

FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR MINYAK BUMI MENGUNAKAN EMPAT JENIS RUMPUT

PHYTOREMEDIATION OF PETROLEUM CONTAMINATED SOIL USING FOUR TYPES OF GRASSES

Fadliah Salim dan Tuti Suryati

Balai Teknologi Lingkungan, BPPT

Gedung Gesotech, Gedung no. 820, Puspiptek, Tangerang Selatan – Indonesia

e-mail: fadliahsalim@yahoo.com

diajukan: 04/07/2014, direvisi: 06/08/2014, disetujui: 26/08/2014

ABSTRACT

Phytoremediation of petroleum contaminated soil study using 4 types of grasses which were Eleusine indica, Paspalum notatum, Setaria splendida, and Stenotaphrum secundatum were conducted. The main objective of this study is to know effectivity of those grasses as phytoremediation plants to decrease the level of total petroleum hydrocarbon (TPH) on petroleum contaminated soil. Parameters observed were vegetative growth of grasses includes dry weight of plant biomass, plant height, number of tillers, root length after 4 month planting. Besides that, analysis of TPH level of soil that had been planted by grasses were also done after 4; 9; and 12 month planting. The results indicated that the four types of grasses studied were effective to be used as plants for phytoremediation of petroleum contaminated soil. The highest percentage for TPH reduction were obtained from grass species Paspalum notatum (38.81%), followed by Eleusine indica (38.69%), Setaria splendida (36.34%), and Stenotaphrum secundatum (29.32%).

Keywords: Petroleum contaminated soil, phytoremediation, grasses, total petroleum hydrocarbon

ABSTRAK

Penelitian fitoremediasi tanah tercemar minyak bumi menggunakan empat jenis rumput - rumputan yang terdiri dari *Eleusine indica*, *Paspalum notatum*, *Setaria splendida*, dan *Stenotaphrum secundatum* telah dilakukan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas rumput-rumputan tersebut sebagai tanaman fitoremediasi dalam mengurangi kadar *total petroleum hydrocarbon* (TPH) pada tanah tercemar minyak bumi. Parameter yang diamati adalah pertumbuhan vegetative tanaman rumput yang terdiri dari biomasa kering, tinggi tanaman, jumlah anakan, dan panjang akar setelah 4 bulan tanam. Selain itu juga dilakukan analisis kadar TPH pada tanah yang telah ditanami rumput-rumputan selama 4; 9; dan 12 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keempat jenis tanaman rumput yang diteliti adalah efektif untuk digunakan sebagai tanaman fitoremediasi tanah tercemar minyak bumi. Persen penurunan TPH tertinggi diperoleh dari rumput *Paspalum notatum* (38,81%), kemudian *Eleusine indica* (38,69%), *Setaria splendida* (36,34%), dan *Stenotaphrum secundatum* (29,32%).

Kata kunci: Tanah tercemar minyak bumi, fitoremediasi, rumput-rumputan, total petroleum hydrocarbon

PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan sumber energi yang memiliki banyak manfaat, akan tetapi bila terbuang ke lingkungan, akan menjadi limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Tumpahan hidrokarbon ke tanah dan air dapat meracuni flora dan fauna yang hidup di sekitar

lahan tercemar, termasuk ke dalam tubuh manusia. Oleh karena itu, tindakan penanggulangan lahan tercemar minyak bumi perlu dilakukan agar pencemaran tidak

meluas.

Salah satu cara untuk melakukan pemulihan lahan tercemar minyak bumi adalah dengan fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan suatu sistem dimana tumbuhan tertentu yang berasosiasi dengan mikroorganisme dapat mengubah zat pencemar menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi.

Seleksi jenis tanaman yang dapat digunakan untuk fitoremediasi suatu bahan pencemar merupakan suatu tahapan yang

sangat penting. Menurut Jones dkk. (2004), kualitas rizodeposisi (faktor yang mendorong kehadiran mikroba ke rizosfer) bergantung pada jenis tumbuhan. Selain itu, kualitas rizodeposisi ini menentukan jenis mikroba pendegradasi minyak yang dapat berasosiasi dengan tumbuhan tersebut. Fitoremediasi merupakan fungsi dari akar (*root function*), sehingga fitoremediasi yang digunakan harus mempunyai sistem perakaran yang kuat dan sebaran perakaran yang baik.

Berbagai macam tanaman telah diketahui memiliki potensi untuk digunakan sebagai fitoremediasi senyawa hidrokarbon. Kelompok tanaman seperti rumput-rumputan berpotensi sangat besar dibandingkan dengan tanaman lainnya. Rumput-rumputan mempunyai kemampuan yang tinggi sebagai fitoremediasi karena sistem perakarannya yang sangat banyak, kuat, dan menyebar dalam tanah. Sistem perakaran rumput mempunyai luas permukaan maksimum (per m² tanah) daripada tanaman lainnya serta mampu menembus ke dalam tanah sampai 3 m (Aprill & Sims, 1990).

Dalam penelitian ini digunakan empat jenis tanaman rumput, yakni *Eleusine indica*, *Paspalum notatum*, *Setaria splendida*, dan *Stenotaphrum secundatum*. Menurut Jing dkk.

(2008), *Eleusine indica* adalah jenis rumput yang toleran dan efektif dalam mendegradasi minyak. Ketiga jenis tanaman rumput lainnya dipakai dalam penelitian karena memiliki sistem perakaran yang kuat dan sebaran perakaran yang baik di dalam tanah.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas empat tanaman rumput-rumputan tersebut sebagai tanaman fitoremediasi tanah tercemar minyak bumi.

METODE

Bahan

Penelitian ini dilaksanakan di PT X Kabupaten Siak, Provinsi Riau pada bulan Juni 2010 sampai dengan Juni 2011. Bahan yang digunakan adalah empat jenis tanaman rumput, yakni *Eleusine indica* (EI),

Paspalum notatum (PN), *Setaria splendida* (SS), dan *Stenotaphrum secundatum* (SD) diperoleh dari Laboratorium Agrostologi, Fakultas Peternakan IPB. Selain itu, digunakan pupuk urea, SP-36, dan KCl.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (*Randomized Block Design*) dengan 4 jenis tanaman rumput dengan masing-masing 3 ulangan, sehingga seluruhnya 12 petak. Ukuran lahan percobaan per petak 4 m x 5 m. Jumlah tanaman untuk setiap petak adalah 130 tanaman dengan jarak tanam 40 cm x 40 cm. Penanaman rumput dilakukan dalam bentuk pols, yaitu satu kumpulan tunas muda (Gambar 1).



Gambar 1. tanaman pada saat tanam

- A. *Eleusine indica* ;
- B. *Paspalum notatum* ,
- C. *Setaria splendida* ;
- D. *Stenotaphrum secundatum*

Pemupukan dilakukan dengan menambahkan urea sebanyak 200 kg N/Ha setelah 7 hari tanam, pupuk SP36 150 kg/Ha dan KCl 150 kg/Ha diberikan pada saat tanam. Penyulaman tanaman yang mati dilakukan pada minggu I dan minggu II setelah tanam. Pengamatan dilakukan terhadap 13 tanaman per petak setelah 4 bulan tanam. Parameter pengamatan terdiri dari berat kering biomasa tanaman (g), tinggi tajuk tanaman (cm), jumlah anakan, dan panjang akar (cm).

Pengamatan terhadap tanah dilakukan terhadap kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) yang diukur pada awal percobaan, setelah 4 bulan, 9 bulan, dan 12 bulan tanam. Sampel tanah untuk pengukuran TPH diambil secara komposit dari 5 (lima) titik secara diagonal pada setiap petak percobaan. Pengukuran TPH

dilakukan secara duplo dengan metode gravimetri sesuai *Method 3540 (Soxhlet extraction)* dari *Test Method for Evaluating Solid Waste by US EPA*.

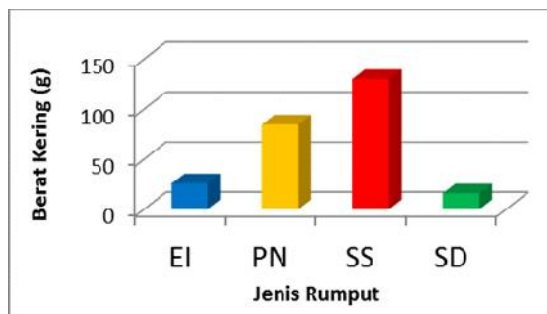
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat kering biomasa

Secara visual pertumbuhan tanaman setelah 4 bulan dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa berat tertinggi diperoleh dari rumput *Setaria splendida* yang kemudian berturut-turut rumput *Paspalum notatum*; *Eleusine indica* dan rumput *Stenotaphrum secundatum* (Gambar 3).



Gambar 2. Pertumbuhan rumput 4 bulan

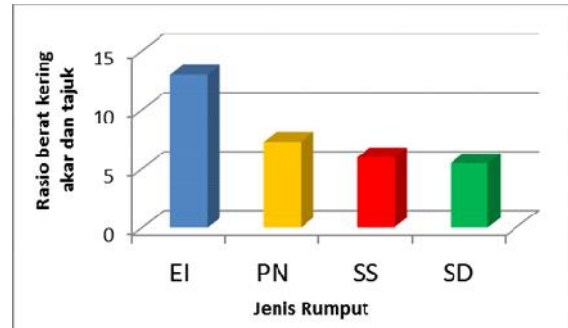


Gambar 3. Berat rumput setelah 4 bulan

Setelah 4 bulan tanam, rasio berat kering akar terhadap berat kering tajuk tertinggi diperoleh pada rumput *Eleusine indica*, kemudian berturut-turut diikuti rumput *Paspalum notatum*, *Setaria splendida*, dan *Stenotaphrum secundatum* (Gambar 4).

Dari Gambar 4 terlihat bahwa rasio berat kering akar terhadap berat kering tajuk tertinggi diperoleh pada rumput *Eleusine indica*. Hal tersebut terjadi, kemungkinan pada saat panen setelah 4 bulan, tajuk *Eleusine indica* banyak yang kering. Keringnya tajuk rumput *Eleusine indica* setelah 4 bulan karena jenis rumput ini

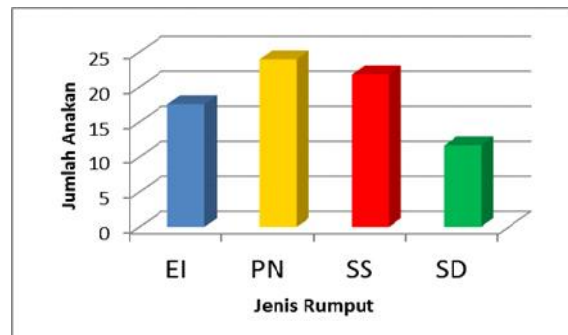
bukan rumput perenial sehingga setelah 4 bulan tanaman ini mati dan muncul pertumbuhan anakan yang baru.



Gambar 4. Rasio Berat Kering Akar dan Tajuk setelah Dipanen.

Jumlah Anakan

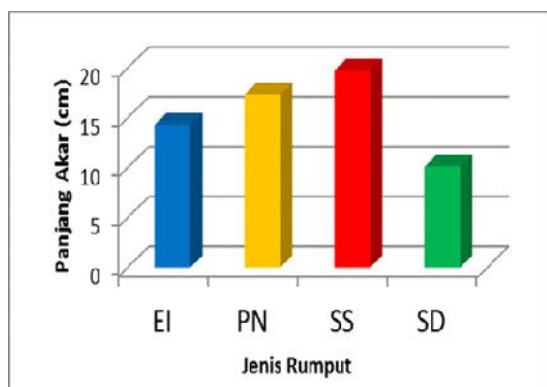
Hasil penghitungan jumlah anakan pada saat panen dapat dilihat pada Gambar 5. Jumlah anakan tertinggi diperoleh pada rumput *Paspalum notatum*, kemudian berturut-turut diikuti dengan rumput *Setaria splendida*, *Eleusine indica*, dan *Stenotaphrum secundatum* (Gambar 5).



Gambar 5. Jumlah Anakan setelah 4 Bulan.

Panjang Akar

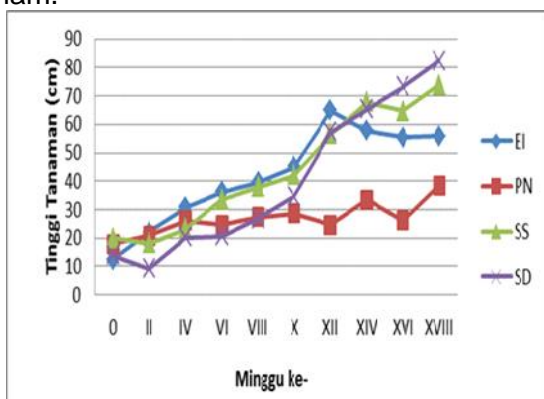
Dari pengukuran penambahan panjang akar setelah panen didapatkan hasil bahwa akar terpanjang diperoleh pada rumput *Setaria splendida* yang kemudian berturut-turut diikuti oleh rumput *Paspalum notatum*, *Eleusine indica*, dan *Stenotaphrum secundatum* (Gambar 6).



Gambar 6. Panjang akar setelah 4 bulan tanam.

Tinggi Tanaman

Hasil pengukuran tinggi tanaman dapat dilihat pada Gambar 7. Rumput *Stenotaphrum secundatum* lebih tinggi daripada yang lainnya setelah 4 bulan tanam.



Gambar 7. Tinggi tanaman setelah 4 bulan.

Tanaman *Stenotaphrum secundatum* ini merupakan tanaman yang menjalar sehingga pengukuran tinggi tanamannya adalah tanaman yang paling panjang percabangannya. Tinggi tanaman rumput *Paspalum notatum* lebih rendah daripada tanaman lainnya, karena nampak pertumbuhannya cenderung ke samping dengan memperbanyak jumlah anakan.

Hal ini terbukti dari jumlah anakan yang lebih banyak dibandingkan tanaman rumput lainnya. Tinggi rumput *Eleusine indica* pada bulan ke-3 terjadi penurunan, diduga karena sebagian daun mengering setelah bulan ke-3. Perkembangan pertumbuhan ke-4 jenis rumput tersebut setelah 4 bulan tanam dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tanaman setelah 4 bulan tanam

1. *Eleusine indica*
2. *Paspalum notatum*
3. *Setaria splendida*
4. *Stenotaphrum secundatum*

Berdasarkan data pertumbuhan vegetative yang meliputi berat kering, tinggi tanaman, jumlah anakan dan panjang akar yang menunjukkan bahwa ke 4 jenis tanaman rumput ini dapat tumbuh baik dilahan tercemar minyak bumi sehingga cocok digunakan sebagai tanaman fitoremediasi. Hal tersebut didukung Neder, 2004 yang menjelaskan bahwa Spesies tanaman yang berbeda telah digunakan berulang kali dan berhasil untuk fitoremediasi hidrokarbon minyak bumi. Namun, pemilihan vegetasi yang tepat tergantung pada variabel yang berbeda, seperti iklim, tanah, sistem akar tanaman, dan kemampuan tanaman untuk bertahan terhadap kontaminan (Neder 2004).

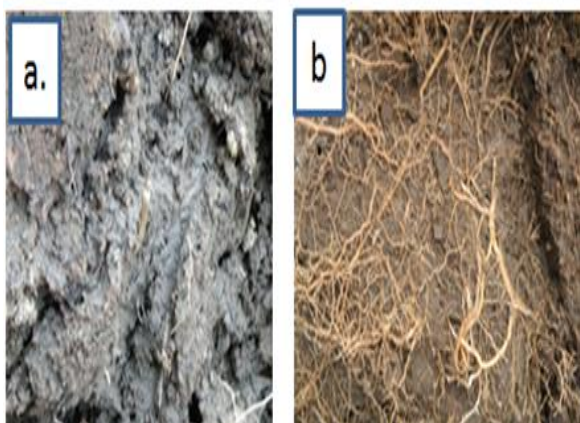
Pilihan tanaman mungkin juga tergantung pada tujuan proyek: tanaman rumput dan kacang - kacang memiliki sistem akar yang luas yang dapat bekerja dengan baik untuk rhizodegradation hidrokarbon di tanah dangkal. Jing dkk.. (2008) juga menjelaskan bahwa tanaman rumput *Panicum sp.*, *Eleusine indica*, dan *Festuca arundinacea* dapat memacu jumlah mikroba pada perakaran dan degradasi minyak, sedangkan *Eleusine indica* merupakan jenis tanaman rumput yang paling toleran dan efektif dalam mendegradasi minyak.

Selain itu, berdasarkan penelitian Yulianti (2009), rumput *Eleusine indica* (L.) mempunyai kemampuan toleransi yang paling baik pada tanah tercemar, yang dapat dilihat dari kemampuan rumput tersebut tumbuh optimal pada konsentrasi minyak bumi 7,5%, dan juga menurut Merkl

dkk (2005), struktur akar tanaman *Eleusine indica* (L) secara signifikan tidak dipengaruhi oleh minyak bumi.

Hasil Analisis TPH dalam Tanah

Observasi terhadap kondisi tanah sebagai media tanam pada lahan percobaan menunjukkan bahwa setelah empat bulan, tanah pada semua petak percobaan berbeda dengan tanah sebelum ditanam dan tanah tanpa ditanami (kontrol). Pada tanah kontrol tanah masih berbau minyak bumi dan masih terlihat minyak yang nampak berwarna hitam seperti pada tanah sebelum ditanam, sedangkan tanah disekitar akar rumput *Paspalum notatum* tidak memperlihatkan adanya residu minyak berwarna hitam. Warna tanah sudah coklat dan sudah berbau tanah (Gambar 9).



Gambar 9. Kondisi tanah: a. Sebelum tanam; b. setelah 4 bulan tanam

Pengukuran terhadap nilai TPH dilakukan pada 0, 4, 9, dan 12 bulan tanam dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1

dapat diketahui bahwa tanah tercemar bumi mempunyai nilai TPH rata-rata 3,42%, yang lebih tinggi dari persyaratan baku mutu sebesar 1% (Kep Men LH, 2003), sedangkan pengukuran setelah 12 bulan tanam menunjukkan adanya penurunan nilai TPH pada tanah yang ditanami ke empat jenis rumput percobaan dengan nilai rata-rata menjadi 2,19% (Tabel 1). Nilai tersebut masih belum memenuhi persyaratan baku mutu sebesar 1%. Dengan demikian tumbuhan tersebut perlu dibiarkan tumbuh di lokasi tersebut sampai nilai TPH mencapai 1%.

Untuk mengetahui jenis rumput yang paling efektif dalam mendegradasi (fitoremediasi) tanah tercemar minyak bumi dilakukan perhitungan persen penurunan TPH (Tabel 1). Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa persentase penurunan TPH paling tinggi ditunjukkan oleh rumput *Paspalum notatum*, kemudian berturut-turut diikuti oleh rumput *Eleusine indica*, *Setaria splendida*, dan *Stenotaphrum secundatum*.

Fitoremediasi dari tanah terkontaminasi hidrokarbon minyak bumi tergantung pada spesies tanaman yang toleran dan berkembang di lokasi dengan adanya cekaman (Hernández-Ortega *et al.*, 2012). Akan tetapi, penelitian yang dilakukan oleh April & Sims (1990) menunjukkan bahwa rumput-rumputan mempunyai kemampuan yang tinggi sebagai fitoremediasi karena sistem perakarannya yang sangat kuat dan menyebar dalam tanah, yang mampu menembus ke dalam tanah sampai 3 meter. Itulah sebabnya dalam penelitian ini digunakan rumput-rumputan.

Tabel 1. Rata-rata penurunan TPH pada tanah setelah proses fitoremediasi

NO	JENIS TANAMAN	Data analisis TPH							
		Awal	4 bulan		9 bulan		12 bulan		
		A	A	B	A	B	A	B	
1	<i>E indica</i>	3,36	2,42	27,98	2,47	26,49	2,06	38,69	
2	<i>P notatum</i>	3,71	2,58	30,46	2,34	36,93	2,27	38,81	
3	<i>S splendida</i>	3,55	2,94	17,18	2,69	24,22	2,26	36,34	
4	<i>S secundatum</i>	3,07	2,19	28,66	2,18	28,99	2,17	29,32	

Keterangan : A : data pengukuran TPH, %; B : Penurunan TPH, %

KESIMPULAN

Setelah 12 bulan tanam, keempat jenis tanaman rumput yang terdiri *Eleusine indica*, *Paspalum notatum*, *Setaria splendida*, dan *Stenotaphrum secundatum* dapat berperan dalam proses remediasi tanah tercemar minyak bumi yang mengandung TPH rata-rata 3,42%. Persen penurunan kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) tertinggi diperoleh dari tanah yang ditanami rumput *Paspalum notatum* yaitu 38,81%, kemudian diikuti oleh rumput *Eleusine indica* 38,69%, rumput *Setaria splendida* 36,34%, dan rumput *Stenotaphrum secundatum* 29,32%.

SARAN

Penanaman sebaiknya lebih rapat, dengan jarak tanam 20 x 20 cm agar penurunan kadar TPH lebih cepat dan lebih merata disetiap petak pengukuran. Selain itu juga perlu dilakukan penambahan mikroorganisme seperti Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan bakteri petrofilik pada proses fitoremediasi, untuk mempercepat penurunan nilai TPH tanah tercemar untuk mencapai nilai kurang dari 1 sesuai persyaratan teknis pengolahan limbah minyak Bumi dan tanah terkontaminasi oleh minyak bumi secara biologis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada kepala Balai Teknologi Lingkungan yang telah mendukung penelitian ini. Terima kasih juga kepada bapak Dr. Ir. Budhi Priyanto, M.Sc yang telah banyak memberikan masukan dalam penelitian ini. Juga kepada teman-teman di Balai Teknologi Lingkungan (BTL) – BPPT yang telah membantu penelitian ini, yakni Sati Suyanti, Yunus, dan Atang dan kepada tim dari PT X, Kabupaten Siak.

DAFTAR PUSTAKA

Aprill W, RC Sims. 1990. Evaluation of the use of prairie grasses for stimulating polycyclic aromatic hydrocarbon treatment in soil. *Chemosphere* 20:253-265.

Hernandez-Ortega HA, A Alarcon, R Ferrera-Cerrato, AH Zavaleta-Mancera, HA Lopez-Delgado, MR Mendoza-Lopez. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi on growth, nutrient status, and total antioxidant activity of *Melilotus albus* during phytoremediation of a diesel-contaminated substrate. *Journal of Environmental Management* 95: S319-S324.

Jing W, Z Zhang, Y Su, W He, F He, H Song. 2008. Phytoremediation of petroleum polluted soil. *Petroleum Science* 5:167-171.

Jones R, W Sun, CS Tang, FM Robert. 2004. Phytoremediation of petroleum hydrocarbons in tropical coastal soils. II. Microbial response to plant roots and contaminant. *Environ Sci Pollut Research* 11:340-346.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 128 Tahun 2003 tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi oleh Minyak Bumi Secara Biologis. Jakarta (ID): Lingkungan Hidup.

Merkel N, R Schultze-Kraft, C Infante, 2005. Assessment of Tropical Grasses and Legumes for Phytoremediation of Petroleum Contaminated Soils. *Water Air Soil Pollut.* 165:195-209.

Neder, LdTC, SLdS. Quintao, and AS Santos. 2004. Native semi-Arid colonizing plants for phytoremediation of heavy metal- and PAH-contaminated Soil. Fourth International Conference on Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds, Monterey, CA, A.R. Gavaskar and A.S.C. Chen (eds.), Battelle Press, Columbus, OH.

Yulianti, R., 2009, Uji Kemampuan Beberapa Jenis Rumput dalam Fitoremediasi Limbah Minyak Bumi PT. Pertamina UBEP Limau Prabumulih Sumatera Selatan, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, 48 hlm