

Perubahan Karakteristik Kimia Tanah pada Model Reklamasi Lahan Bekas Tambang PT. Antam UBPE Pongkor

Changes on Soil Chemical Characteristics of The Reclamation Ex-Mining Land As A Model at The PT. Antam UBPE Pongkor¹

Ulfah Juniarti Siregar¹, Jumadin Sidabutar¹, dan Chairil Anwar Siregar²

¹Departemen ilvikultur Fakultas Kehutanan IPB

²Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam, Kementerian Kehutanan

ABSTRACT

High mining activity in the forested land had damaged the forest, that reclamation is necessary to restore the forest conditions as before. This research aims at finding out changes on soil chemistry, and the concentration of Pb and Fe in the soil, and the 10 years old planted rosewood, pine, and walnut trees at the reclamation ex-gold mining land as a model of PT. Antam UBPE Pongkor. Soil analysis at 0–5 cm, 5–15 cm and 15–30 cm depth showed increase soil quality, especially in C-organic content at 0–5 cm, which is much higher than the deeper depth. C-organic content of rosewood stand was 2.08%, pine was 1.04% and walnut was 0.95%. The 10 years old planted trees had absorbed Pb and Fe, of which the highest Pb content was found in walnut roots at 13 ppm, while the highest Fe content was in pine roots at 4933 ppm.

Keywords: C-organic, Fe, Pb, reclamation, soil chemistry

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kegiatan penambangan di Indonesia umumnya dilakukan di areal hutan sehingga harus membuka areal hutan terlebih dahulu. Pembukaan areal hutan dan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yang dihasilkan dari kegiatan penambangan menjadi faktor penyebab terjadinya kerusakan lingkungan pada kawasan hutan.

Kegiatan penambangan yang dilakukan oleh PT. Antam UBPE Pongkor menghasilkan limbah berupa batuan bekas penambangan (*rock-dump*) dan lumpur sisa penambangan (*tailing*) yang semakin hari jumlahnya semakin banyak. Sisa-sisa penambangan ini banyak mengandung zat-zat berbahaya bagi makhluk hidup seperti Pb, Fe, Cu, dan Zn yang jika berada dalam jumlah yang tinggi dan terakumulasi dalam tubuh akan menjadi racun.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan kegiatan reklamasi dan revegetasi pada lahan bekas tambang agar kondisi lingkungan yang baik dan aman bagi makhluk hidup dapat diperoleh kembali. Tantangannya adalah, di dalam lumpur *tailing* terdapat zat-zat B3 berupa logam berat seperti Pb, Fe, Cu, dan Zn yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar zat B3 diantaranya adalah melakukan pemilihan jenis yang mampu tumbuh di lahan kritis seperti lumpur *tailing* dan memberikan tambahan bahan campuran seperti bio-aktivator, kompos, dan top soil yang dapat meningkatkan kesuburan lumpur *tailing*.

Penelitian yang dilakukan ini merupakan lanjutan dari penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam Bogor, di areal modifikasi reklamasi lahan bekas tambang PT. Antam UBPE Pongkor, dimana 10 tahun sebelumnya telah dilakukan penanaman sonobrit, pinus, dan kenari. Fokus utama yang menjadi topik penelitian ini adalah melihat perubahan sifat kimia tanah setelah dilakukan penanaman sonobrit, pinus, dan kenari 10 tahun yang silam.

B. Tujuan

Mengetahui perubahan karakteristik kimia tanah, tingkat kesuburan tanah serta kandungan logam berat yang terdapat pada tanah dan tanaman sonobrit, pinus, dan kenari berumur 10 tahun yang ditanam pada model reklamasi tambang emas PT. Antam UBPE Pongkor.

C. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang peran reklamasi dalam memperbaiki sifat kimia tanah dan meningkatkan kesuburan tanah, terutama yang berasal lumpur *tailing*. Memberikan informasi tentang tingkat keamanan lumpur *tailing* sebagai media tanam dalam kegiatan reklamasi lahan bekas tambang emas. Penelitian ini juga akan memberikan informasi apakah tanaman jenis sonobrit, pinus, dan kenari dapat dijadikan sebagai tanaman fitoremediasi pada lahan yang terkontaminasi logam berat seperti Pb dan Fe.

BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Mei sampai November 2012 di Arboretum Percobaan PT. Antam UBPE Pongkor, Bogor, Jawa Barat, Laboratorium Pengaruh Hutan Puslitbang Kehutanan, Bogor, dan Laboratorium Balai Penelitian Tanah yang berada di Jl. Juanda, No. 98, Bogor.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tegakan sonobrit, pinus, dan kenari pada lokasi Arboretum Percobaan PT. Antam UBPE-Pongkor, tanah dari masing-masing tegakan sonobrit, pinus, dan kenari, contoh tanaman (akar, daun, dan kulit batang) dari masing-masing jenis, dan pelarut-pelarut dalam melakukan analisis tanah dan tanaman di laboratorium. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah golok, cangkul, *ring* tanah, kantong plastik, *phiband*, alat tulis, *tally sheet*, kamera digital, alat-alat analisis kimia tanah dan analisis tanaman.

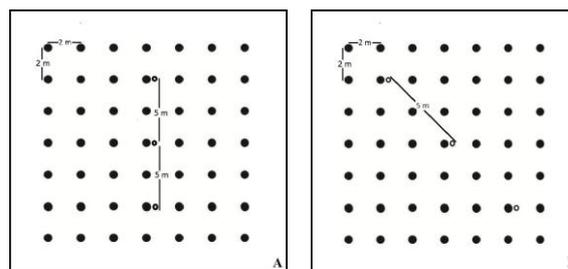
C. Prosedur Penelitian

1. Metode Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengambil data-data penelitian yang telah dilakukan sebelumnya di lokasi yang sama, seperti laporan penelitian dan arsip-arsip penelitian.

2. Pembuatan Plot Pengambilan Contoh Tanah

Setiap tegakan terdapat tiga plot pengambilan contoh tanah, dan dibuat di bawah tegakan dekat dengan tunggak tanaman dengan jarak 50 cm dari tunggak seperti disajikan pada gambar 1. Penentuan plot pengambilan contoh tanah di lapangan dilakukan dengan menetapkan pusat (bagian tengah blok) sebagai salah satu titik tetap dalam pengambilan contoh tanah pada masing-masing blok tanaman, sedangkan dua plot lainnya ditentukan berdasarkan bentuk kontur tanah. Pada areal yang berkontur miring, dua plot pengambilan contoh tanah lainnya diletakkan pada bagian permukaan tanah yang lebih tinggi dan bagian permukaan tanah yang lebih rendah dari plot pada bagian pusat blok tanaman dengan jarak minimal 5 m. Pada areal berkontur datar, penentuan plot diletakkan secara sembarang dengan jarak minimal 5 m dari plot yang ada pada pusat blok tanaman, hal ini dilakukan karena pada permukaan tanah yang datar sifat tanahnya relatif tidak berbeda dalam satu hamparan yang homogen (Balit Tanah 2006). Contoh tanah yang dianalisis dalam penelitian ini merupakan contoh tanah komposit hasil gabungan dari ketiga plot pengambilan contoh tanah.



Gambar 1 Bagan plot pengambilan contoh tanah (●) tunggak tanaman (○) plot pengambilan contoh tanah. (A) pada lahan berkontur miring (B) pada lahan berkontur datar.

3. Pengambilan Contoh Tanah dan Contoh Tanaman

Mekanisme pengambilan contoh tanah dilakukan dengan metode yang dikembangkan oleh Balit Tanah (2006). Pengambilan contoh tanah di lapangan dilakukan dengan cara sebagai berikut, permukaan tanah dibersihkan dari serasah dan kotoran-kotoran lainnya, kemudian ring (tinggi = 5cm) diletakkan tegak lurus dengan permukaan tanah (bagian ring yang tajam berada di bawah). Setelah itu, ring tanah ditekan ke dalam tanah hingga tertanam keseluruhan dan bagian paling atas ring rata dengan permukaan tanah kemudian permukaan ring bagian atas ditutup untuk menghindari masuknya serpihan-serpihan tanah atau kotoran-kotoran lainnya ke dalam ring. Ring yang sudah tertanam dicongkel untuk mengeluarkan ring yang telah berisi contoh tanah dari dalam tanah, kemudian tanah bagian bawahnya diiris menggunakan golok untuk meratakan permukaan bagian bawahnya. Setelah itu, contoh tanah yang ada di dalam ring dikeluarkan dari ring dan dimasukkan dalam kantong plastik. Cara di atas dilakukan lagi untuk mendapatkan contoh tanah pada kedalaman 5–15 cm dan 15–30 cm.

Adapun cara pengambilan contoh tanaman pada masing-masing jenis tanaman adalah sebagai berikut, tanaman yang berada dekat dengan plot pengambilan contoh tanah langsung dijadikan sebagai tanaman yang akan diambil bagian tanamannya untuk dianalisis. Bagian tanaman yang diambil untuk dianalisis adalah akar, kulit, dan daun tanaman. Pengambilan akar tanaman sekaligus dilakukan pada saat pengambilan contoh tanah. Pengambilan kulit tanaman dilakukan pada bagian daerah pangkal batang, batang bagian tengah, dan batang bagian pucuk, sementara pengambilan daun tanaman dilakukan pada bagian dasar tajuk, tengah tajuk dan ujung tajuk.

4. Analisis Tanah dan Tanaman

- Persiapan contoh tanah dan tanaman di laboratorium Contoh tanah dan tanaman dari lapangan segera dikeringkan pada ruangan tertutup tanpa ada sinar matahari atau dimasukkan dalam oven dengan suhu 40°C agar tidak rusak. Contoh tanah dan tanaman dibersihkan dari kotoran-kotoran yang akan merusak

data hasil analisis, kemudian dihaluskan hingga ukuran partikelnya mencapai kurang dari 2mm.

b. Penentuan pH tanah

Penentuan pH dilakukan dengan menggunakan larutan air bebas ion dan KCl 1 M, kemudian diukur dengan pH meter.

c. Penetapan kandungan C-organik tanah

Penetapan C-organik tanah dilakukan dengan mencampur contoh tanah dengan larutan $K_2Cr_2O_7$ 1 N dan H_2SO_4 pekat, kemudian diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 561 nm.

Perhitungan:

$$C\text{-organik} = \text{ppm kurva} \times 10 \times 500 - 1 \times fk$$

Dimana:

Ppm kurva = kadar contoh pada kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya

Fk = faktor koreksi kadar air $100/(100 - \% \text{ kadar air})$

d. Penetapan N-total (%)

Penentuan N-total (%) dilakukan dengan pembuatan ekstrak yang terbuat dari campuran tanah contoh dengan asam sulfat dan katalis campuran selen hingga membentuk $(NH)_4_2SO_4$, kemudian didestruksikan pada suhu $350^{\circ}C$. setelah itu ekstrak dicairkan dengan air bebas ion. Untuk mengukur kandungan N-total, ekstrak dan deret standart dicampur dengan Na-fenat dan ditambah NaOCl pada tabung reaksi berbeda. Kemudian diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 636 nm.

Perhitungan:

$$N\text{-total} (\%) = (Vc - Vb) \times N \times 2,8 \times fk$$

Dimana:

V c,b = ml titar contoh dan blanko

N = normalitas larutan baku H_2SO_4

fk = faktor koreksi kadar air $= 100/(100 - \% \text{ kadar air})$

e. Penentuan kadar P_2O_5 tanah

Penentuan kadar P_2O_5 dilakukan dengan metoda Bray dan Kurt I.

Perhitungan:

$$P_2O_5 \text{ tersedia (ppm)} = \text{ppm kurva} \times 10 \times fp \times \frac{142}{190} \times fk$$

Dimana:

ppm kurva = kadar contoh pada kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya

fp = faktor pengenceran (bila ada)

$\frac{142}{90}$ = faktor konversi bentuk PO_4 menjadi P_2O_5

Fk = faktor koreksi kadar air $= 100/(100 - \% \text{ kadar air})$

f. Penetapan Kadar K_2O

Penentuan kadar K_2O dilakukan dengan menggunakan metoda Morgan Wolf

Perhitungan:

$$K_2O \text{ (ppm)} = \text{ppm kurva} \times 2 \times fp \times fk \times 94/78$$

Dimana:

ppm kurva = kadar contoh pada kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya

fp = faktor pengenceran (bila ada)

$94/78$ = faktor konversi bentuk menjadi K_2O

Fk = faktor koreksi kadar air $= 100/(100 - \% \text{ kadar air})$

g. Penetapan susunan kation, KTK tanah dan kejenuhan basa (KB)

Penetapan susunan kation, KTK, dan kejenuhan basah dilakukan dengan menggunakan Perkolat NH^+ Acetat, pH 7.

Perhitungan:

$$S = (\text{ppm kurva}/\text{bst kation}) \times 2 \times fp1 \times fk$$

$$T = \text{me kurva} \times 50 \text{ ml } 1.000 \text{ ml}^{-1} \times 1.000 \text{ g } 2.5 \text{ g}^{-1} \times 0,1 \times fp2 \times fk = \text{me kurva} \times 2 \times fp2 \times fk$$

$$KB = \text{jumlah kation}_{dd} (S)/KTK (T) \times 100 \%$$

Dimana:

ppm kurva = kadar contoh pada kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya

0,1 = faktor konversi dari mmol ke cmol

bst kation = bobot setara: Ca : 20, Mg: 12.15, K: 39, Na: 23

fp1 = faktor pengenceran (10)

fp2 = faktor pengenceran (20)

fk = faktor koreksi kadar air $= 100/(100 - \% \text{ kadar air})$

S = jumlah basa-basa tukar (mol/kg)

T = kapasitas tukar kation (mol/kg)

KB = kejenuhan basa (mol/kg)

h. Penetapan kandungan logam Pb dan Fe tanah dan tanaman

Penetapan kandungan Pb dan Fe dilakukan dengan metode Morgan Wolf.

Perhitungan:

$$Pb \text{ (ppm)} = \text{ppm kurva} \times 10 \times fk$$

$$Fe \text{ (ppm)} = \text{ppm kurva} \times 2 \times fp \times fk$$

Dimana:

ppm kurva = kadar contoh pada kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya

fp = faktor pengenceran (bila ada)

fk = faktor koreksi kadar air $= 100/(100 - \% \text{ kadar air})$

5. Metoda Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan penjelasan secara deskriptif tanpa melakukan uji statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Awal Tanah Sebelum Penanaman

Pada tabel 1 terlihat bahwa blok tanaman pinus dan kenari disatukan pada kolom yang sama dan terpisah dari blok tanaman sonobrit karena blok pinus dan kenari berada pada hamparan yang sama dan letaknya bersebelahan sehingga titik pengambilan contoh tanah untuk blok tanaman pinus dan kenari dilakukan pada titik yang sama.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa kondisi tanah pada blok tanaman pinus dan kenari jauh lebih baik dibandingkan kondisi tanah pada blok tanaman sonobrit. Dilihat dari teksturnya, tanah pada blok Pinus dan Kenari didominasi oleh fraksi liat sebesar 72%, sedangkan kandungan fraksi pasir dan debu hanya sebesar 28%. Sementara pada blok tanaman sonobrit, fraksi liat jauh lebih sedikit yaitu hanya sebesar 34% jika dibandingkan dengan fraksi liat pada tanah yang ada pada blok tanaman pinus dan kenari. Hal ini diduga karena *top soil* yang ditaburkan pada blok tanaman pinus dan kenari berasal dari sumber yang berbeda dengan *top soil* yang ditaburkan pada blok sonobrit.

Tabel 1 Hasil analisis sifat kimia tanah sebelum dilakukan penanaman.

Kandungan	Kedalaman tanah 0-30 cm	
	Blok Sonobrit	Blok Pinus dan Kenari
Pasir (%)	31.00	5.00
Debu (%)	35.00	23.00
Liat (%)	34.00	72.00
pH HO	5.20	4.70
pH KCl	4.30	3.80
C (%)	0.16	1.52
N (%)	0.01	0.16
C/N	16.00	10.00
P ₂ O ₅ (ppm)	2.70	2.20
K ₂ O (ppm)	237.50	37.90
Ca (mol/kg)	9.41	1.96
Mg (mol/kg)	2.46	0.45
K (mol/kg)	0.50	0.08
Na (mol/kg)	0.22	0.12
KTK (mol/kg)	14.51	24.61
KB (mol/kg)	87.00	26.00

Sumber: Siregar dan Siringoringo (2002).

Nilai KTK tanah pada blok tanaman pinus dan kenari jauh lebih tinggi dibandingkan nilai KTK tanah pada blok tanaman sonobrit. Besarnya nilai KTK tanah pada blok tanaman pinus dan kenari adalah sebesar 24.61 mol/kg sedangkan nilai KTK tanah pada blok tanaman sonobrit hanya sebesar 14.51 mol/kg. Nilai KTK tanah yang lebih tinggi pada blok tanaman pinus dan kenari diakibatkan oleh tingginya kandungan liat pada blok ini. Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah yang dibuat oleh Balai Penelitian Tanah (2005), KTK tanah pada blok tanaman pinus dan kenari masuk dalam kategori sedang, sementara KTK tanah pada blok tanaman sonobrit masuk dalam kategori rendah.

Kriteria penilaian sifat kimia tanah yang dibuat oleh Balai Penelitian Tanah (2005) menggolongkan pH tanah pada ketiga blok tanaman tersebut dalam kategori masam, yaitu sebesar 4.7 untuk blok pinus dan kenari, sedangkan blok tanaman sonobrit sebesar 5.2. Jika dibandingkan pH tanah pada blok tanaman sonobrit masih lebih bagus daripada pH tanah pada blok tanaman pinus dan kenari, hal ini diduga karena sumber pengambilan *top soil* yang ditaburkan pada blok pinus dan kenari berbeda dengan sumber pengambilan *top soil* yang ditaburkan pada blok sonobrit.

B. Perubahan Sifat Kimia Tanah

1. Tegakan Sonobrit (*Dalbergia latifolia*)

Hasil analisis tanah untuk melihat kondisi sifat kimia tanah pada tegakan sonobrit dapat di lihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Hasil analisis sifat kimia tahun 2012 sesudah penanaman sonobrit, pada kedalaman 0–30 cm.

Kandungan	Kedalaman		
	0–5 cm	5–15 cm	15–30 cm
pH H ₂ O	5.40	5.10	5.00
pH KCl	4.60	4.20	4.10
C (%)	2.08	0.53	0.49
N (%)	0.21	0.05	0.05
C/N	10.00	11.00	10.00
P ₂ O ₅ (ppm)	7.10	4.40	2.50
K ₂ O (ppm)	466.70	244.50	259.90
Ca (mol/kg)	0.76	8.91	8.15
Mg (mol/kg)	1.74	1.43	1.39
K (mol/kg)	0.24	0.15	0.12
Na (mol/kg)	0.10	0.13	0.20
KTK (mol/kg)	16.09	15.53	13.04
KB (mol/kg)	98.00	66.00	63.00

Hasil analisis kandungan bahan organik tanah yang ditunjukkan oleh kandungan C merupakan parameter yang paling jelas mengindikasikan adanya peningkatan kualitas sifat kimia tanah pada blok tanaman sonobrit. Bahan organik tanah sebelum dilakukan penanaman pada blok ini hanya sebesar 0.16% (Tabel 1), sementara setelah penanaman menunjukkan adanya peningkatan yang sangat besar yaitu menjadi 2.08% pada kedalaman 0–5 cm; 0.53% pada kedalaman 5–15 cm; dan 0.49% pada kedalaman 15–30 cm (Tabel 2). Kriteria penilaian sifat kimia tanah yang dibuat oleh Balai Penelitian Tanah (2005) menggolongkan kandungan bahan organik tanah hasil analisis tersebut dalam kategori rendah, kecuali bahan organik pada kedalaman 0–5 cm yang masuk dalam kategori sedang. Peningkatan kandungan bahan organik tanah pada blok ini diduga berasal dari pelapukan serasah tanaman Sonobrit yang ditanam pada blok ini. Peningkatan kandungan bahan organik tanah ini akan sangat mempengaruhi peningkatan kualitas tanah pada parameter-parameter lainnya seperti KTK, pH, dan kandungan beberapa unsur hara tanah seperti N, P, K, dan Ca. Menurut

Notohadiprawiro (1999), bahan organik tanah sangat berperan dalam perbaikan sifat fisik dan sifat kimia tanah serta meningkatkan bioaktivitas biota tanah.

Gambar 2 menunjukkan irisan vertikal tanah pada tegakan sonobrit setelah berumur 10 tahun, yang memperlihatkan lapisan paling atas tanah berwarna coklat kehitaman. Hal ini diduga terjadi karena adanya pelapukan serasah yang berasal dari tegakan sonobrit dan tanaman lainnya yang terdapat di atas permukaan tanah sehingga mengakibatkan perubahan warna tanah menjadi lebih gelap.



Gambar 2 Irisan tanah secara vertikal pada tegakan sonobrit dengan kedalaman 0–40 cm (lingkaran merah menunjukkan peningkatan bahan organik pada tanah).

2. Tegakan Pinus (*Pinus merkusii*)

Hasil analisis laboratorium untuk beberapa parameter yang menunjukkan kondisi sifat kimia tanah pada blok tanaman pinus berumur 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil analisis kimia tanah pada tahun 2012 sesudah penanaman pinus, pada kedalaman 0–30 cm.

Kandungan	Kedalaman		
	0–5 cm	5–15 cm	15–30 cm
pH H ₂ O	5.00	5.20	4.20
pH KCl	4.20	4.60	4.00
C (%)	1.04	0.57	0.30
N (%)	0.09	0.06	0.03
C/N	12.00	10.00	10.00
P ₂ O ₅ (ppm)	4.80	3.30	2.70
K ₂ O (ppm)	395.00	489.00	475.00
Ca (mol/kg)	10.27	11.56	10.03
Mg (mol/kg)	1.55	1.35	1.48
K (mol/kg)	0.46	0.46	0.58
Na (mol/kg)	0.08	0.10	0.16
KTK (mol/kg)	22.96	21.89	23.56
KB (mol/kg)	54.00	62.00	52.00

Tabel 3 menunjukkan kandungan C-organik tanah pada kedalaman 0–5 cm jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan kedalaman 5–15 cm dan 15–30

cm, dimana pada kedalaman 0–5 cm sebesar 1.04%, kurang lebih dua kali lipat dari kandungan C-organik tanah pada kedalaman 5–15 cm yang sebesar 0.57% dan tiga kali lipat dari kandungan C-organik tanah pada kedalaman 15–30 cm yang sebesar 0.3%. Hal ini mengindikasikan terjadinya peningkatan bahan organik di dalam tanah terutama pada kedalaman 0–5 cm akibat adanya vegetasi yang tumbuh dan menutupi permukaan tanah, dengan demikian dapat dipastikan bahwa terjadi peningkatan kualitas sifat tanah. Menurut Taberima (2009), vegetasi akan mempercepat proses perbaikan sifat tanah yang berasal dari lumpur tailing akibat adanya peningkatan kandungan bahan organik di dalam tanah. Bahan organik tanah sangat berperan dalam memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah serta meningkatkan bioaktivitas biota tanah sehingga akan meningkatkan pertumbuhan tanaman yang ada di atasnya (Notohadiprawiro 1999).

Gambar 3 menunjukkan irisan vertikal tanah pada tegakan pinus setelah berumur 10 tahun, yang memperlihatkan lapisan paling atas tanah berwarna lebih gelap. Hal ini terjadi karena adanya pelapukan serasah yang berasal dari tanaman-tanaman yang terdapat di atas permukaan tanah terutama dari tegakan pinus, sehingga mengakibatkan perubahan warna tanah menjadi lebih gelap.



Gambar 3 Irisan tanah secara vertikal pada kedalaman 0–40 cm, pada tegakan pinus (lingkaran merah menunjukkan peningkatan bahan organik pada tanah).

3. Tegakan Kenari (*Cannarium commune*)

Peningkatan kualitas sifat tanah pada tegakan kenari ini dapat dijelaskan dengan melihat besarnya nilai-nilai parameter yang diukur pada berbagai tipe kedalaman setelah adanya penanaman. Secara umum hampir semua parameter menunjukkan bahwa nilai yang lebih baik ada pada kedalaman 0–5 cm jika dibandingkan dengan kedalaman 5–15 cm dan 15–30 cm. Dengan demikian telah terjadi perbaikan kualitas tanahnya pada tegakan kenari ini.

Hasil analisis sifat kimia tanah sesudah penanaman tanaman kenari dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Hasil analisis sifat kimia tanah tahun 2012 sesudah penanaman kenari pada kedalaman 0–30 cm.

Kandungan	Kedalaman		
	0–5 cm	5–15 cm	15–30 cm
pH H ₂ O	5.20	4.60	4.10
pH KCl	5.00	3.90	3.50
C (%)	0.95	0.46	0.28
N (%)	0.10	0.05	0.03
C/N	10.00	9.00	9.00
P ₂ O ₅ (ppm)	3.40	1.60	3.30
K ₂ O (ppm)	324.30	201.40	470.50
Ca (mol/kg)	11.96	8.07	3.89
Mg (cmolc/kg)	1.05	0.72	0.58
K (mol/kg)	0.25	0.18	0.07
Na (mol/kg)	0.16	0.09	0.11
KTK (mol/kg)	18.20	20.91	18.83
KB (mol/kg)	74.00	43.00	25.00

Untuk pH tanah pada kedalaman 0–5 cm lebih besar dibandingkan pada kedalaman 5–15 cm dan 15–30 cm. Nilai pH tanah pada kedalaman 0–5 cm adalah sebesar 5.2 lebih tinggi dibandingkan pH tanah pada kedalaman 5–15 cm dan 15–30 cm yaitu masing-masing sebesar 4.6 dan 4.1. Balai Penelitian Tanah (2005) menggolongkan pH tanah pada kedalaman 0–5 cm dan 5–15 cm masuk dalam kategori masam, sementara pH tanah pada kedalaman 15–30 cm masuk dalam kategori sangat masam.

Hasil analisis pada tanah yang telah dilakukan penanaman kenari menunjukkan bahwa kandungan bahan organik tanah pada kedalaman 0–5 cm jauh lebih besar dibandingkan dengan kedalaman 5–15 cm dan 15–30 cm. Kandungan bahan organik tanah pada kedalaman 0–5 cm adalah sebesar 0.95%, kurang-lebih sekitar dua kali lipat dari kandungan bahan organik tanah pada kedalaman 5–15 cm dan tiga kali lipat dari kandungan bahan organik tanah pada kedalaman 15–30 cm, yang masing-masing sebesar 0.46% dan 0.26%. Hal ini menunjukkan bahwa di dalam tanah telah terjadi peningkatan bahan organik tanah yang berasal dari pelapukan serasah tanaman kenari dan juga serasah tanaman lainnya yang tumbuh di atas permukaan tanah pada blok tanaman kenari. Dengan demikian, telah terjadi juga perbaikan kualitas kimia tanah pada blok yang telah ditanami kenari.

Gambar 4 menunjukkan irisan vertikal tanah pada tegakan kenari setelah berumur 10 tahun, yang memperlihatkan lapisan paling atas tanah berwarna coklat kehitaman. Hal ini terjadi karena adanya pelapukan serasah yang berasal dari tanaman yang terdapat di atas permukaan tanah terutama dari tegakan kenari, sehingga mengakibatkan perubahan warna tanah menjadi lebih gelap.



Gambar 4 Irisan tanah secara vertikal pada kedalaman 0–40 cm, pada tegakan kenari (lingkaran merah menunjukkan peningkatan bahan organik pada tanah).

C. Kandungan Logam Pb dan Fe Tanah

Kandungan logam Pb dan Fe terlarut dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman pada tegakan sonobrit, pinus, dan kenari dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5 Kandungan logam Pb dan Fe tersedia dalam tanah pada tegakan sonobrit, pinus, dan kenari.

Tegakan	Kandunga	Kedalaman		
		0-5	5-15	15-30
Sonobrit	Pb (ppm)	1.5	3.7	2.4
	Fe (ppm)	7.4	2.6	2.8
Pinus	Pb (ppm)	2.7	2.3	2.5
	Fe (ppm)	9.9	4.7	3.2
Kenari	Pb (ppm)	2.2	1.7	2.2
	Fe (ppm)	14.5	10.2	9.7

Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa secara umum kandungan logam Pb terlarut pada tahun 2012 cukup bervariasi mulai dari 1.5 ppm sampai dengan sebesar 3.7 ppm dan masih berada dalam ambang batas aman yaitu kurang dari 20 ppm (Alloway 1995). Perbedaan kandungan logam Pb antar kedalaman dan antar tegakan diduga akibat adanya perbedaan tanah pada masing-masing tegakan dan juga pada masing-masing kelas kedalaman tanah yang diamati.

Logam Pb merupakan salah satu unsur yang tidak dibutuhkan oleh tanaman, sehingga akan menjadi racun apabila tanaman menyerap logam tersebut. Menurut Widaningrum (2007) kandungan logam Pb tersedia bagi tanaman akan meningkat jika kondisi kesuburan tanahnya buruk dan kandungan bahan organik di dalam tanah rendah. Dalam kondisi tanah yang kurang baik, logam berat Pb akan terlepas dari ikatan tanah berupa ion yang bergerak bebas pada larutan tanah. Jika logam lain tidak mampu menghambat keberadaannya, maka akan terjadi serapan Pb oleh akar tanaman.

Besi merupakan salah satu unsur mikro yang dibutuhkan tanaman dalam proses pertumbuhannya. Pada umumnya besi cukup tersedia di dalam tanah sehingga kelebihan akan unsur ini menjadi salah satu masalah yang umum dijumpai pada lahan-lahan kritis. Batas aman kandungan logam Fe tersedia di dalam tanah bagi tanaman berada dalam kisaran 2,5–4.5 ppm (Balai Penelitian Tanah 2005), jika lebih dari kisaran tersebut maka besi di dalam tanah akan berubah menjadi racun bagi tanaman, sedangkan jika kurang dari kisaran tersebut akan mengakibatkan kekurangan serapan Fe bagi tanaman.

Dari Tabel 5 di atas dapat dilihat bahwa kandungan Fe tersedia di dalam tanah bervariasi antar kelas kedalaman tanah dan antar tegakan. Pada tegakan sonobrit, kandungan Fe tersedia pada kedalaman 0–5 cm masuk dalam kategori tinggi, yaitu sebesar 7.4 ppm, sedangkan pada kedalaman 5–15 cm dan 15–30 cm masuk dalam kategori aman karena hanya terdapat sebesar 2.6 ppm dan 2.8 ppm. Pada tegakan pinus, kandungan Fe tersedia pada kedalaman 0–5 cm dan 5–15 cm masuk dalam kategori tinggi, yaitu masing-masing sebesar 9.9 ppm dan 4.7 ppm, sedangkan pada kedalaman 15–30 cm masih tergolong dalam kategori aman bagi tanaman, yaitu sebesar 3.2 ppm. Sementara kandungan Fe tersedia di dalam tanah pada tegakan kenari, semuanya masuk dalam kategori tinggi, yaitu sebesar 14.5 ppm pada kedalaman 0–5 cm, 10.2 ppm pada kedalaman 5–15 cm, dan 9.7 ppm pada kedalaman 15–30 cm.

Tingginya kandungan Fe pada beberapa contoh tanah yang diuji tersebut diduga karena adanya perubahan logam Fe tidak tersedia menjadi logam Fe yang tersedia bagi tanaman, baik logam Fe yang terkandung dalam lumpur tailing maupun *top soil*. Siregar dan Siringoringo (2002) melaporkan, bahwa kandungan logam Fe total yang ada dalam lumpur tailing yang dihasilkan oleh tambang emas UBPE Pongkor mencapai 21448 ppm. Tingginya kandungan logam Fe total pada lumpur tailing tersebut akan sangat berpotensi berubah menjadi Fe tersedia bagi tanaman apabila tanah berada dalam kondisi tidak baik. Sahrawat (2005) menyatakan bahwa, ketersediaan Fe bagi tanaman di dalam tanah dipengaruhi oleh adanya reaksi redoks Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} di dalam tanah. Laju reaksi redoks tersebut sangat dipengaruhi oleh pH tanah, kandungan bahan organik tanah, dan cara pengolahan tanahnya.

D. Kandungan Logam Pb dan Fe Pada Tanaman

Hasil analisis kandungan logam berat pada tanaman dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6 Kandungan logam Pb dan Fe dalam organ tanaman berumur 10 tahun.

Jenis	Bagian tanaman	Kandungan (ppm)	
		Pb	Fe
Sonobrit	Akar	8	4933
	Daun	7	2941
	Kulit batang	3	1471
Pinus	Akar	4	2955
	Daun	7	607
	Kulit batang	1	476
Kenari	Akar	13	1552
	Daun	3	403
	Kulit batang	4	2032

Tabel 6 di atas menunjukkan bahwa sonobrit, pinus, dan kenari yang dijadikan sebagai tanaman revegetasi pada model rehabilitasi tambang emas PT. Antam UBPE Pongkor tersebut telah menyerap logam Pb yang cukup tinggi dari dalam tanah. Logam Pb pada tanaman Sonobrit lebih banyak ditemukan pada bagian akar dan daun tanaman, yaitu sebesar 8 ppm dan 7 ppm, sedangkan pada bagian kulit batang hanya sebesar 3 ppm. Pada tanaman pinus, logam Pb banyak ditemukan pada bagian daun tanaman, yaitu sebesar 7 ppm dan pada bagian akar sebesar 4 ppm, sementara pada bagian kulit batang hanya terdapat sebesar 1 ppm. Pada tanaman kenari, logam Pb paling banyak ditemukan pada bagian akar, yaitu sebesar 13 ppm, sedangkan pada bagian daun dan kulit batang jauh lebih sedikit, yaitu sebesar 3 ppm dan 4 ppm.

Kandungan logam besi pada akar, batang, dan kulit batang tanaman sonobrit, pinus, dan kenari tergolong tinggi. Kandungan Fe dalam organ tanaman kering umumnya berkisar antara 10–1000 ppm (Munawar 2011). Pada Tabel 6 di atas, kandungan logam besi paling banyak ditemukan pada bagian akar tanaman sonobrit, yaitu sebesar 4933 ppm, sedangkan kandungan besi terkecil ada pada bagian kulit batang, yaitu sebesar 1471 ppm. Sama halnya dengan jenis pinus, besi lebih banyak terakumulasi pada bagian akar, yaitu sebesar 2955 ppm dan bagian tanaman yang paling sedikit mengandung besi adalah bagian kulit batang, yaitu sebesar 476 ppm. Sementara pada jenis kenari, bagian kulit batang justru bagian tanaman yang mengandung besi paling banyak, yaitu sebesar 2032 ppm.

Walaupun kandungan logam Fe dan Pb dalam tanaman cukup tinggi, namun pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa hal tersebut tidak menjadi penghambat pertumbuhan tanaman. Pada Gambar 5 terlihat bahwa tegakan sonobrit, pinus, dan kenari tumbuh normal. Hal ini terlihat dari bentuk daun, tajuk, dan batang pada masing-masing tegakan sama dengan tanaman yang tumbuh jika di tanam pada areal yang tidak terkontaminasi logam Pb dan Fe. Ketiga tegakan tersebut tumbuh normal dan tidak menunjukkan adanya tanda-tanda yang dapat dijadikan sebagai landasan untuk menyatakan bahwa tanaman tersebut mengalami gangguan pertumbuhan.



Gambar 5 Keragaan tanaman di lapangan. Ket: (a) Batang sonobrit; (b) Tegakan sonobrit; (c) Tegakan pinus; (d) Tegakan kenari.

Untuk melihat pertumbuhan tanaman Pinus, Sonobrit, dan Kenari yang ditanam pada model rehabilitasi lahan bekas tambang emas UBPE Pongkor tersebut dilakukan pengukuran diameter dan tinggi tanaman. Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7 Diameter dan tinggi rata-rata tanaman pinus, sonobrit, dan kenari berumur 10 tahun.

Jenis	D rata-rata (cm)	T rata-rata (m)
Sonobrit	15.59	14.00
Pinus	18.41	13.87
Kenari	16.02	11.35

Seperti terlihat pada Tabel 7, diameter rata-rata tanaman Sonobrit adalah sebesar 15.59 cm, Pinus sebesar 18.41 cm, dan Kenari sebesar 16.02 cm. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pertambahan diameter rata-rata pertahun untuk masing-masing tanaman tersebut adalah sebesar 1.559 cm/tahun pada tanaman Sonobrit; 1.841 cm/tahun pada tanaman Pinus; dan 16.02 cm/tahun pada tanaman Kenari. Melihat riap diameter di atas dapat dikatakan bahwa tanaman Sonobrit, Pinus, dan Kenari yang ditanam pada model rehabilitasi lahan bekas tambang emas PT. Antam UBPE Pongkor termasuk memiliki pertumbuhan yang normal. Secara umum riap diameter pohon yang sering digunakan adalah berkisar antara 1–2 cm/tahun. Riap diameter dan tinggi tanaman Pinus berumur 4 tahun yang ditanam di

daerah Jawa Barat adalah sebesar 1.9 cm/tahun dan 14.25 m/tahun (Harmoko 2004).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa upaya reklamasi lahan bekas tambang yang dilakukan oleh PT. Antam UBPE pongkor telah mengalami perbaikan kualitas tanah setelah 10 tahun penanaman sonobrit, pinus, dan kenari. Kondisi tanah pada kedalaman 0–5 cm lebih baik dari pada kedalaman 5–15 cm dan 15–30 cm membuktikan adanya peningkatan kualitas kimia dan kesuburan tanah. Kandungan bahan organik tanah pada kedalaman 0–5 cm mencapai 2.08% pada tegakan sonobrit, pada tegakan pinus sebesar 1.04%, dan pada tegakan kenari sebesar 0.95%. Serapan Pb tertinggi oleh sonobrit pada tanah tailing mencapai 8 ppm pada bagian akar, pinus mencapai 7 ppm pada bagian daun, dan kenari mencapai 13 ppm pada bagian akar. Serapan Fe tertinggi oleh sonobrit pada tanah tailing mencapai 4933 ppm pada bagian akar, pinus mencapai 2955 ppm pada akar, kenari mencapai 2032 ppm pada bagian kulit batang. Tanaman sonobrit, pinus, dan kenari mampu tumbuh baik pada lumpur tailing.

SARAN

Tanaman sonobrit dan kenari lebih disarankan dijadikan sebagai tanaman revegetasi pada areal bekas

penimbunan lumpur tailing penambangan emas karena mampu menyerap logam Pb dan Fe yang lebih banyak dibandingkan tanaman sonobrit. Perlu dilakukan pengamatan pada tahun-tahun berikutnya untuk mengetahui perkembangan tanah pada model reklamasi bekas tambang emas PT. Antam UBPE Pongkor di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway BJ. 1994. *Heavy Metals in Soils* Ed ke-2. London (GB): Blackie Academic.
- [Balit Tanah] Balai Penelitian Tanah. 2005. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor (ID): Balai Penelitian Tanah.
- [Balit Tanah] Balai Penelitian Tanah. 2006. *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Kurnia U, Agus F, Adimihardja A, Dariah A, editor Bogor (ID): Balai Penelitian Tanah.
- Harmoko AD. 2004. *Inventarisasi hasil-hasil penelitian tentang pertumbuhan pohon dan pengaturiran hasil hutan di Indonesia [skripsi]*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Munawar A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor (ID): IPB Pr.
- Notohadiprawiro. 1999. *Tanah dan Lingkungan*. Jakarta (ID): Depdikbud.
- Sahrawat KL. 2005. *Fertility and organic matter in submerged soils*. *Current Science* 88(5):735-739.
- Siregar CA, Siringoringo HH. 2002. Perbaikan sifat kimia lumpur tailing pada penambangan emas pongkor sebagai media tanam melalui aplikasi pupuk organik, arang aktif, ektomikoriza dan endomikoriza untuk menunjang pertumbuhan beberapa tanaman indikator. Di dalam: Siregar CA Siringoringo HH, editor. *Perbaikan Sifat Fisik Kimia Lumpur Tailing dan Justifikasi Tingkat Keamanan Lumpur Tailing di UBPE Pongkor*. Bogor: Pustlitbang Kehutanan. hlm 1-74.
- Taberima S. 2009. *Perkembangan tanah dari tailing di Mod.ADA PTFI: Aspek reklamasi dan suksesi alami [disertasi]*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Widyaningrum, Miskiyah, Susismono. 2007. *Bahaya kontaminasi logam berat dalam sayuran dan alternatif pencegahan cemarannya*. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*. 3:16-27.