

# Potensi *Centrocema pubescence*, *Calopogonium mucunoides*, dan *Micania cordata* dalam Membersihkan Logam Kontaminan pada Limbah Penambangan Emas

## Potency of *Centrocema pubescence*, *Calopogonium mucunoides*, and *Micania cordata* for cleaning metal contaminants of gold mines waste

NURIL HIDAYATI\*, FAUZIA SYARIF, TITI JUHAETI

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bogor 16122.

Diterima: 30 Mei 2005. Disetujui: 16 Juli 2005.

### ABSTRACT

Based on some findings that some plants are tolerant to contaminated media, this research was conducted to study more thoroughly about characters and potencies of some of them as hyperaccumulators. Three of the most tolerant plants were studied in this research i.e. *Centrocema pubescence*, *Calopogonium mucunoides*, and *Micania cordata*. The plants were grown in different waste media, i.e. tailing from PT. Aneka Tambang (ANTAM) and people mine waste. Both waste have different characters, physically and chemically. Waste of PT ANTAM major contaminant was cyanide (Cn) whereas people mine waste major contaminant was mercury (Hg). This different characters resulted in different plant responses. The plants grown under PT ANTAM waste media gave better performance than that grown under people mine waste media. The most tolerant species was *C. pubescence* followed by *M. cordata* and *C. mucunoides*. Ability in metal accumulation of *C. mucunoides* was the highest, followed by *M. cordata* and *C. pubescence*. The results raised some-prospects for phytoremediation technology for rehabilitating contaminated mined lands.

© 2006 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

**Key words:** *Centrocema pubescence*, *Calopogonium mucunoides*, *Micania cordata*, hyperaccumulators, phytoremediation.

### PENDAHULUAN

Sejumlah tumbuhan terbukti dapat beradaptasi terhadap lingkungan marginal dan ekstrim seperti tanah limbah yang banyak terkontaminasi zat-zat beracun dan memiliki kualitas fisik, kimia maupun biologis sangat rendah. Di antara tumbuhan ini bahkan ada yang memiliki toleransi tinggi sehingga mampu menyerap dan mengakumulasi logam kontaminan di dalam jaringannya. Potensi ini sangat penting dan berguna untuk dimanfaatkan sebagai mediator pembersih tanah dan perairan yang tercemar.

Banyak penelitian membuktikan kemampuan tumbuhan sebagai hiperakumulator, misalnya hiperakumulator untuk seng (Zn) dan kadmium (Cd). *Thlaspi caerulescens* mampu memproduksi biomassa hingga 5 metrik ton ha<sup>-1</sup> dan mengakumulasi Zn hingga 125 kg ha<sup>-1</sup> atau 20-40% dari berat keringnya (Salt, 2000; Li *et al.*, 2000; Ebbs *et al.*, 2000; Baker *et al.*, 1994; Brown *et al.*, 1995). *Alyssum bertolonii* dapat mengakumulasi nikel (Ni) (Salt, 2000; Reeves, 1992). *Reynourtria sachalinensis* dan mikroalga *Chlamydomonas* sp. telah digunakan untuk remediasi lahan bekas instalasi senjata kimia yang terkontaminasi arsen (As) dengan kemampuan akumulasi > 2 g As kg<sup>-1</sup> (Feller,

2000). *Atriplex codonocarpa* dapat menyerap hingga 12,2% Na (13,0 g Na per tanaman) dan *A. linleyi* dapat menyerap hingga 13,8% natrium (Na) atau 44,6 g Na per tanaman untuk fitoremediasi tanah salin (Ishikawa *et al.*, 2001). Tanaman *Lolium multiflorum*, *Holcus lanatus* dan *Agrotis castellana* telah digunakan untuk fitostabilisasi bekas penambangan emas yang terkontaminasi As dan Zn (Vangronsveld *et al.*, 2000).

Dari penelitian yang dilakukan di lahan bekas penambangan emas ditemukan banyak jenis tumbuhan yang toleran terhadap limbah. Beberapa di antaranya bahkan menunjukkan kemampuan akumulasi logam yang tinggi pada jaringannya, misalnya *Ipomoea* sp. yang mampu menyerap plumbum (Pb) hingga 44,00 ppm, sianida (Cn) hingga 35,70 ppm dan Cd 1,4 ppm, serta *Micania cordata* yang mampu menyerap hingga 11,65 ppm Pb dan 3,66 ppm Cn (Hidayati dan Saefudin, 2003; Juhaeti *et al.*, 2005). *Azolla* yang tumbuh pada air limbah mengandung 94 ppm Pb; sedangkan genjer dan eceng gondok masing-masing mengandung 167 dan 196 ppm (Juhaeti dan Syarif, 2003). Beberapa jenis tumbuhan juga terbukti mampu beradaptasi pada lingkungan pembuangan limbah penambangan emas rakyat yang terkontaminasi merkuri (Hg) hingga 21,66 ppm, di antaranya *Lindernia crustacea* (L.) F.M. yang mampu menyerap Hg hingga 89,13 mg per kg berat keringnya dan *Digitaria radicata* (Presl) Miq. yang mengandung Hg 50,93 mg/kg (Hidayati *et al.*, 2004).

Serangkaian penelitian dilakukan baik secara in situ maupun ex situ dengan tujuan memperoleh jenis tumbuhan

\* Alamat korespondensi:

Jl. Ir. H. Juanda 22, Bogor 16122.

Tel.: +62-251-322035. Fax.: +62-251-336538.

e-mail: herbogor@indo.net.id

potensial untuk fitoremediasi lahan dan perairan yang tercemar limbah pengolahan emas. Diawali dengan skrining jenis tumbuhan yang toleran dari lokasi pembuangan limbah penambangan emas rakyat dan penambangan emas berskala besar. Diikuti penelitian lanjutan untuk memilih jenis-jenis tumbuhan yang potensial sebagai tumbuhan hiperakumulator, yakni memiliki daya adaptasi dan toleransi yang tinggi, mampu memproduksi biomassa dan mengakumulasi logam berat pada jaringan tajuknya dalam jumlah relatif besar. Di antara jenis tumbuhan hasil skrining yang menunjukkan potensi tinggi dan perlu diteliti lebih lanjut adalah *Centrocema pubescence*, *Calopogonium mucunoides*, dan *Micania cordata*.

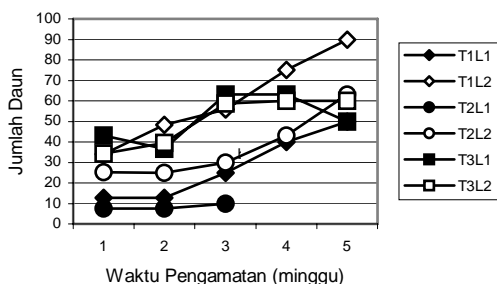
## BAHAN DAN METODE

Percobaan ini merupakan riset penggalian potensi tumbuhan hiperakumulator untuk membersihkan kontaminan pada lahan dan perairan yang tercemar limbah penambangan emas. Percobaan *ex situ* ini dilakukan di rumah kaca Laboratorium Fisiologi Stres, Pusat Penelitian Biologi LIPI Bogor dengan kondisi rata-rata suhu udara  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban  $\pm 88\%$ . Media limbah diambil dari limbah tailing dam PT. Aneka Tambang (Antam) dan penambangan emas rakyat Pongkor. Bahan tanaman dikoleksi dari lokasi pembuangan limbah tailing dam. Dari sekitar 20 jenis tanaman koleksi dipilih tiga jenis *cover crop* yang dominan pada areal penimbunan limbah dan diharapkan merupakan jenis yang potensial untuk tujuan membersihkan logam berat pencemar pada lahan bekas penambangan. Jenis tumbuhan yang digunakan adalah *Centrocema pubescence* (T1), *Calopogonium mucunoides* (T2), dan *Micania cordata* (T3) yang ditanam pada dua jenis limbah penambangan yakni limbah tailing (L1) dan limbah penambangan emas rakyat (L2).

Percobaan dirancang secara acak kelompok dengan lima ulangan. Variabel yang diamati adalah pertumbuhan tanaman yang dicerminkan oleh produksi biomassa, penambahan cabang dan penambahan jumlah daun, penampakan visual gejala defisiensi dan keracunan unsur serta kandungan logam berat kontaminan yakni Pb, Cn dan Hg yang terakumulasi pada jaringan tanaman dan kandungan logam berat pada media yang dianalisis di Balai Besar Industri Agro (BBIA) Bogor.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah penambangan emas rakyat dan penambangan emas skala besar memiliki karakteristik yang berbeda.



**Gambar 1.** Pertumbuhan daun tiga jenis tanaman pada dua jenis limbah. Keterangan: T1: *C. pubescence*, T2: *C. mucunoides*, T3: *M. cordata* L1: Limbah tailing dam, L2: Limbah penambangan emas rakyat.

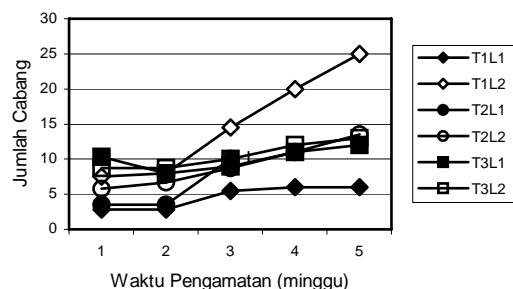
Komposisi bahan kontaminan limbah penambangan emas PT. Aneka Tambang dan penambangan rakyat berbeda terutama pada kandungan Hg dan Cn. Limbah PT. Aneka Tambang mengandung Cn relatif lebih tinggi dan Hg rendah. Limbah penambangan emas rakyat sebaliknya mengandung Hg sangat tinggi hingga 21,66 ppm dan Cn rendah (Tabel 1). Hal ini disebabkan karena dalam proses pengolahan emas digunakan bahan yang berbeda, yakni Cn pada PT. Aneka Tambang dan Hg pada penambangan emas rakyat. Kandungan logam berat lainnya (Pb, Fe, Cd dan Zn) pada kedua limbah penambangan sama tingginya jauh melebihi kandungan logam berat tanah non limbah. Limbah PT. Aneka Tambang dan penambangan emas rakyat masing-masing mengandung 20 dan 30 kali (Pb); 50 dan 120 kali (Fe); 40 kali (Cd) dan 2 dan 3 kali (Zn) dibandingkan tanah non limbah. Disamping perbedaan dalam komposisi kimia dari kontaminan, limbah tailing dan limbah penambangan emas rakyat juga memiliki perbedaan dalam sifat-sifat fisiknya. Limbah tailing cenderung bertekstur pasir sementara limbah penambangan emas rakyat lebih bertekstur liat dengan porositas yang rendah.

**Tabel 1.** Perbandingan kandungan logam berat limbah pengolahan emas milik PT. Aneka Tambang dan penambangan emas rakyat Pongkor.

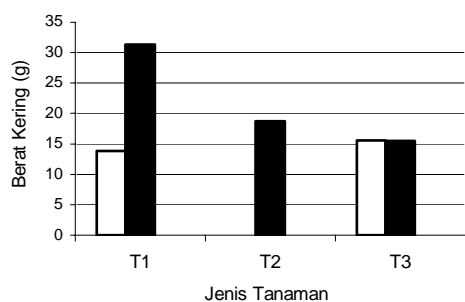
Jenis limbah	PT. Aneka Tambang		Penambangan emas rakyat Pongkor	
	Cn (ppm)	Hg (ppm)	Cn (ppm)	Hg (ppm)
Tanah	0,155	0,293	0,022	239,38
Air 1.	0,999	0,022	0,013	5,067
Air 2.	0,121	0,023	0,011	20,574
Air 3.	0,006	0,070	0,005	21,645

Perbedaan karakter limbah ini mengakibatkan perbedaan respon dan performa tanaman. Pada awal masa pertumbuhan, ketiga jenis tanaman mampu tumbuh pada kedua jenis limbah dengan cukup baik. Setelah lebih dari satu bulan laju pertumbuhan menurun sesuai dengan kemampuan dan karakter masing-masing jenis. Pada limbah penambangan emas rakyat pertumbuhan ketiga jenis tanaman lebih baik dibandingkan pada limbah tailing (Gambar 1).

Di antara ketiga jenis tanaman, *C. pubescence* (T1) menunjukkan daya adaptasi dan pertumbuhan paling baik diikuti oleh *M. cordata* (T3). Sementara *C. mucunoides* (T2) tidak dapat bertahan hidup setelah bulan ketiga (Gambar 1 dan 2). Laju pertumbuhan dan produksi biomassa ketiga jenis tanaman sangat rendah pada kedua media limbah. Walaupun demikian dua jenis tanaman yakni T1 dan T3 masih menunjukkan pertumbuhan dan produksi biomassa yang cukup baik pada media limbah.



**Gambar 2.** Pertumbuhan cabang tiga jenis tanaman pada dua jenis limbah. Keterangan: T1: *C. pubescence*, T2: *C. mucunoides*, T3: *M. cordata* L1: Limbah tailing dam, L2: Limbah penambangan emas rakyat.



**Gambar 3.** Produksi biomassa ketiga jenis tanaman pada dua jenis media limbah (berat kering dalam gram). Keterangan: T1: *C. pubescence*, T2: *C. mucunoides*, T3: *M. Cordata*, L1: Limbah tailing dam, L2: Limbah penambangan emas rakyat.

**Tabel 2.** Serapan logam ketiga jenis tanaman pada dua jenis limbah.

Perlakuan	Kandungan (ppm)		
	Sianida (Cn)	Timbal (Pb)	Raksa (Hg)
Limbah Penambangan Emas Rakyat (L2)			
<i>C. pubescence</i> (T1) daun	3,36	0,014	0,0005
<i>C. pubescence</i> (T1) akar	0,47	29,91	0,4800
<i>C. mucunoides</i> (T2)	3,51	0,29	0,6800
<i>M. cordata</i> (T3)	2,27	1,30	0,0005
Limbah PT. Aneka Tambang (L1)	4,03	11,94	0,1600
<i>M. cordata</i> (T3)			

*C. pubescence* termasuk jenis yang dapat beradaptasi dengan baik pada media limbah sebagaimana ditunjukkan oleh produksi biomassa paling tinggi dibandingkan kedua jenis lain (Gambar 3), tetapi dalam penyerapan logam tidak superior karena *C. mucunoides* dan *M. cordata* terbukti menyerap logam dalam jumlah lebih besar. Dibandingkan dengan kedua jenis tanaman lainnya, *C. mucunoides* menunjukkan pertumbuhan yang paling lambat dengan produksi biomassa paling rendah. Walaupun demikian tanaman ini menunjukkan kemampuan penyerapan logam berat yang paling tinggi untuk Cn dan Hg (Tabel 2). Seperti dikemukakan Salt (2000), tidak mudah memperoleh semua sifat hiperakumulator sekaligus dalam satu jenis tanaman.

*M. cordata* walaupun bukan jenis yang memproduksi biomassa paling tinggi tetapi termasuk jenis yang dapat beradaptasi pada kedua jenis limbah. Kenyataan ini juga ditunjang oleh data dari penelitian yang menyimpulkan bahwa tanaman ini merupakan jenis yang dominan di lahan bekas penambangan emas (Sambas, 2002). Serapan logam *M. cordata* yang ditanam pada L1 terbukti lebih besar dibandingkan pada L2. Salah satu kemungkinan penyebab perbedaan ini adalah pertumbuhan akar tanaman pada L1 yang bertekstur pasir lebih banyak dibandingkan perakaran pada L2 yang lebih bertekstur liat.

Pada *C. pubescence* ada indikasi bahwa akumulasi Cn lebih banyak pada daun, sedangkan Pb dan Hg lebih banyak pada akar. Hal ini sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan pada pemilihan tumbuhan hiperakumulator, yakni akumulasi logam berat pada tajuk yang jauh lebih tinggi dibandingkan akumulasi pada akar agar logam berat dapat terambil dengan mudah bersama tajuk tanaman pada saat pemanenan. Pertumbuhan ketiga jenis tanaman pada kedua jenis media limbah memang lebih rendah dibandingkan dengan media non limbah, tetapi hasil riset menyimpulkan bahwa ada harapan bagi jenis-jenis tanaman tertentu untuk dijadikan mediator rehabilitasi lahan bekas penambangan apabila disertai dengan perlakuan

perbaikan kualitas media tumbuh seperti pemupukan organik, manipulasi pH, aplikasi jasad renik, dan lain-lain.

## KESIMPULAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa beberapa tanaman memiliki kemampuan untuk tumbuh pada media limbah pengolahan emas yang memiliki karakteristik fisik dan kimia marjinal. Tanaman yang toleran pada media limbah menunjukkan penyerapan logam berat yang lebih tinggi, tetapi tingginya penyerapan logam tidak selalu berkorelasi positif dengan produksi biomassa. *M. cordata* dan *C. mucunoides* mampu menyerap logam dengan konsentrasi tinggi walaupun produksi biomasanya tidak terlalu tinggi, sebaliknya *C. pubescence* mampu memproduksi biomassa lebih tinggi pada limbah yang terkontaminasi logam berat, tetapi kemampuan menyerap logam berat lebih rendah dibandingkan *M. cordata* dan *C. mucunoides*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, A.J.M., R.D. Reeves, and A.S. M.Hajar. 1994. Heavy metal accumulation and tolerance in British populations of the metallophyte *Thlaspi caerulescens* J.& C. Presl (Brassicaceae). *New Phytologist* 127: 61-68.
- Brown, S.L., R.L. Chaney, J.S. Angle, and J.M. Baker. 1995. Zinc and cadmium uptake by hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* grown in nutrient solution. *Soil Science Society American Journal* 59:125-133.
- Ebbs, S., L. Kochian, M. Lasat, N. Pence, and T. Jiang. 2000. An integrated investigation of the phytoremediation of heavy metal and radionuclide contaminated soils: From laboratory to the field. In: Wise, D.L., D.J. Trantolo, E.J. Cichon, H.I. Inyang, and U. Stottmeister (eds.). *Bioremediation of Cotaminated Soils*. New York: Marcell Dekker Inc.
- Feller, A.K. 2000. Phytoremediation of soils and waters contaminated with arsenicals from former chemical warfare installations. In: Wise, D.L., D.J. Trantolo, E.J. Cichon, H.I. Inyang, and U. Stottmeister (eds.). *Bioremediation of Cotaminated Soils*. New York: Marcell Dekker Inc.
- Hidayati, N. dan Saefudin. 2003. *Potensi Hipertoleransi dan Serapan Logam Beberapa Jenis Tumbuhan pada Limbah Pengolahan Emas*. [Laporan Teknik]. Bogor: Pusat Penelitian Biologi LIPI.
- Hidayati, N., T. Juhaeti dan F. Syarif. 2004. *Karakterisasi Limbah dan Vegetasi yang Tumbuh pada Penambangan Emas Rakyat dan Penambangan Berskala Besar di Pongkor*. [Laporan Teknik]. Bogor: Pusat Penelitian Biologi LIPI.
- Ishikawa, Y., K. Eguchi, T. Aoki, T. Hoshino, Y. Yamaguchi, M. Kubota, Y. Hiraga, A. Williams, T. Anzai, and M. Iahikawa, S. Matsumoto. 2001. Integrated phytoremediation in salt affected area. *Dalam: Prosiding Workshop Vegetation Recovery in Degraded Land Areas*. Kalgoorlie, Western Australia, 27 October – 3 November 2001.
- Juhaeti, T. dan F. Syarif. 2003. *Studi Potensi Beberapa Jenis Tumbuhan Air untuk Fitoremediasi*. [Laporan Teknik]. Bogor: Pusat Penelitian Biologi LIPI.
- Juhaeti, T., F. Syarif dan N. Hidayati. 2005. Inventarisasi tumbuhan potensial untuk fitoremediasi lahan dan air terdegradasi penambangan emas. *Biodiversitas* 6 (1): 31-33.
- Li, Y.M., R.L. Chaney, J.S. Angle, and M. Baker. 2000. Phytoremediation of heavy metal contaminated soils. In: Wise, D.L., D.J. Trantolo, E.J. Cichon, H.I. Inyang, and U. Stottmeister (eds.). *Bioremediation of Cotaminated Soils*. New York: Marcell Dekker Inc.
- Reeves, R.D. 1992. The hyperaccumulation of nickel by serpentine plants. In: Baker, A.J.M., J. Proctor, and R.D. Reeves (eds.). *The Vegetation of Ultramafic (Serpentine) Soils*. Andover, Hampshire, UK.: Intercept Ltd.
- Salt, D.E. 2000. Phytoextraction: Present applications and future promise. In: Wise, D.L., D.J. Trantolo, E.J. Cichon, H.I. Inyang, and U. Stottmeister (eds.). *Bioremediation of Cotaminated Soils*. New York: Marcell Dekker Inc.
- Sambas, E.N. 2002. *Analisis Vegetasi Tumbuhan Bawah pada Areal Tailing Dam PT. Aneka Tambang (Antam) Pongkor*. [Laporan Teknik]. Bogor: Pusat Penelitian Biologi LIPI.
- Vangronsveld, J., A. Ruttens, M. Mench, J. Boisson, N.W. Lepp, R. Edwards, C. Penny, and D. van der Lelie. 2000. In situ inactivation and phytoremediation of metal- and metalloloid-contaminated soils: Field experiments. In: Wise, D.L., D.J. Trantolo, E.J. Cichon, H.I. Inyang, and U. Stottmeister (eds.). *Bioremediation of Cotaminated Soils*. New York: Marcell Dekker Inc.