remove Nutrients from Wastewater. *Journal Water Pollution Control Federation*. 55 (5): 495-505. 15 Februari 2011.
- 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. 01 Desember 2010.

- Oliver, D. 1993. A Review of the Biology of Giant *Salvinia*. *Journal Aquatic Plant Manage.* 31: 227-231. 04 Februari 2011.
- Pivetz, B. E. 2001. Ground Water Issue-Phytoremediation of Contaminated Soil and Ground Water at Hazardous Waste Sites. http://www.clu-in.org/download/remed/epa_540_s01_500.pdf. 04 Nopember 2011.
- Prihandrijanti, M., T. Lidiawati., E. Indrawan., H. Winanda & H. Gunawan. 2009. Fitoremediasi dengan Eceng Gondok dan Kiambang untuk Menurunkan Konsentrasi Deterjen, Minyak Lemak, dan Krom Total. *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*. Pusat Studi Lingkungan Universitas Surabaya. 6 hlm. 13 Januari 2011.
- Priyanto, B & J. Prayitno. 2007. Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat. <http://lil.bppt.tripod.com/sublab/lfloral.htm>. 02 Desember 2010.
- Purwadayu, A.S. 2009. Profil Kelarutan Limbah Minyak Bumi dalam Air Akibat Pengaruh Surfaktan Nonionik dan Laju Pengadukan. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Kimia*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. xi + 27 hlm. 29 Oktober 2011.
- Rini, L.W. 2004. Pengaruh Konsentrasi Krom, Waktu Detensi Krom dan pH Media terhadap Penyerapan Krom dalam Larutan oleh Kayambang (*Salvinia molesta* Mitchell). *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Kimia*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember. xiii + 43 hlm. 22 Desember 2010.
- Rossiana, N. 2008. Penurunan Kandungan Logam Berat dan Pertumbuhan Tanaman Sengon (*Paraserianthes falcataria* L (Nielsen) Bermikoriza dalam Medium Limbah Lumpur Minyak Hasil Ekstraksi. *Penelitian Dosen Bidang Studi Biologi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran. 70 hlm. 11 Agustus 2011.
- Rossiana, N., T. Supriatun & 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. *Usulan Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran. 49 hlm. 01 Nopember 2010.
- Salisbury, F.B & C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan* Jilid 1. D.R. Lukman & Sumaryono (penerjemah). Institut Teknologi Bandung. Bandung. 343 hlm.
- Sandy, N.J., T. Nurhidayati & K.I. Purwani. 2010. Profil Protein Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) yang Dikulturkan pada Media Modifikasi Air Lumpur Sidoarjo.

Jurnal Penelitian Biologi. Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. 15 hlm. 15 Januari 2011.

- Sartika, W.D. 2009. Pengaruh Penambahan Pupuk Anorganik dan Masa Depan Tanaman terhadap Efektifitas Fitoremediasi Tanah Tercemar Hidrokarbon Minyak Bumi: Abstrak. <http://digilib.itb.ac.id/index.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbpp-gdl-widyadesis-25625&q=fitoremediasi%20hidrokarbon&newlang=indonesian>. 10 Februari 2011.
- Sembiring, E. & E. Sulistyawati. 2006. Akumulasi Pb dan Pengaruhnya pada Kondisi Daun *Swietenia macrophylla* King. *Makalah Seminar Nasional Penelitian Lingkungan*. Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati (SITH) Institut Teknologi Bandung. 10 hlm. 03 Oktober 2011.
- Setiawan, M. 2003. Pemanfaatan Kayambang (*Salvinia molesta*) untuk Penyerapan Logam Berat dari Air Limbah Industri. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Kimia*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember. xi + 37 hlm. 21 Januari 2011.
- Sihaloho, W.S. 2009. Analisa Kandungan Amonia dari Limbah Cair Inlet dan Outlet dari Beberapa Industri Kelapa Sawit. *Karya Ilmiah Bidang Studi Kimia*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. viii + 37 hlm. 24 Desember 2010.
- Silvia, S. & J. Jusfah. 2010. Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi Menggunakan Isolat Bakteri dari Limbah Minyak Bumi PT. Cevron Pacific Indonesia. *Jurnal Penelitian Biologi dan Teknologi Lingkungan*. Universitas Andalas. 20 hlm. 01 Nopember 2010.
- Subroto, M.A. 1996. Fitoremediasi. *Prosiding Pelatihan dan Lokakarya "Peranan Bioremediasi dan Pengolahan Lingkungan"*. Puslitbang Bioteknologi-LIPI. Bogor: 52-69. 16 Juli 2011.
- Sumarsih, S. 2008. XI. Fitoremediasi. <http://sumarsih07.files.wordpress.com/2008/09/xi-fitoremediasi.pdf>. 31 Agustus 2010.
- Surakusumah, W. 2010. Ekologi dan Pembangunan. http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR.PEND.BIOLOGI/197212031999031WAHYU_SURAKUSUMAH/Fitoremediasi_dan_pembangunan_berkelanjutan.pdf. 13 Februari 2011.
- Tangahu, B.V. 2008. Fitoremediasi Air yang Tercemar Minyak Pelumas dalam Sistem Kontinyu dengan Aliran Horisontal. *Laporan Penelitian Dosen Muda Tahun Anggaran 2008*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Teknologi Sepuluh Nopember. x + 145 hlm. 06 Juli 2011.

- U.S. EPA. 2000. Introduction to Phytoremediation. <http://www.cluin.org/download/remed/introphyto.pdf>. 26 Desember 2010.
- Wurts, W.A. & R. M. Durborow. 1992. Interactions of pH, Carbon Dioxide, Alkalinity and Hardness in Fish Ponds. <http://www.ca.uky.edu/wkrec/interactionsphetc.pdf>. 04 Nopember 2011.
- Yani, M., A.D. Syakti, F.R. Eris & N.S. Indrasti. 2007. Pengembangan Bioremediasi dengan Teknik Slurry Bioreaktor untuk Pengolahan Sludge / Sedimen Tercemar Minyak Bumi. *Seminar Nasional Penghimpunan Perikanan dan Ilmu Kelautan Indonesia*. Institut Pertanian Bogor. 6 hlm. 01 Desember 2010.
- Yatskievych, G. & M. D. Windham. 2008. Salviniaceae Floating Fern Family, Vascular Plants of Arizona: Salviniaceae. *CANOTIA*. 4 (2): 46–49.
- Yunnie. 2008. Fitoremediasi Hidrokarbon Petroleum Menggunakan Tumbuhan Kiambang (*Salvinia natans* (L.) Allioni). *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. xii + 89 hlm. (Tidak Dipublikasikan)
- Yusuf, G. 2008. Bioremediasi Limbah Rumah Tangga dengan Sistem Simulasi Tanaman Air. *Jurnal Bumi Lestari*. 8 (2): 136-144. 21 Desember 2010.