

# PENGUJIAN KOMPOS DAN INOKULAN MIKROBA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SENGON BUTO (*Enterolobium cyclocarpum*, (WILLD) PADA LAHAN BEKAS TAILING POND DI CIKOTOK

Hartati Imamuddin<sup>1</sup> dan Nunik Sulistinah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI  
Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor-Jakarta Km 46, Cibinong 16911  
Email: tatiklief@yahoo.com

## ABSTRACT

Soil pollution has been so attracting considerable public attentions over the last decades. Phytoremediation is an emerging technology that uses plants to clean up pollutant soils. The study was carried out in gold mining Cikotok, Banten. Sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum*, (Willd) which is used as cyanogenic plant, compost and microbes inoculant is as stimulator to growth this plant. The experiment consist of K0 as control (plant without compost), K1 as plant + compost and K2 as plant+compost + microbe inoculant, with 3 replicated. The objectives of this experiment were to investigate the potential for phytoremediation of cyanide contaminated soils using hyperaccumulator/cyanogenic plants and to assess the fate and transport of cyanide compounds in soils. The results showed that compost and microbe were able to stimulate growth of Sengon Buto after 7 months planting and to reduce cyanide until 66% Total bacteria in the study was relatively stable but NFB bacteria was decline.

**Key words:** Phytoremediation, cyanogenic plant, tailing pond, gold mining, organic fertilizer, cyanide degrading bacteria, phosphate-solubilizing bacteria

## PENGANTAR

Tailing bekas penambangan pada umumnya menyebabkan kondisi tanah menjadi kurang baik untuk pertumbuhan tanaman. Konsentrasi kandungan logam berat pada tanah bekas tambang ini umumnya relatif cukup tinggi, kandungan nutriennya rendah, dan pH tanah cenderung asam. Oleh karena itu, biodiversitas pada tailing penambangan relatif sangat rendah.

Pencemaran tanah dan air di area bekas penambangan merupakan salah satu masalah penting di lingkungan, misalnya di kota-kota industri penambangan yang menghasilkan senyawa-senyawa toksik yang dapat mencemari area-area pertanian dan kesehatan manusia. Effluen dan lumpur buangan industri pengolahan/penambangan emas mengandung sianida dan bahan kimia ini berpotensi sebagai pencemar sehingga berdampak negatif terhadap lingkungan (Akci, 2003). Beberapa tanaman dilaporkan mampu mentoleransi keadaan tersebut (Gao and Zhu, 2003; Kang *et al.*, 2007). Saat ini, metode remediasi yang digunakan untuk mengatasi masalah-masalah tanah tercemar cukup mahal. Fitoremediasi dilaporkan merupakan salah satu teknologi untuk remediasi tanah yang tercemar polutan organik maupun anorganik melalui penggunaan tanaman. Di beberapa negara teknik pembersihan secara

biologis mendapat perhatian dan dukungan dari pemerintah dan lembaga-lembaga penelitian. Metode fitoremediasi ini mempunyai beberapa kelebihan diantaranya murah, efektif untuk detoksifikasi/menghilangkan kontaminan toksik dari tanah (Flathman and Lanza, 1998; Schnoor *et al.*, 1995). Secara ekologis fitoremediasi lebih baik dibandingkan dengan metode secara fisika dan kimia karena mampu memelihara fungsi tanah dan kehidupan biota di dalam tanah menjadi aktif kembali (Trapp and Karlson, 2001). Aplikasi dari metode fitoremediasi juga dilaporkan mampu mengurangi konsentrasi sianida dan fluorit dalam groundwater (Kang *et al.*, 2007). Sianida didegradasi oleh tanaman sementara fluorit diakumulasi di dalam biomass tanaman (Kang *et al.*, 2007). Dilaporkan juga bahwa penggunaan tanaman yang bersifat "cyanogenic", yaitu *Sorghum bicolor* dan *Linum usitatissimum* di rumah kaca mampu mereduksi 85% sianida dalam tanah selama 200 hari tanam. Dengan mengevaluasi alur degradasi <sup>14</sup>C-Prussian blue menggunakan "growth chamber", ditunjukkan bahwa sekitar 50% dari target kontaminan dikeluarkan melalui daun sebagai *radio-labeled carbon dioxide*. Dari penelitian tersebut ditemukan berbagai mikroba dalam rhizosfer, seperti misalnya *Rhodococcus* sp., *Bacillus* sp., *Rhizobium* sp., *Arthrobacter* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Microbacterium* sp. (Kang *et al.*, 2007). Alur

degradasi sianida oleh *Rhodococcus* sp., *Bacillus* sp., dan *Microbacterium* sp., dipelajari dan ditemukan bahwa produk akhir dari reaksi oksidasi sianida adalah CO<sub>2</sub> dan NH<sub>3</sub> (amonia). Temuan di atas mengindikasikan bahwa penggunaan tanaman *cyanogenic* serta interaksinya dengan mikroba dapat digunakan sebagai salah satu cara yang cukup efisien untuk mengurangi pencemaran sianida di tanah. Keberadaan mikroorganisme perakaran merupakan faktor penting dalam keberhasilan fitoremediasi karena organisme perakaran tersebut dapat membantu *uptake* dan transfer mineral ke tanaman dari dalam tanah (Wei *et al.*, 2003).

Dalam upaya meremediasi lahan bekas tailing penambangan emas di Cikotok dilakukan serangkaian penelitian tentang aplikasi fitoremediasi dengan menggunakan tanaman hiperakumulator, yaitu Sengon buto dan penggunaan mikroba berpotensi sebagai pendegradasi sianida dan penyubur tanah. Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh kompos organik dan inokulan mikroba terhadap tanaman Sengon buto serta pengaruhnya dalam meningkatkan serapan/akumulasi sianida dalam tanaman dan mengeliminir konsentrasi sianida dalam tanah. Diharapkan dari penelitian ini diperoleh suatu model yang dapat diaplikasikan dan dikembangkan untuk penelitian selanjutnya, khususnya bioremediasi di lahan bekas tailing penambangan/pengolahan emas di Cikotok.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### Tanaman, kompos organik, dan mikroba

Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum*, (Willd.) Griseb. Luas petak percobaan 3 × 4 × m<sup>2</sup>, tiap petak ditanami 12 tanaman Sengon buto.

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Setiap perlakuan adalah sebagai berikut: 1) K0 (Kontrol): tanpa pemberian kompos dan inokulan mikroba; 2) K1: perlakuan dengan pemberian kompos organik; 3) K2: perlakuan dengan pemberian kompos dan inokulan mikroba. Kompos organik yang digunakan merupakan campuran serasah daun dan pupuk kandang dengan perbandingan 3:1, sedangkan inokulan mikroba yang digunakan merupakan campuran dari 4 kelompok mikroba, yaitu: 1) bakteri pendegradasi CN, 2) bakteri penambat N (*free living*) yang resisten terhadap sianida, 3) bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas*) dan bakteri penambat N (*Rhizobium*).

## Parameter

Parameter yang diamati adalah pertumbuhan tanaman, serapan sianida pada tanaman, analisis biologi dan kimia tanah. Analisis kimia tanah, meliputi kandungan hara tanah, nitrogen (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>), dan sianida (CN<sup>-</sup>). Analisis biologi tanah meliputi jumlah mikroba dalam tanah (total bakteri, bakteri nitrifikasi, denitrifikasi, dan N fix).

## Rancangan Plot Percobaan

Tabel 1 adalah rancangan plot percobaan Tanaman Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (Willd.) Griseb.

**Tabel 1.** Rancangan plot percobaan Tanaman Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (Willd.) Griseb.

I SBK0	I SBK2
II SBK1	II SBK0
III SBK1	II SBK2
III SBK2	III SBK0
	I SBK1

### Keterangan:

SBK0 = Kontrol

SBK1 = Pemberian Kompos

SBK2 = Pemberian Kompos plus inokulan

## HASIL

### Pertumbuhan tanaman Sengon buto

Pengaruh pemberian kompos dan inokulan mikroba pada pertumbuhan tanaman Sengon buto diamati selama 7 bulan. Hasil pengamatan ditampilkan pada Gambar 1A, 1B, dan 1C.

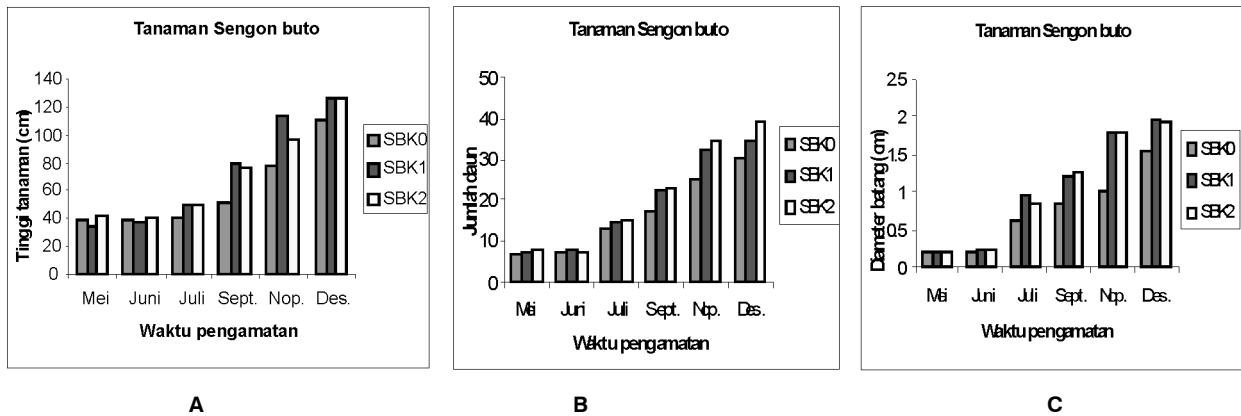
Dari Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 ditunjukkan perhitungan statistik diameter, jumlah daun, dan tinggi pohon tanaman Sengon Buto di lahan bekas tailing penambangan emas Cikotok.

### Panen

Gambar 2 merupakan perbandingan berat akar, daun, dan total tanaman pada saat panen (7 bulan setelah tanam) antara Sengon Buto dan Jati Super.

### Perubahan konsentrasi N dalam tanah percobaan

Gambar 3A, 3B, dan 3C menunjukkan perubahan konsentrasi ammonium, nitrit, dan nitrat dalam tanah percobaan yang ditanami tanaman Sengon buto.



Gambar 1. Tinggi tanaman (A), jumlah daun (B), dan (C) Diameter batang tanaman Sengon buto

**Keterangan:**

- K0: Kontrol, tanpa pemberian kompos
- K1: Pemberian kompos/pupuk organik
- K2: Kompos + inokulan mikroba

Tabel 2. Perhitungan Statistik Diameter Pohon Tanaman Sengon Buto di lahan bekas Tailing Penambangan Emas Cikotok

Ulangan	Sampel	Pengukuran Diameter Pohon				
		Mei	Juni	September	November	Desember
1	SBK0	0,200 a	0,200 a	0,767 a	1,180 a	1,330 a
2	SBK0	0,200 a	0,217 a	0,830 a	1,500 a	1,867 a
3	SBK0	0,200 a	0,217 a	0,910 a	1,500 a	1,400 a
1	SBK1	0,200 a	0,330 a	1,167 a	1,683 ab	1,883 ab
2	SBK1	0,200 a	0,283 a	1,383 ab	2,050 bc	2,417 bc
3	SBK1	0,200 a	0,250 a	1,117 a	1,633 ab	1,583 ab
1	SBK2	0,200 a	0,267 a	1,367 a	2,033 bc	2,250 bc
2	SBK2	0,200 a	0,250 a	1,133 a	1,700 ab	1,883 ab
3	SBK2	0,200 a	0,217 a	1,117 a	1,633 ab	1,583 ab

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada tiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Tabel 3. Perhitungan Statistik Jumlah Daun Tanaman Sengon Buto di lahan bekas Tailing Penambangan Emas Cikotok

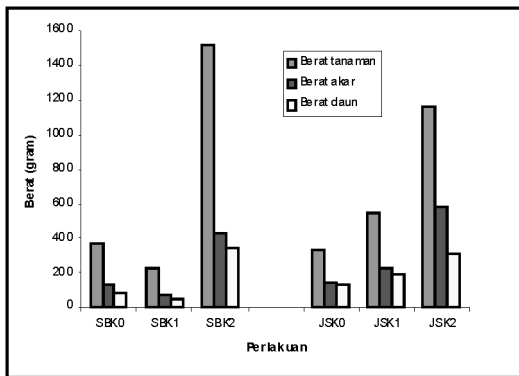
Ulangan	Sampel	Pengukuran jumlah Daun				
		Mei	Juni	September	November	Desember
1	SBK0	8,600 a	7,670 a	19,170 bc	26,670 b	29,830 abc
2	SBK0	5,830 a	6,500 a	17,830 ab	29,000 bc	32,830 bc
3	SBK0	6,830 a	7,170 a	14,670 a	26,670 b	27,83 ab
1	SBK1	7,330 a	8,500 a	20,330 cd	23,830 ab	27,170 ab
2	SBK1	7,830 a	9,330 a	23,500 de	36,830 c	38,500 bc
3	SBK1	6,170 a	6,170 a	24,670 e	36,500 bc	37,000 bc
1	SBK2	7,300 a	7,830 a	24,670 e	34,330 bc	33,500 bc
2	SBK2	6,830 a	7,170 a	24,670 e	31,510 bc	35,670 bc
3	SBK2	7,670 a	6,670 a	24,670 e	37,830 c	35,670 bc

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada tiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

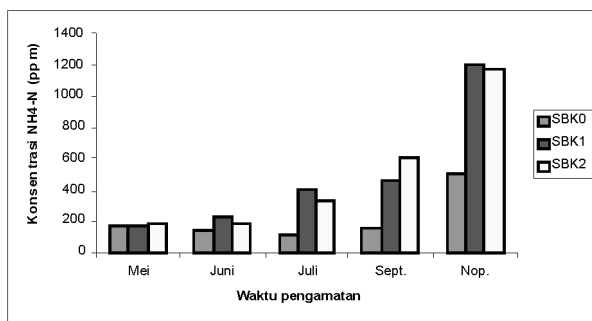
**Tabel 4.** Perhitungan Statistik Tinggi Tanaman Sengon Buto di lahan bekas Tailing Penambangan Emas Cikotok

Ulangan	Sampel	Pengukuran jumlah Daun				
		Mei	Juni	September	November	Desember
1	SBK0	34,330 ab	35,670 ab	51,670 ef	74,000 ef	102,170 f
2	SBK0	42,000 cde	41,00 cde	50,170 ef	84,500 f	136,330 f
3	SBK0	40,000 cd	40,67 cde	50,170 ef	75,330 ef	88,200 f
1	SBK1	32,330 ab	35,83 ab	83,170 f	98,500 f	112,330 f
2	SBK1	34,500 ab	36,83 ab	91,330 f	142,330 f	171,830 f
3	SBK1	36,830 b	37,83 ab	65,630 ef	103,830 f	129,830 f
1	SBK2	44,670 cde	41,00 cde	85,000 f	112,330 f	131,830 f
2	SBK2	34,500 ab	36,83 abc	77,500 ef	92,930 f	279,00 g
3	SBK2	36,000 b	41,67 cde	65,830 ef	86,170 ef	102,830 f

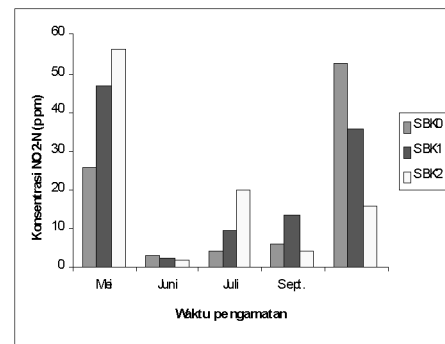
**Keterangan:** Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada tiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%.



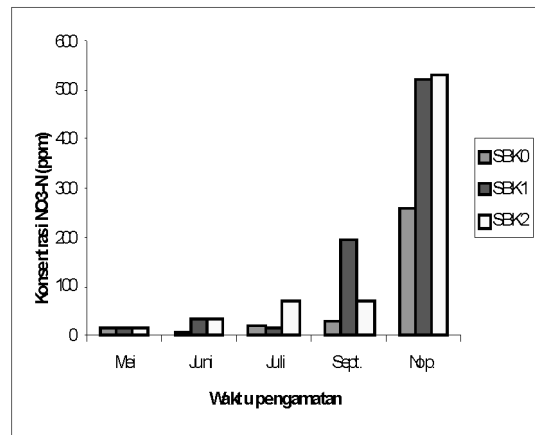
**Gambar 2.** Perbandingan berat akar, daun, dan total tanaman pada saat panen (7 bulan setelah tanam) antara Sengon Buto dan Jati Super



**Gambar 3A.** Perubahan konsentrasi ammonium dalam tanah percobaan yang ditanami tanaman Sengon Buto



**Gambar 3B.** Perubahan konsentrasi nitrit dalam tanah percobaan yang ditanami tanaman Sengon Buto



**Gambar 3C.** Perubahan konsentrasi nitrat dalam tanah percobaan yang ditanami tanaman Sengon Buto

### Perubahan jumlah bakteri pada lahan percobaan

Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan jumlah total bakteri dan jumlah bakteri NFB, dari awal sampai akhir tanam. Sedangkan Tabel 7 menunjukkan jumlah bakteri denitrifikasi pada tanah percobaan.

**Tabel 5.** Jumlah Total Bakteri dari awal sampai akhir tanam

Perlakuan	Mei	Juli	Sept	Nop
	(x 10 <sup>8</sup> )	(x 10 <sup>7</sup> )	(x 10 <sup>7</sup> )	(x 10 <sup>7</sup> )
SBK 0	12,9	5,9	16,1	16,8
SBK 1	<b>134,9</b>	<b>6,3</b>	<b>106,0</b>	<b>20,3</b>
SBK 2	52,9	4,3	38,5	11,3

**Tabel 6.** Jumlah Bakteri NFB dari awal sampai akhir tanam

Perlakuan	Mei	Juli	Nopember
	(x 10 <sup>7</sup> )	(x 10 <sup>6</sup> )	(x 10 <sup>4</sup> )
SBK 0	19	1,79	<b>64,8</b>
SBK 1	<b>33</b>	5,97	35,0
SBK 2	12,5	<b>33,6</b>	33,5

**Tabel 7.** Jumlah Bakteri Denitrifikasi pada Tanah Percobaan

Perlakuan	Jumlah bakteri denitrifikasi			
	Mei (x 10 <sup>3</sup> )	Juli (x 10 <sup>3</sup> )	Sept (x 10 <sup>3</sup> )	Nop (x 10 <sup>3</sup> )
SBK0	40	61	<b>169</b>	<b>137</b>
SBK1	45	92	83	36
SBK2	45	112	36	42

### Perubahan konsentrasi sianida pada tanah percobaan

Tabel 8 menunjukkan konsentrasi sianida pada tanah percobaan.

**Tabel 8.** Konsentrasi sianida pada tanah percobaan

Perlakuan	Konsentrasi HCN (ppm)		Prosentase Penurunan HCN
	Mei	September	
	I SBK0	1,06	
I SBK1	1,06	<0,001	< 100%
I SBK2	1,06	0,396	(62,64%)

### Analisis kimia tanah Demo-plot Cikotok

Tabel 9, 10, dan 11 menunjukkan hasil analisis tanah Demo-plot Cikotok pada bulan Mei, Juli, dan September.

**Tabel 9.** Hasil analisis tanah Demo-plot Cikotok pada bulan Mei

Sampel	H <sub>2</sub> O	KCl	C (%)	N (%)	C/N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
II SBK0	8,5	7,7	0,15	0,01	15	42,2
II SBK1	8,5	7,7	0,19	0,02	10	41,8
II SBK2	8,2	7,5	0,81	0,07	12	91,3

**Tabel 10.** Hasil analisis tanah Demo-plot Cikotok pada bulan Juli

Sampel	H <sub>2</sub> O	KCl	C (%)	N (%)	C/N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
I SBK0	8,4	7,6	0,26	0,02	13	17,7
I SBK1	8,0	7,3	2,89	0,22	13	164,5
I SBK2	8,2	7,5	0,90	0,07	13	91,1

**Tabel 11.** Hasil analisis tanah Demo-plot Cikotok pada bulan September

Sampel	H <sub>2</sub> O	KCl	C (%)	N (%)	C/N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
SBK0	8,2	7,4	1,18	0,09	13	135
SBK1	7,8	7,2	2,28	0,17	13	235
SBK2	8,5	7,5	0,46	0,03	15	24

### PEMBAHASAN

Gambar 1A, 1B, dan 1C menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman Sengon buto, pada perlakuan pemberian kompos (K1) dan perlakuan pemberian inokulan mikroba dan kompos (K2) serta pada kontrol (K0) tidak berbeda nyata (Tabel 2, 3, dan 4). Hal ini mungkin disebabkan tanaman Sengon buto merupakan kelompok Leguminosa yang mampu bersimbiose dengan Rhizobium sehingga tanaman tersebut mampu menambat N<sub>2</sub> dari udara. Disamping itu, kompos organik yang diberikan maupun tanah/lahan bekas tailing kemungkinan sudah terdapat bakteri penambat N sehingga tanaman mampu bersimbiosis dengan bakteri tersebut. Meskipun demikian ada kecenderungan perlakuan dengan pemberian kompos dan inokulan mikroba menunjukkan hasil lebih baik dibanding kontrol.

Dari Tabel 2 ditunjukkan bahwa pada awal tanam tidak ada beda nyata baik antar perlakuan (pada pengukuran diameter pohon). Sedangkan setelah 6 bulan tanam perlakuan 2 SBK1 berbeda nyata dengan perlakuan SBK0 dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan I SBK2, tetapi perlakuan yang belum menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian kompos dan inokulan mampu memacu pertumbuhan tanaman sengon buto setelah

6 bulan aplikasi. Hal ini terbukti perlakuan pemberian kompos (2 SBK1) dan pemberian kompos plus inokulan (1 SBK2) berbeda nyata dengan kontrol (SBK0).

Pengukuran jumlah daun pada awal tanam (Mei) dan 2 bulan setelah tanam (Juni) menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan, sedangkan pengamatan pada 5 bulan setelah tanam (September) perlakuan 1. SBK0 berbeda nyata dengan 3 SBK0. Pengamatan 7 bulan setelah tanam (November) menunjukkan bahwa 3 SBK0 berbeda nyata dengan 2 SBK1 dan 3 SBK2, tetapi pada akhir percobaan hampir semua perlakuan tidak berbeda nyata (Tabel 3).

Pengukuran tinggi tanaman ditampilkan pada Tabel 4. Pada Tabel tersebut ditunjukkan bahwa pada awal pengukuran perlakuan SBK0 berbeda nyata antar perlakuan, SBK 1 tidak berbeda nyata antar perlakuan SBK2 tidak berbeda nyata, kecuali 1 SBK2. Secara umum ditunjukkan bahwa pengukuran tinggi tanaman antar perlakuan tidak berbeda nyata, kecuali pengukuran tinggi tanaman pada akhir percobaan (Desember), yaitu pada perlakuan 2 SBK2.

### Panen

Pemanenan tanaman dilakukan pada setiap plot percobaan, masing-masing individu tanaman (akar, daun, dan total tanaman) ditimbang, selanjutnya kandungan sianida dalam akar dan tajuk daun dianalisis. Hasil pengukuran berat akar, daun dan total tanaman tersebut memperlihatkan bahwa berat daun, akar, dan total tanaman Sengon buto nampak paling tinggi pada tanaman yang diperlakukan dengan pemberian kompos dan inokulan mikroba (K2), diikuti tanaman yang diperlakukan hanya dengan pemberian kompos saja (K1). Tanaman kontrol (K0) mempunyai berat yang lebih rendah dibandingkan kedua perlakuan tersebut. Hal ini membuktikan bahwa mikroba yang ada dalam kompos mampu menstimulasi pertumbuhan Sengon Buto. Bila dibandingkan dengan biomasa Jati Super ternyata Sengon Buto masih memperlihatkan pertumbuhan yang lebih baik (Gambar 2).

### Perubahan konsentrasi N dalam tanah percobaan

Gambar 3A, 3B, dan 3C menunjukkan perubahan konsentrasi ammonium, nitrit, dan nitrat dalam tanah percobaan yang ditanami tanaman Sengon buto. Pemberian kompos diharapkan mampu mensuplai unsur hara, dan inokulan mikroba yang ditambahkan dalam kompos juga diharapkan mampu melakukan aktivitas penambatan N, melarutkan pospat dan mendegradasi senyawa sianida dalam tanah. Dari asumsi tersebut maka tanah yang diperlakukan dengan kompos (K1), kompos plus inokulan (K2) dan

kontrol (K0) diduga akan terjadi perubahan unsur-unsur kimia, diantaranya unsur nitrogen. Hasil pengamatan perubahan konsentrasi nitrogen (amonium, nitrit, dan nitrat) dalam tanah selama 7 bulan ditampilkan pada Gambar 3 (A, B, dan C). Pada gambar tersebut nampak bahwa konsentrasi nitrit dan nitrat cenderung mengalami peningkatan dari waktu ke waktu pengamatan. Konsentrasi nitrit dan nitrat cenderung mengalami peningkatan. Konsentrasi nitrit selama 7 bulan aplikasi nampak sangat berfluktuatif, sedangkan konsentrasi nitrat cenderung meningkat. Perubahan ini mengindikasikan terjadinya proses nitrifikasi dan nampaknya proses nitrifikasi berlangsung lebih baik pada perlakuan K1 dan K2. Perubahan konsentrasi nitrit dan nitrat juga mengindikasikan terjadinya proses nitrifikasi dalam tanah. Peningkatan konsentrasi dari ketiga perlakuan berbeda dan pada perlakuan K2 nampak lebih tinggi peningkatannya dibandingkan perlakuan yang lain. Perubahan konsentrasi amonium pada tanah yang ditanami Sengon buto berbeda dengan pada tanah yang ditanami Jati super. Konsentrasi amonium mengalami peningkatan dari waktu ke waktu pengamatan. Konsentrasi amonium pada perlakuan K1 dan K2 lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (K0). Konsentrasi nitrit selama 7 bulan aplikasi nampak terjadi penurunan dan kenaikan, sedangkan konsentrasi nitrat cenderung mengalami peningkatan. Perubahan ini juga mengindikasikan ada perlakuan K1 dan K2. Hasil ini agak berbeda dengan penelitian Barbar and Zak (1995) yang melaporkan bahwa justru terjadi penurunan produksi nitrat hampir tiga kali setiap tahunnya.

### Perubahan jumlah bakteri pada lahan percobaan

Jumlah total bakteri dalam tanah percobaan pada awal tanam memperlihatkan nilai yang relatif cukup tinggi, yaitu  $10^8$ , jumlah yang sama juga ditunjukkan pada tanah yang tidak diperlakukan dengan pemberian kompos (kontrol/K0). Jumlah total bakteri memperlihatkan sedikit penurunan menjadi  $10^7$  pada akhir percobaan, sedangkan jumlah bakteri pada perlakuan K0, K1, dan K2 tidak nampak adanya perbedaan yang signifikan. Jumlah total bakteri terbesar dicapai pada perlakuan SBK1 (Tabel 5).

Jumlah bakteri penambat N (NFB) mengalami penurunan yang cukup besar dari  $10^7$  pada awal tanam menjadi  $10^4$  pada akhir percobaan (Tabel 6). Penurunan jumlah bakteri penambat N kemungkinan disebabkan karena konsentrasi amonium dalam tanah mengalami peningkatan (Gambar 3A). Konsentrasi amonium yang tinggi pada umumnya dapat menjadi faktor penghambat pertumbuhan bakteri penambat N, sedangkan jumlah bakteri denitrifikasi rendah dari relatif stabil. Total bakteri terbesar

dicapai pada pengamatan 7 bulan aplikasi (September) dan akhir percobaan (Desember) pada SBK0, yaitu 169 dan  $137 \times 10^3$  (Tabel 7).

Dari data tersebut ditunjukkan bahwa pemberian kompos dan inokulan mikroba terhadap populasi bakteri ada kecenderungan menurun dengan fluktuasi yang relatif kecil ( $10^8$  menjadi  $10^7$ ), kecuali bakteri penambat N perubahannya relatif besar dari  $10^7$  menjadi  $10^4$ , sedangkan jumlah bakteri denitrifikasi tidak mengalami perubahan yang mencolok. Hasil ini nampaknya agak berbeda dengan penelitian Rumberger (2007), yang melaporkan bahwa komposisi bakteri dan jamur pada rhizofe sangat bervariasi dan berubah-ubah setiap musim dan tahun. Lebih lanjut dikatakan bahwa perubahan komunitas mikroba perakaran tergantung dari banyak faktor dan hal ini untuk membantu pertumbuhan tanaman bila manajemen yang diterapkan tepat.

### Perubahan konsentrasi sianida pada tanah percobaan

Konsentrasi HCN pada tanah percobaan ditampilkan pada Tabel 8. Tabel tersebut memperlihatkan bahwa konsentrasi HCN pada tanah bekas Tailing Pond pada saat awal tanam, sebelum diberi perlakuan kompos mencapai sekitar 1,06 ppm. Konsentrasi HCN pada tanah yang ditanami Sengon buto tanpa pemberian kompos (SBK0) dan pada perlakuan pemberian kompos dan inokulan mikroba (SBK2) turun menjadi 0,396 ppm, sedangkan pada tanah yang hanya diberi kompos saja (SBK1) konsentrasi HCN sangat kecil sehingga tidak terdeteksi. Dari data Tabel 8 nampak tidak adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan, namun demikian ada kecenderungan tanah yang ditanami Sengon buto lebih banyak mengalami penurunan HCN, Hasil ini sejalan dengan pernyataan Kang *et al.* (2007) yang melaporkan bahwa sianida dapat didegradasi oleh tanaman *cyanogenic plants*, penurunan sianida mencapai 17–32% setelah 4 bulan tanam. Sedangkan hasil percobaan lahan bekas tailing di Cikotok Sengon Buto mampu mereduksi konsentrasi sianida tanah sekitar 63%

### Analisis kimia tanah Demo-plot Cikotok

Hasil analisis kimia tanah pada 5 bulan setelah tanam (September) seperti Tabel 9, 10, dan 11 menunjukkan bahwa konsentrasi karbon (C) dan nitrogen (N) pada tanah yang diberi perlakuan kompos dan inokulan mikroba (K2) dan perlakuan K1 (hanya dengan pemberian kompos) cenderung lebih rendah dibandingkan tanah kontrol (K0). Hal ini

mungkin disebabkan degradasi sianida pada perlakuan K1 dan K2 lebih efektif dibanding kontrol.

Dari percobaan ini dapat disimpulkan bahwa pemberian kompos dan inokulan memacu pertumbuhan tanaman Sengon buto dan nampak ada kecenderungan tanah yang ditanami tanaman hiperakumulator tersebut mengalami penurunan sianida yaitu sekitar 66%. Jumlah total bakteri dan bakteri denitrifikasi relatif stabil, sedangkan jumlah dan bakteri penambat N pada akhir percobaan menurun.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Proyek Penelitian Hayati (DIPA) yang telah membiayai kegiatan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Nani, Ari serta teman-teman dari kelompok Bioremediasi yang telah banyak membantu dalam kegiatan ini.

### KEPUSTAKAAN

- Akcil A, 2003. Destruction of cyanide in gold mill effluents: biological versus chemical treatments. *Biotechnology Advances* 21: 501–511.
- Flathman PE and GR Lanza, 1998. Phytoremediation, current views on an emerging green technology. *Journal Soil Contamination* 7: 415–432.
- Gao YZ and LZ Zhu. 2003. Phytoremediation and its models for organic contaminated soils. *Journal of Environmental Sciences* 15(3): 302–310.
- Hanson KG, N Anuranjini, K Madlavi, and JD Anjana, 1997. Bioremediation of crude oil contamination with *Acinetobacter* sp. A3. *Current Microbiology* 35: 191–193.
- Kang DH, LY Hong, P Schwab, and MK Banks, 2007. Removal of Prussian blue from contaminated soil in the rhizosphere of cyanogenic plants. *Chemosphere* 69(9): 1492–1498.
- Kang DH, 2010. *Phytoremediation of Iron Cyanide Complexes in Soil and Groundwater*. <http://docs.lib.purdue.edu/dissertations/AA13239788/15/7/2010.>
- Somers E, L Vanderleyden, and M Srinivasan, 2004. Rhizosphere bacterial signalling: A love parade beneath our feet. *Crit. Rev. Microbiol.* 30: 205–240.
- Schnoor, JL., LA. Licht, SC. Mc, Cutcheon, L. Wolfe, and LH. Carreira. 1995. Phytoremediation of organic and nutrient contaminant. *Environment Science Technology*, 29: 318–323
- Trapp S and U Karlson, 2001. Aspects of Phytoremediation of Organic Pollutants. *Journal Soils & Sediments* 1: 1–7.
- Wei SW, Z Qixing, Z Kaisong, and L Jidong, 2003. Roles of rhizosphere in remediation of contaminated soils and its mechanisms. *Yingyong Shengtai Xuebo* 14: 143–147.