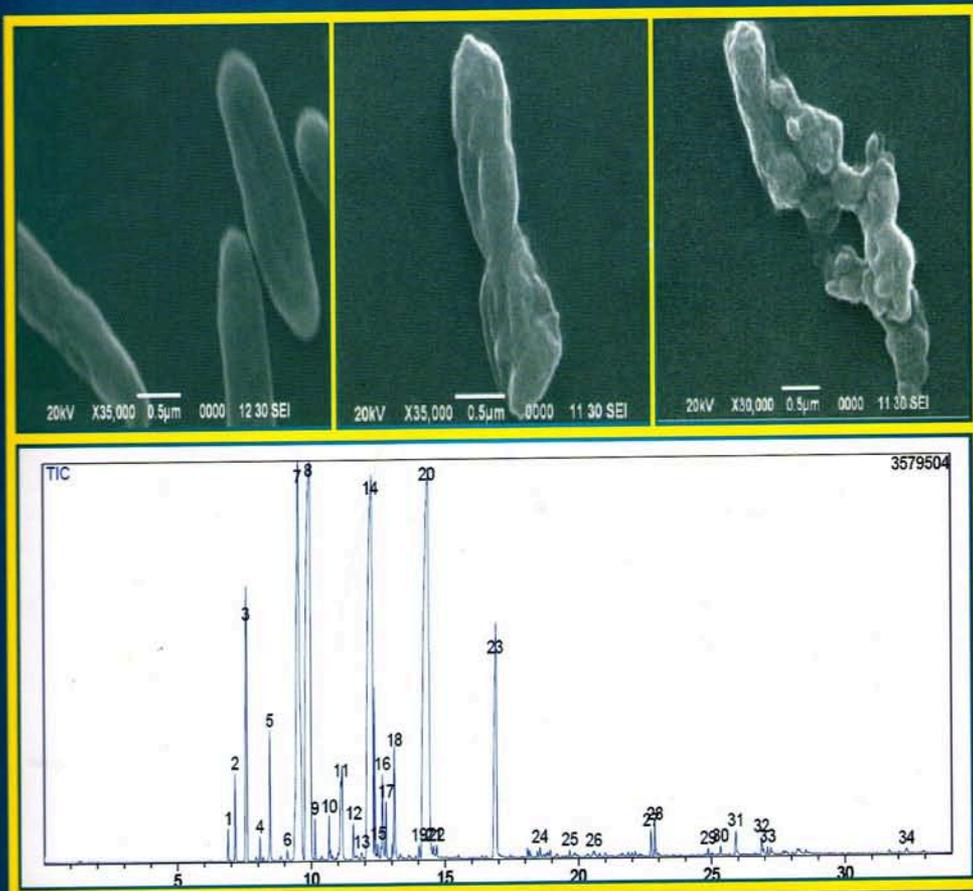


Berita Biologi

Jurnal Ilmiah Nasional



Diterbitkan Oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Berita Biologi merupakan Jurnal Ilmiah ilmu-ilmu hayati yang dikelola oleh Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), untuk menerbitkan hasil karya-penelitian (original research) dan karya-pengembangan, tinjauan kembali (review) dan ulasan topik khusus dalam bidang biologi. Disediakan pula ruang untuk menguraikan seluk-beluk peralatan laboratorium yang spesifik dan dipakai secara umum, standard dan secara internasional. Juga uraian tentang metode-metode berstandar baku dalam bidang biologi, baik laboratorium, lapangan maupun pengolahan koleksi biodiversitas. Kesempatan menulis terbuka untuk umum meliputi para peneliti lembaga riset, pengajar perguruan tinggi maupun pekarya-tesis sarjana semua strata. Makalah harus dipersiapkan dengan berpedoman pada ketentuan-ketentuan penulisan yang tercantum dalam setiap nomor.

Diterbitkan 3 kali dalam setahun yakni bulan April, Agustus dan Desember. Setiap volume terdiri dari 6 nomor.

Surat Keputusan Ketua LIPI

Nomor: 1326/E/2000, Tanggal 9 Juni 2000

Dewan Pengurus

Pemimpin Redaksi

B Paul Naiola

Anggota Redaksi

Andria Agusta, Dwi Astuti, Hari Sutrisno, Iwan Saskiawan
Kusumadewi Sri Yulita, Marlina Ardiyani, Tukirin Partomihardjo

Desain dan Komputerisasi

Muhamad Ruslan, Yosman

Distribusi

Budiarjo

Sekretaris Redaksi/Korespondensi Umum

(berlangganan dan surat-menyurat)

Enok, Ruswenti

Pusat Penelitian Biologi - LIPI
Kompleks Cibinong Science Centre (CSC-LIPI)
Jin Raya Jakarta-Bogor Km 46,
Cibinong 16911, Bogor - Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067
Faksimili (0251) 8765063
Email: herbogor@indo.net.id
[ksama_p2biologi\(@,vahoo.com](mailto:ksama_p2biologi@vahoo.com)

Keterangan foto/ gambar cover depan: *Perbandingan tingkat kerusakan dinding sel Escherichia coli yang diperlakukan dengan minyak atsiri temu kunci (Kaempferia pandurata), dan kromatogramnya yang dihasilkan dengan GC-MS sesuai makalah di halaman 1* (Foto: koleksi Universitas Sriwijaya/ Institut Pertanian Bogor - Miksusanti).



LIPI

Berita Biologi

Jurnal Ilmiah Nasional

ISSN 0126-1754

Volume 9, Nomor 1, April 2008

Terakreditasi

SK Kepala LIPI

Nomor 14/Akred-LIPI/P2MBI/9/2006

**Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI**

Ketentuan-ketentuan untuk Penulisan dalam Jurnal Berita Biologi

1. Karangan ilmiah asli, *hasil penelitian* dan belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain.
2. Bahasa Indonesia. Bahasa Inggris dan asing lainnya, dipertimbangkan.
3. Masalah yang diliput, diharapkan aspek "baru" dalam bidang-bidang
 - Biologi dasar (*pure biology*), meliputi turunan-turunannya (mikrobiologi, fisiologi, ekologi, genetika, morfologi, sistematik dan sebagainya).
 - Ilmu serumpun dengan biologi: pertanian, kehutanan, peternakan, perikanan air tawar dan biologi kelautan, agrobiologi, limnologi, agro bioklimatologi, kesehatan, kimia, lingkungan, agroforestri. *Aspek/pendekatan biologi* harus tampak jelas.
4. Deskripsi masalah: harus jelas adanya tantangan ilmiah (*scientific challenge*).
5. Metode pendekatan masalah: standar, sesuai bidang masing-masing.
6. Hasil: hasil temuan harus jelas dan terarah.
7. Kerangka karangan: standar.
Abstrak dalam bahasa Inggris, maksimum 200 kata, spasi tunggal, ditulis miring, isi singkat, padat yang pada dasarnya menjelaskan masalah dan hasil temuan. *Hasil dipisahkan dari Pembahasan*.
8. Pola penyiapan makalah: spasi ganda (kecuali abstrak), pada kertas berukuran A4 (70 gram), maksimum 15 halaman termasuk gambar/foto; pencantuman Lampiran seperlunya.
Gambar dan foto: harus bermutu tinggi, gambar pada kertas kalkir (bila manual) dengan tinta cina, berukuran kartu pos; foto berwarna, sebutkan programnya bila dibuat dengan komputer.
9. Kirimkan 2 (dua) eksemplar makalah ke Redaksi (alamat pada cover depan-dalam) yang ditulis dengan program Microsoft Word 2000 ke atas. Satu eksemplar tanpa nama dan alamat penulis (-penulis)nya. Sertakan juga copy file dalam CD (bukan disket), untuk kebutuhan Referee secara elektronik. Jika memungkinkan, kirim juga filenya melalui alamat elektronik (E-mail) Berita Biologi: herbogor@indo.net.id dan [ksama_p2biologi\(3\),yahoo.com](mailto:ksama_p2biologi(3),yahoo.com)
10. Cara penulisan sumber pustaka: tuliskan nama jurnal, buku, presiding atau sumber lainnya secara lengkap, jangan disingkat. Nama inisial pengarang tidak perlu diberi tanda titik pemisah.
 - a. Jurnal
Premachandra GS, H Saneko, K Fujita and S Ogata. 1992. Leaf Water Relations, Osmotic Adjustment, Cell Membrane Stability, Epicuticular Wax Load and Growth as Affected by Increasing Water Deficits in Sorghum. *Journal of Experimental Botany* 43, 1559-1576.
 - b. Buku
Kramer PJ. 1983. *Plant Water Relationship*, 76. Academic, New York.
 - c. Presiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya dan sebagainya
Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995. Pengamatan Beberapa Aspek Biologi Sotong Buluh (*Septoteuthis lessoniana*) di Sekitar Perairan Pantai Wokam Bagian Barat, Kepulauan Am, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*, Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Littay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.
 - d. Makalah sebagai bagian dari buku
Leegood RC and DA Walker. 1993. Chloroplast and Protoplast. Dalam: *Photosynthesis and Production in a Changing Environment*. DO Hall, JMO Scurlock, HR Bohlar Nordenkamp, RC Leegood and SP Long (Eds), 268-282. Chapman and Hall. London.
11. Kirimkan makalah serta copy file dalam CD (lihat butir 9) ke Redaksi. Sertakan alamat Penulis yang jelas, juga meliputi nomor telepon (termasuk HP) yang mudah dan cepat dihubungi dan alamat elektroniknya.

Berita Biologi menyampaikan terima kasih
kepada para Mitra Bestari/Penilai (Referee) nomor ini
9(1)-April 2008

- Prof. Dr. Adek Zamrud Adnan (Farmasi, FMIPA-Universitas Andalas)*
Dr. Andria Agusta (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. B Paul Naiola (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Drs. Edy Mirmanto, MSc (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. Erdy Santoso (Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam
Departemen Kehutanan)
Dr. Hah Sutrisno (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. Herman Daryono (Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam
Departemen Kehutanan)
Dr. Iwan Saskiawan (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Ir. Maria Imelda, MSc (Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI)
Dra. Nunuk Widhyastuti, MSi (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. Nuril Hidayati (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. Nyoman Mantik Astawa (Departemen Virologi FKH -Universitas Udayana)

DAFTAR ISI

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

KERUSAKAN DINDING SEL <i>Escherichia coli</i> K1.1 OLEH MINYAK ATSIRI TEMU KUNCI (<i>Kaempferia pandurata</i>) [Cell Wall Disruption of <i>Escherichia coli</i> K1.1 by Temu Kunci (<i>Kaempferia pandurata</i>) Essential Oil] <i>Miksusanti, Betty Sri Laksmi Jennie, Bambang Ponco dan Gatot Trimulyadi</i>.....	1
KERAGAMAN AKTINOMISETES KEPULAUAN WAIGEO, KABUPATEN RAJA AMPAT, PAPUA DAN POTENSINYA SEBAGAI PENDEGRADASI SELULOSA DAN PELARUT FOSFAT [Actinomycetes Diversity in Waigeo Island, Raja Ampat Regency, Papua and Their Potentials as Cellulose Degradation and Phosphate Solubilization] <i>ArifNurkanto</i>.....	9
POTENSI IKAN MUJAIR (<i>Sarotherodon mossambica</i>) SEBAGAI BIOAKUMULATOR PENCEMARAN PESTISIDA PADA LINGKUNGAN PERTANIAN [The Potential of Mujair Fish (<i>Sarotherodon mossambica</i>) as Bioaccumulator of Pesticides Contamination in Agricultural Land] <i>Yulvian Sani dan Indraningsih</i>.....	19
PEMBUATAN STARTER UNTUK EKSTRAKSI MINYAK KELAPA MURNI MENGUNAKAN MIKROBA AMILOLITIK [Preparation of Starter for Extracting Virgin Coconut Oil by Using Amylolytic Microbes] <i>ElidarNaiola</i>.....	31
RETRANSFORMATION AND EXPRESSION OF RECOMBINANT VIRAL PROTEIN OF JEMBRANA SU AND Tat (JSU AND JTat) IN pGEX SYSTEM [Retransformasi dan Ekspresi Protein Virus Rekombinan JSU dan JTat Penyakit Jembrana dalam Sistem pGex] <i>Endang T Margawati, Andi Utama and Indriawati</i>.....	39
POPULASI POHON JENIS DIPTEROCARPACEAE DI TIGA TIPE HUTAN PAMAH KALIMANTAN [Tree Population of Dipterocarpaceae Species in Three Vegetation Types of Lowland Forests Kalimantan] <i>Herwint Simbolon</i>.....	45
DAUR PATOLOGIS TEGAKAN HUTAN TANAMAN <i>Acacia mangium</i> Willd. [Pathological Rotation of <i>Acacia mangium</i> Willd. Forest Stand] <i>Simon Taka Nuhamara, Soetrisno Hadi, Endang Suhendang, Maggy T Suhartono, Wasrin Syafii dan Achmad</i>.....	59
KEANEKARAGAMAN FLORA CAGAR ALAM NUSA BARONG, JEMBER - JAWA TIMUR [Floral Diversity of Nusa Barong Nature Reserve, Jember - East Java] <i>Tukirin Partomihardjo dan Ismail</i>.....	67
KARAKTERISASI 17 FAMILI IKAN NILA (<i>Oreochromis niloticus</i>) GENERASI KE TIGA (G-3) BERDASARKAN METODE TRUSS MORFOMETRIKS [Characterization of 17 Families of Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) Third Generation (G-3) Based on Truss Morphometrics] <i>Nuryadi, Otong Zenal Arifin, Rudhy Gustiano dan Mulyasari</i>.....	81

INDUKSI KALUS DAN REGENERASI TUNAS PULAI PANDAK (<i>Rauwolfia serpentina</i> L.) [Callus Induction and Shoot Regeneration of Pulai pandak (<i>Rauwolfia serpentina</i> L.)] <i>Rossa Yunita dan Endang Gati Lestari</i>	91
POTENSI ANTIBAKTERIA EKSTRAK DAN FRAKSI LIBO (<i>Piper mlnlatum</i> Bl.) [Antibacterial Potential of Extract and Fraction of Libo (<i>Piper mlnlatum</i> Bl.)] <i>Sumarnie H Priyono</i>	99
TOLERANSI SENGON BUTO (<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Griseb) YANG DITANAM PADA MEDIA LIMBAH TAILING TERCEMAR SIANIDA DENGAN PERLAKUAN PUPUK [Tolerance of Sengon buto (<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Griseb) Grown on Cyanide Contaminated Tailing Media with Fertilizer Application] <i>Fauzia Syarif</i>	105
<u>KOMUNIKASI PENDEK</u>	
MENGESTIMASI NILAI KERUSAKAN TUMBUHAN INANG AKIBAT PEMARASITAN BENALU [Estimating the Destruction of Host Plant caused by Mistletoe Parasitizing] <i>Sunaryo</i>	111

TOLERANSI SENGON BUTO (*Enterolobium cyclocarpum* Griseb)
YANG DITAN AMPAD A MEDIA LIMBAH TAILING TERCEMAR SIANIDA
DENGAN PERLAKUAN PUPUK

[Tolerance of Sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum* Griseb) Grown
on Cyanide Contaminated Tailing Media with Fertilizer Application]

Fauzia Syarif

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi LIPI
Cibinong Science Center, Jln. Raya Jakarta-Bogor Km 46
Cibinong 16911, Bogor
E-mail: herbogor5@indo.net.id

ABSTRACT

Sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum* Griseb) is one of the potential plant species for land reclamation and possibly for phytoremediation because of its fast growing even on poor soil, and its ability to fertilize soil through nitrogen fixation. For phytoremediation purpose we need fast growing plant with high ability to absorb target contaminant. Fertilization is needed to improve plant growth. This experiment was carried out to study the tolerance of sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum* Griseb) grown on cyanide contaminated tailing media on various level of NPK fertilizer. The sengon buto seed were planted in the tailing of gold mine media mixed with compost (4:1) in pots. Various levels of NPK fertilizer were applied i.e. 0, 2, 4, 6, 8 g/pot at 2 and 2.5 month after planting (MAP). The plant were harvested at 6 MAP. The result showed that NPK fertilizer increase plant growth at level 2 of 2 g/pot, however the value of the increment was not significantly different with control plant (0 g/pot). Cyanide content of NPK treated plants were higher than the untreated plants. The highest value of shoot/root cyanide content ratio was on the NPK untreated plants (4.34) followed by 2 g/pot treatment (3.59). It means that sengon buto is potential for phytoremediation of tailing of gold mining.

Kata Kunci: Fitoremediasi, Sengon buto, *Enterolobium cyclocarpum* Griseb, pemupukan, tailing penambangan emas.

PENDAHULUAN

Sianida adalah komponen kimia yang mengandung kelompok siano ($C \equiv N$), yang terdiri dari atom karbon rangkap tiga yang terikat pada atom nitrogen. Sianida di lingkungan dapat hadir dalam bentuk sianida bebas atau garam sianida sederhana (CN⁻ atau KCN). Atau dalam bentuk sianat dan tiosianat, tetapi lebih sering dalam bentuk kompleks sianida dengan logam seperti Fe, Ni dan Zn. Iron sianida seperti ferrosianida merupakan kompleks yang sangat kuat. Bentuk ini pada kondisi gelap berdisosiasi sangat lambat tetapi sangat fotosensitif, melepaskan sianida bebas apabila terekspose dengan sinar UV. Pelepasan sianida bebas ini yang berisiko terhadap manusia dan lingkungan (Ebbs *et al.*, 2003).

Sianida merupakan inhibitor *irreversibel* dari enzim sitokrom-c-oksidadase di kompleks ke empat di membran sel-sel mitokondria. Sianida akan terikat ke besi di antara protein ini. Ikatan sianida ke enzim sitokrom ini akan mencegah transport elektron dari sitokrom-c-oksidadase ke oksigen. Sehingga, rantai transport elektron terganggu, dan artinya sel tersebut tidak dapat memproduksi ATP secara aerobik untuk

kebutuhan energinya. Jaringan yang paling bergantung terhadap respirasi aerobik, seperti sistem saraf pusat dan hati, akan sangat terpengaruh¹.

Pada tumbuhan walaupun sianida diketahui sebagai komponen kimia yang sangat toksik dan merupakan inhibitor metabolik potensial, tetapi sianida ikut serta dalam beberapa jalur biokimia tumbuhan. Sianogenik glikosida diproduksi oleh lebih dari 1000 spesies tumbuhan yang berfungsi untuk mencegah herbivor dan untuk menyediakan unsur nitrogen untuk berkecambahnya biji. Hidrogen sianida diproduksi selama sintesis hormon stress tumbuhan yaitu etilen. Diketahui bahwa tumbuhan mampu tahan terhadap konsentrasi sianida bebas yang rendah karena adanya enzim oksidase alternatif di rantai transport elektron mitokondria dan pada tanaman *endogenous* terdapat enzim penawar racun sianida seperti sianase, rodanase, dan sianoalanin sintase (Ebbs *et al.*, 2003).

Semua tumbuhan berpembuluh memiliki sistem enzimatik untuk memetabolisme CN yang dibentuk tumbuhan selama sintesis etilene. Metabolisme dari CN yang diberikan secara buatan dipelajari dengan cara

¹ <http://en.wikipedia.org/wiki/Cyanide>

melakukan test fitotoksisitas dan test metabolisme. Sebanyak lima jenis tumbuhan berkayu (willow, poplar, birch, elder dan rose) semuanya dapat menghilangkan CN bebas (HCN dan CN⁻) dari larutan. Penghilangan CN yang tercepat diperlihatkan oleh willow (*Salix viminalis*), dengan laju penghilangan di daun dan akar berkisar masing-masing 9,5 dan 7 mg/kg/jam. Willow ditanam secara hidroponik di larutan yang mengandung CN bebas mulai memperlihatkan gejala keracunan pada konsentrasi 2 mg/l. Lebih dari 90% CN bebas yang disuplai hilang dari sistem tertutup (tanaman ditanam di tabung erlenmeyer yang ditutup rapat) dan tidak ada CN yang ditemukan berakumulasi dalam jaringan tanaman yang sehat. Model matematika non linear digunakan untuk menduga keseimbangan antara *uptake* dan metabolisme CN tersebut. Model yang dibuat tersebut memperkirakan bahwa pada dosis rendah (bila ditanam di pasir pada dosis 10 mg/l), CN bisa dengan cepat dimetabolisme. Pada dosis yang lebih tinggi, *uptake* lebih cepat daripada metabolisme sehingga terjadi akumulasi CN dalam jaringan tanaman dan dapat muncul pengaruh toksik dari sianida tersebut (Larsen, 2005).

Sianida digunakan secara luas pada produksi plastik, pewarna, pigmen, nilon, farmasi, insektisida, ekstraksi emas dan perak dan untuk metal degreasing. Penggunaan yang luas ini membuat sianida merupakan salah satu dari kontaminan lingkungan yang penting. Sumber utama kontaminasi sianida diantaranya adalah metal mining *discharge*, pabrik besi dan baja, elektroplating (ATSDR, 2004 dalam Larsen, 2005).

Remediasi tanah yang terkontaminasi sianida biasanya melibatkan *removal* dan *combustion* atau *deposition* dari tanah. Metode ini bukan hanya sangat mahal tapi juga tidak *sustainable*, sehingga diperlukan adanya teknologi fitoremediasi yang baru dan lebih murah. Hasil penelitian dari Trapp *et al.* (2001) dalam Larsen (2005) menunjukkan bahwa tumbuhan dapat mengambil CN tetapi tumbuhan yang mana yang dapat mengambil sianida dari tanah yang terkontaminasi masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Dari hasil penelitian yang dilakukannya Larsen *et al.* (2004) menyimpulkan bahwa tumbuhan dapat dipergunakan untuk fitoremediasi sianida.

Feller (2000) menyebutkan beberapa kelebihan

tumbuhan dalam remediasi lingkungan adalah (1) sejumlah tumbuhan dari banyak famili terbukti, memiliki sifat hiperakumulator dan toleran terhadap logam berat; (2) banyak jenis tumbuhan dapat merombak polutan organik; (3) pelepasan tumbuhan yang telah dimodifikasi secara genetik ke dalam lingkungan relatif lebih dapat dikontrol (dibandingkan mikroorganisme); (4) fitoremediasi terbukti merupakan teknologi yang paling murah dibandingkan teknologi remediasi yang ada sekarang; (5) tumbuhan memberikan nilai estetika di samping meremediasi suatu lansekap yang terkontaminasi; (6) dengan perakarannya yang dapat mencapai 100×10^6 km akar per ha, tumbuhan dapat mengadakan kontak dengan bidang tanah yang sangat luas dan penetrasi akar yang dalam dapat mengadakan ekstraksi dari larutan tanah yang lebih dalam; dan (7) dengan kemampuan fotosintesisnya tumbuhan dapat menghasilkan energi yang dapat dicurahkan untuk detoksifikasi polutan.

Fitoremediasi didefinisikan sebagai pencucian polutan yang dimediasi oleh tumbuhan berfotosintesis, termasuk pohon, rumput-rumputan dan tumbuhan air. Pencucian bisa berarti penghancuran, inaktivasi atau imobilisasi polutan ke bentuk yang tidak berbahaya (Chaney *et al.*, 1995; Squires, 2001). Salah satu strategi fitoremediasi yang sudah digunakan baik dalam taraf penelitian maupun secara komersial adalah dengan memanfaatkan kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi kontaminan (fitoekstraksi). Serangkaian penelitian di laboratorium maupun di lapangan telah dilakukan dan menunjukkan bahwa fitoremediasi limbah sianida di tanah dapat dilakukan (Trapp and Christiansen (2003), dalam McCutcheon and Schnoor (2003). Xiaozhang *et al.* (2005)² merekomendasikan penggunaan *Salix babylonica* untuk mengeliminasi sianida pada tanah dan perairan yang tercemar sianida. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa *Salix babylonica* terbukti dapat menyerap sianida yang ada pada media tanpa menimbulkan adanya efek racun pada tanaman tersebut kecuali pada dosis sianida yang tinggi.

Di antara jenis tumbuhan yang akan diuji kemampuannya untuk meremediasi tanah yang terkontaminasi sianida adalah sengon buto. Sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum* Griseb) merupakan

² <http://dx.doi.org/10.1065/espr2005.02.237>. Y Xiaozhang, S Trapp, Stefan, Zhou, Puhua, 2005. Phytotoxicity of cyanide to weeping willow trees.

jenis pohon yang tumbuh sangat cepat. Jenis ini memiliki banyak kegunaan, pohonnya dapat menjadi peneduh, kayunya untuk pertukangan, daunnya untuk makanan ternak, perakarannya dapat menambat nitrogen dan serasahnya sebagai penyubur tanah (Alrasyid dan Ardikusuma, 1974). Perakaran sengon buto juga memiliki kemampuan menembus tanah dengan baik terbukti dari hasil penelitian yang menunjukkan bahwa penyiapan lahan tanpa olah tanah (dengan hanya ditugal) menghasilkan tanaman sengon buto yang pertumbuhan dan persen jadinya tidak berbeda nyata dengan tanaman sengon buto di areal yang penyiapan lahannya secara olah tanah minimum yakni dengan membuat lubang tanam (Hendromono, 2002). Mengingat besarnya potensi dan toleransi yang tinggi dari sengon buto terhadap lingkungan tumbuhnya maka diharapkan tanaman ini juga berpotensi sebagai tumbuhan fitoremediator sianida.

Pemupukan ditujukan untuk memperbaiki kualitas fisik, biologis dan kimia tanah, sehingga diharapkan dapat memperbaiki produksi biomasa tanaman dan meningkatkan potensi akumulasi sianida dalam jaringan tajuk tanaman, karena akumulasi sianida merupakan fungsi dari total berat kering dan konsentrasi sianida dalam tanaman. Kandungan (konsentrasi x total berat kering tanaman) (Salt, 2000).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi sengon buto (*E. cyclocarpum*) yang ditanam pada media limbah tailing yang tercemar sianida pada perlakuan berbagai taraf pemupukan NPK melalui pengamatan terhadap pertumbuhan dan serapan sianida.

BAHAN DAN METODA

Limbah tailing yang digunakan sebagai media tanam pada penelitian ini berasal dari penampungan limbah tailing PT Antam Cikotok. Limbah ini dipilih karena limbah tailing merupakan limbah yang masih mengandung sianida. Hal ini terjadi karena dalam pengolahan emas di PT Antam Cikotok digunakan sianida. Dalam proses ini, PT Antam telah melakukan berbagai tahap untuk meminiralkan sisa sianida yang terlarut dalam tailing. Tailing yang berupa air berlumpur pada proses akhir ditampung di sebuah kolam penampungan (dam I. dan secara periodik lumpur yang

mengendap di tailing dam diangkat dan sementara ditimbun di lahan yang disediakan di sekitar tailing dam. Sifat fisik dan kimia limbah ini kurang mendukung untuk pertumbuhan tanaman. Teksturnya debu berlempung (pasir 22%, debu 57% dan liat 21%), pH H₂O 8,0 sedangkan pH KCl 7,4, kandungan bahan organik rendah yakni C 0,29%, N 0,03%, ratio C/N 10, P₂O₅ 43 ppm dan Sianida 0,43 mg/kg.

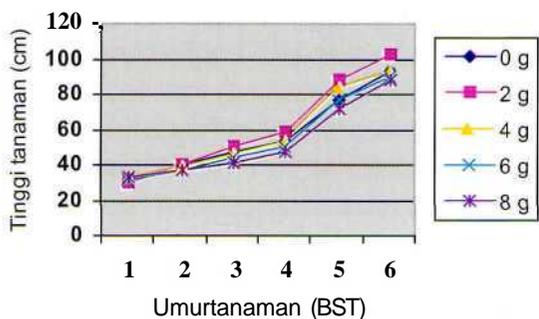
Penelitian dilakukan di rumah kaca Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi LIPI, Pada tahap pot. Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah tailing yang berasal dari penambangan emas Cikotok dan kompos dengan perbandingan 4:1. Konsentrasi sianida dalam media tanam adalah 0,43 ppm. Pot yang dipakai berukuran diameter bawah 16 cm, diameter atas 23 cm dan tinggi 17,5 cm. Perlakuan yang diberikan adalah pupuk NPK dengan dosis 0,2,4,6 dan 8 gram NPK/pot. Benih sengon buto ditanam di pot perlakuan dan pada umur 2 bulan setelah tanam (BST) diberikan perlakuan pemupukan. Pemupukan dilakukan 2 kali pada umur 2 BST dan 2,5 BST. Pengamatan pertumbuhan tanaman berupa tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan tiap 2 minggu sampai umur 6 BST. Panen dilakukan pada umur 6 BST. Peubah yang diamati adalah bobot basah akar, batang, daun serta kandungan sianida pada akar, batang dan daun. Analisis kandungan sianida pada tanaman dilakukan di Balai Besar Industri Agro dengan menggunakan metode spektrofotometri.

HASIL

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa secara keseluruhan tidak tampak gejala keracunan sianida pada sengon buto yang ditanam. Tanaman dapat tumbuh dengan baik. Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah biomas serta kandungan sianida pada tanaman diuraikan berikut.

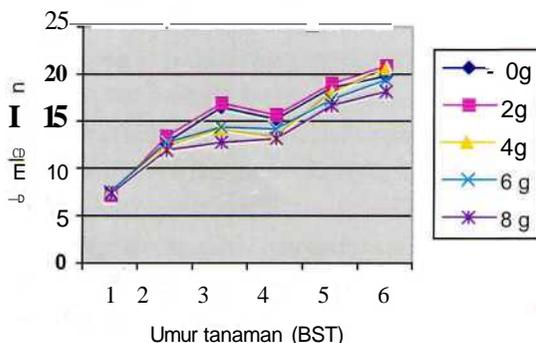
Hasil pengamatan pertumbuhan pada peubah tinggi tanaman menunjukkan bahwa tinggi sengon buto terus meningkat. Pertumbuhan tanaman hingga umur 4 Bulan Setelah Tanam (BST) berlangsung lambat, setelah itu penambahan tinggi tanaman berlangsung lebih cepat sampai umur 6 BST. Angka tinggi tanaman tertinggi dicapai pada perlakuan pemupukan 2g/pot

(Gambar 1).



Gambar 1. Pertumbuhan tinggi tanaman sampai umur 6 BST

Pertumbuhan jumlah daun meningkat dari waktu ke waktu dan jumlah daun tertinggi adalah pada perlakuan 2 g/pot (Gambar 2).



Gambar 2. Pertumbuhan jumlah daun sampai umur 6 BST

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun pada saat panen umur 6 BST tertera pada Tabel 1. Terlihat bahwa pemupukan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap penambahan jumlah daun. Pada perlakuan pemupukan 2 g/pot tinggi tanaman menunjukkan angka tertinggi berbeda nyata dengan perlakuan 8 g/pot tetapi tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan pemupukan lebih dari 2 g/pot yakni 4,6 dan 8g/pot cenderung mengakibatkan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih rendah dibandingkan kontrol.

Walaupun tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya, tetapi perlakuan 2 g/pot menunjukkan jumlah daun yang terbanyak. Pada peubah jumlah daun, makin tinggi pupuk yang diberikan, jumlah daun cenderung menurun, sehingga pada perlakuan 6 dan 8 g/pot, jumlah daunnya lebih

rendah dibandingkan kontrol (Gambar 2, Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisa statistik tinggi tanaman dan jumlah daun pada umur 6 BST

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun
0 gNPK/pot	92,29 ab	19,5 a
2 gNPK/pot	101,86b	20,7 a
4 gNPK/pot	91,95 ab	20,4 a
6 gNPK/pot	89,32 ab	19,2 a
8 gNPK/pot	87,44 a	18,0a

Ket.: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji Duncan 0,05.

Hasil pengamatan pada saat panen (6BST) terhadap bobot basah masing-masing bagian akar, batang dan daunnya tertera pada Tabel 2. Pemupukan hanya berpengaruh nyata terhadap bobot basah akar.

Kandungan sianida pada akar, batang dan daun tertera pada Tabel 3. Hasil analisa kandungan sianida menunjukkan bahwa pemupukan tidak berpengaruh dalam meningkatkan kandungan sianida pada daun, batang dan akar. Ada kecenderungan bahwa semakin tinggi dosis pupuk yang diberikan, serapan sianida semakin menurun.

Nilai ratio kandungan sianida pada tajuk/akar paling tinggi pada perlakuan 0 g/pot, berbeda nyata dengan perlakuan 4 g/pot. Nilai ratio tajuk/akar ini cenderung menurun dengan meningkatnya dosis pemupukan, tetapi pada perlakuan 2 g/pot nilai ratio ini masih cukup tinggi tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan 0 g/pot.

PEMBAHASAN

Perlakuan pupuk NPK 2 g/pot secara nyata meningkatkan tinggi dan jumlah daun tanaman bila dibandingkan dengan kontrol. Dalam kasus ini penambahan pupuk NPK tidak memberikan efek pada pertumbuhannya tanaman. Pada dosis NPK yang lebih tinggi, pertumbuhan tanaman menjadi menurun. Hal ini terjadi diduga karena adanya suplai hara NPK yang berlebihan. Sesuai dengan temuan Fitter *et al.* (1992) bahwa pada tingkat konsentrasi hara tertentu maka tercapailah suatu titik di mana terjadi keadaan jenuh, sehingga tidak memberikan respons pada pertumbuhan tanaman. Perlakuan NPK 2g/pot hanya berpengaruh nyata terhadap peubah tinggi tanaman dan bobot basah akar saat panen tetapi tidak berpengaruh nyata

Tabel 2. Hasil analisis statistik berat basah tanaman saat panen pada umur 6 BST

Perlakuan	Bobot basah bagian tanaman (gram)				
	Akar	Daun	Batang	Total tajuk	Total tanaman
0gNPK/pot	21,71b	16,58 a	16,47 a	33,05 a	54,76 a
2gNPK/pot	22,03 b	22,32 a	18,79 a	41,11a	63,14 a
4gNPK/pot	14,96 ab	18,33 a	16,97 a	35,30 a	50,26 a
6 g NPK/pot	21,12 ab	21,18a	17,95 a	39,13 a	60,25 a
8 g NPK/pot	13,88 a	18,15 a	16,07 a	34,22 a	48,10 a

Ret.: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji Duncan 0,05

Tabel 3. Kandungan sianida pada berbagai bagian tumbuhan sengon buto saat panen

Kandungan sianida (mg/kg)					
Perlakuan NPK/pot	Daun	Batang	Total tajuk	Akar	Rasio Tajuk/Akar
0 g NPK/pot	31,54 b	3,38 a	34,92 a	8,04 a	4,34 b
2 g NPK/pot	23,41 ab	8,32 b	31,73 a	8,85 a	3,59 ab
4 g NPK/pot	23,72 ab	2,89 a	26,61 a	24,51 b	1,09 a
6 g NPK/pot	15,70 a	JjHab	20,64 a	12,63 a	1,63 ab
8 g NPK/pot	18,42 ab	6,1 lab	24,53 a	8,20 a	2,99 ab

Ket: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji Duncan 0,05.

terhadap peubah lainnya yakni jumlah daun, bobot daun, bobot batang, total bobot tajuk dan total bobot tanaman tertinggi (Tabel 1).

Dasar pemikiran pemberian pupuk NPK pada penelitian ini adalah untuk meningkatkan pertumbuhan sengon buto. Meningkatnya pertumbuhan tersebut diharapkan dapat membantu daya toleransi tanaman dan meningkatkan produksi biomasa sengon buto pada media tanamnya yang tercemar sianida. Dengan adanya peningkatan toleransi dan produksi biomasa diharapkan sengon buto dapat menyerap dan mengakumulasi sianida lebih banyak tanpa menimbulkan efek racun bagi tanaman tersebut. Sesuai dengan hasil temuan Salt (2000) bahwa pemupukan dapat memperbaiki produksi biomasa tanaman dan meningkatkan potensi akumulasi sianida dalam jaringan tajuk tanaman, karena akumulasi sianida merupakan fungsi dari total berat kering dan konsentrasi sianida dalam tanaman.

Akumulasi sianida terjadi karena adanya *uptake* yang lebih cepat dibandingkan metabolisme yang terjadi pada tumbuhan. Larsen (2005) mengungkapkan bahwa apabila *uptake* sianida lebih

cepat daripada metabolismenya maka akan terjadi akumulasi CN dalam jaringan tanaman. Metabolisme sianida dalam tanaman terjadi dengan bantuan enzim sianase, rhodanase, dan (3-sianoalanin sintase (Ebbs *et al.*, 2003).

Sianida dapat ditransport dan diasimilasi oleh tanaman. Transport dalam tanaman diduga terjadi melalui *ATP binding cassette (ABC) transporter* atau mekanisme transport lainnya. Selain itu saluran membrane anion mitokondria sebelah dalam (*mitochondrial inner membrane anion channel*) memperlihatkan adanya transport ferrocyanide. Tanaman juga secara inheren lebih resistant terhadap konsentrasi sianida bebas yang rendah karena adanya enzim oksidase alternatif (*alternative oxidase*) dalam rantai transport electron mitokondria (*mitochondrial electron transport chain*) dan adanya enzim endogenous tanaman pendetoksifikasi sianida (*endogenous plant cyanide-detoxifying enzyme*) seperti cyanase, rhodanese, dan cyanoalanine synthase (Ebbs *et al.*, 2003).

Secara keseluruhan terlihat bahwa nilai ratio kandungan sianida pada tajuk/akar tanaman >1.

Kandungan CN yang tinggi pada tajuk merupakan sasaran dari praktek fitoremediasi karena CN akan terbawa pada biomassa tumbuhan saat panen. Hasil analisa menunjukkan bahwa kandungan sianida pada daun lebih tinggi dibandingkan dengan batang dan akar. Dapat dikatakan bahwa akumulasi sianida lebih banyak terjadi pada daun. Dari ratio kandungan sianida pada tajuk dan akar yang menunjukkan angka lebih dari satu menunjukkan bahwa sengon buto potensial untuk meremediasi lahan yang tercemar sianida. Menurut Salt (2000) pada tumbuhan hiperakumulator selain ratio biomasa akar/tajuk yang proporsional juga ratio konsentrasi logam pada tajuk/akar lebih dari 1 karena hal ini mengindikasikan adanya sistem translokasi logam dari akar ke tajuk yang lebih efisien pada tumbuhan hiperakumulator dibandingkan dengan tumbuhan non-hiperakumulator.

Hasil analisa menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan NPK dalam media tanam, kandungan total sianida dalam tanaman cenderung menurun. Hal ini juga terlihat pada menurunnya kandungan sianida pada daun dan batang dengan semakin meningkatnya kandungan NPK pada media tanam. Akan tetapi pola penurunan kandungan sianida pada batang dengan meningkatnya NPK dalam media tanam tidak konsisten. Hal ini merupakan fenomena yang sangat menarik untuk diteliti lebih lanjut.

KESEMPULAN

Sengon buto terbukti merupakan tanaman yang toleran terhadap media tanam limbah tailing yang terkontaminasi. Sengon buto masih dapat bertahan dan tumbuh pada tanah limbah tailing walaupun tanpa diberi perlakuan pupuk NPK karena terbukti bahwa pemupukan NPK tidak berpengaruh nyata pada peningkatan pertumbuhan dan produksi biomasa tanaman, setidaknya-tidaknya pada tahap anakan. Akumulasi sianida pada sengon buto tidak meningkat dengan adanya perlakuan pupuk NPK

DAFTAR PUSTAKA

- Airasyid H dan RI Ardikusuma. 1974.** Beberapaketerangan tentang *Enterolobium cyclocarpum* Griseb. Laporan No. 177. Lembaga Penelitian Hutan. Bogor.
- Chaney RL, SL Brown, YM Li, JS Angle, F Homer, CGreen.1995.**Potential use of metal hyperaccumulators. *Mining Environ. Management* 3 (3), 9-11.
- Ebbs S, J Bushey, S Poston, D Kosma, M Samiotakis, D Dzombak. 2003.** Transport and metabolism of free cyanide and iron cyanide complexes by willow. *Plant, Cell and Environment* 26, 1467-1478.
- Feller AK. 2000.** Phytoremediation of soils and water contaminated with arsenicals from former chemical warfare installations. In: *Bioremediation of Contaminated Soils*, 771-786. DL Wise, DJ Trantolo, EJ Cichon, HI Inyang and U Stottmeister (Eds.). Marcek Dekker Inc. New York, Bassel.
- Fitter AH and RKM Hay. 1992.** *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, 84-111. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hendromono. 2002.** Penyiapan lahan tanpa bakar dan tanpa olah tanah untuk tanaman sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum* Griseb.). *Bui. Pen. Hutan* 633,13-24.
- Larsen M, S Trapp and A Pirandello. 2004.** Removal of cyanide by woody plants. *Chemosphere* 54(3): 325-333.
- Larsen M. 2005.** Plant uptake of cyanide. *PhD Thesis*. Institute of Environment & Resources. Technical University of Denmark.
- Salt DE. 2000.** Phytoextraction: present applications and future promise. In: *Bioremediation of Cotaminated Soils*, 729-743. DL Wise, DJ Trantolo, EJ Cichon, HI Inyang and U Stottmeister (Eds.). Marcek Dekker Inc. New York, Basel.
- Squires VR. 2001.** Soil pollution and remediation: issues, progress and prospects. *Proceedings Workshop Vegetation Recovery in Degraded Lands Area*, 11-20. Held in 27 October - 3 November 2001, Kalgoorlie, Western Australia.
- Trapp S and H Christiansen. 2003.** Phytoremediation of cyanide-polluted soils. In: *Phytoremediation, Transformation and Control of Contaminant*. SC McCutcheon and JL Schnoor (Eds.). John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey.