

**MANAJEMEN BAHAN ORGANIK UNTUK REKLAMASI LAHAN:
ANALISIS HUBUNGAN ANTARA SIFAT KIMIA TANAH DAN
PERTUMBUHAN POHON DI LAHAN TIMBUNAN BEKAS
TAMBANG BATUBARA PT BUKIT ASAM (PERSERO), Tbk.**

**Management of Organic Matter for Land Reclamation: Analysis of
Relationship between Soil Chemical Properties and Growth of Trees on
Post-Coal Mining Land of PT Bukit Asam (Persero), Tbk.**

Liesna Amelia, Didik Suprayogo*

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No. 1, Malang 65145

*penulis korespondensi: suprayogo@ub.ac.id

Abstract

Reclamation of ex-mining land is important in restoring environmental conditions approaching the original soil conditions before mining. The aim of this study was to observe the effect of organic matters and organic matter placement on soil fertility in an effort to improve growth of Merbau (*Intsia spp.* (*I. bijuga*, *I. palembanica*)) and Sengon Buto (*Enterolobium cyclocarpum*) trees. The study was conducted on a former mining land area of PT. Bukit Asam, South Sumatra. The experimental design used in this study was factorial randomized block design with organic matter factors and organic matter placement. Parameters used for evaluating soil fertility were pH, Al-dd, H-dd, C-organic, total-N, available-P, potential P and K. Parameters of tree growth measured were height, diameter, number of leaves and number of branches and roots. The results showed that organic matter had significant effect on soil fertility and could increase the rate of tree growth and root development. The use of oil palm empty fruit bunch compost significantly increased soil fertility. Results of this study explained the positive relationship between soil fertility with the growth of young trees.

Keywords: *Enterolobium cyclocarpum*, *Intsia spp.* (*I. bijuga*, *I. palembanica*), *organic matter*, *reclamation*

Pendahuluan

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. (selanjutnya disebut PTBA) merupakan perusahaan yang mengelola tambang batubara yang terletak di Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Kegiatan penambangan batubara ini dilakukan dengan menerapkan teknik penambangan terbuka (*open pit mining*) yaitu pembukaan dan pengupasan hutan serta penggalian tanah untuk mengambil kandungan batubara yang terdapat di dalamnya. Namun, adanya penambangan dapat berdampak negatif terhadap lingkungan hidup di sekitar wilayah penambangan batubara, seperti gangguan kesehatan manusia, perubahan bentang alam, penurunan estetika lingkungan, habitat hidup flora dan fauna

menjadi rusak serta penurunan kualitas tanah. Faktor-faktor pembatas yang terdapat di lahan bekas tambang batubara menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan perakaran pohon tidak optimal. Penerapan revegetasi yang selama ini dilakukan PTBA menggunakan pupuk bokashi untuk membantu percepatan pertumbuhan pohon, karena bahan utama membuat bokashi mudah didapatkan di wilayah Tanjung Enim dan sekitarnya. Walau demikian, penggunaan bokashi belum bisa dijadikan bukti bahwa penggunaannya adalah cara terbaik dalam membudidayakan pohon. Maka dari itu, dilakukan pengkajian lebih luas dan mengembangkan lagi tentang penggunaan pupuk dalam proses pembibitan dan pelestarian tanaman yang akan digunakan

dalam kegiatan reklamasi. Penggunaan kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas tanah dan meningkatkan laju pertumbuhan tanaman. Sembiring dan Simon (2008) mengemukakan bahwa lahan bekas penambangan secara nyata memperlihatkan kondisi tanah yang mengalami pemadatan dan kerusakan struktur tanah, sehingga panjang akar (Lrv) tanaman pokok tidak berkembang secara optimal. Strategi yang perlu diterapkan untuk perbaikan sifat tanah (sifat kimia dan biologi), antara lain pemberian *top soil* dan pemberian bahan organik serta penanaman tanaman yang mudah tumbuh atau tanaman lokal (Rahmawaty 2002). Dalam penelitian ini, bahan organik yang menjadi alternatif untuk memperbaiki sifat-sifat tanah adalah bokashi dan kompos. Pohon yang ditanam sebagai indikator dalam penelitian adalah pohon Sengon Buto (*Enterolobium Cyclocarpum*) dan Merbau (*Intsia spp. (I. bijuga, I. palembanica)*). Sengon Buto merupakan salah satu jenis pohon cepat tumbuh serta menjadi stater awal suksesi hutan secara alami di PTBA. Sedangkan, pohon Merbau merupakan tanaman lokal dan memiliki nilai konservasi yang tinggi, sehingga sangat penting untuk dilakukan upaya perbanyakannya. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bahan organik terhadap kesuburan tanah, perbaikan perkembangan perakaran (Lrv dan Drv) dan pertumbuhan pohon di lahan timbunan bekas tambang batubara.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2016 sampai April 2017 di lahan timbunan bekas tambang batubara Agroforestri Tupak milik PTBA. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (1) bibit pohon Sengon Buto dan Merbau yang berumur 3 bulan. (2) tanah lapisan atas (B3) yang diambil dari hutan (kedalaman 0-20 cm) sebagai perlakuan bahan organik. (3) bahan organik berupa bokashi (B1) dan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (B2). Perlakuan yang diuji coba dalam penelitian ini adalah bahan organik (*topsoil*, bokashi, TKKS) dan perlakuan peletakkan (di atas permukaan lahan (T1) dan

di dalam luban tanam (T2)) sehingga didapatkan kombinasi perlakuan B1T1, B1T2, B2T1, B2T2, B3T1, B3T2. Satu perlakuan kontrol (B0T0) juga disertakan di dalam rancangan penelitian. Tujuh perlakuan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan tiga ulangan. Setiap petak perlakuan ditanami pohon sampai berumur 90 hari. Pengambilan sampel tanah dilakukan 2 minggu setelah penanaman pohon, dengan parameter yang diamati yaitu kesuburan tanah (pH, Al-dd, H-dd, C-organik, N-total, P-tersedia, P dan K potensial). Total panjang akar (Lrv) dan berat kering akar (Drv) yang dilakukan setelah pohon berumur 90 hari, serta pengamatan pertumbuhan pohon (tinggi, diameter, jumlah cabang, jumlah daun) yang dilakukan setiap dua minggu hingga pohon berumur 90 hari. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), untuk mengetahui pengaruh jenis bahan organik dan peletakkan terhadap kesuburan tanah dan pertumbuhan pohon menggunakan uji F taraf 5%, apabila terdapat pengaruh antar perlakuan maka akan dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5%. Kemudian untuk mengetahui keeratan hubungan antar parameter dilanjutkan dengan uji regresi dengan menggunakan "Genstat 12".

Hasil dan Pembahasan

Efektivitas penambahan bahan organik terhadap perbaikan kesuburan tanah

pH, Al-dd dan H-dd

Perlakuan kompos TKKS memiliki rerata pH tertinggi dari semua perlakuan yaitu sebesar 6,8 (pH H₂O) dan 6,4 (pH KCl) di pohon Merbau, sedangkan 6,5 (pH H₂O) dan 6,1 (pH KCl) di pohon Sengon. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian bahan organik memberikan pengaruh nyata terhadap pH tanah di pohon Merbau maupun pohon Sengon (Tabel 1 dan Tabel 2), sedangkan faktor peletakkan tidak memberikan pengaruh nyata antar kedua parameter. Hasil analisis tersebut merupakan parameter yang paling jelas mengindikasikan adanya peningkatan kualitas sifat kimia tanah di blok pohon Merbau maupun Sengon. Kriteria penilaian sifat kimia tanah (2009) menggolongkan kandungan pH

dalam kategori netral. Begitu pula pemberian kompos TKKS mampu menurunkan kandungan Al-dd menjadi 0,18 me 100g⁻¹ dan menurunkan H-dd di dalam tanah menjadi 0.45 me 100g⁻¹ di tanah pohon Merbau (Tabel 1). Sedangkan pohon Sengon pemberian kompos TKKS menurunkan Al-dd menjadi 0.03 me

100g⁻¹ dan H-dd di dalam tanah menjadi 0.43 me 100g⁻¹ (Tabel 2). Berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2012), kejenuhan aluminium (Al-dd) <0,5 tergolong sangat rendah dan untuk kejenuhan hidrogen (H-dd) <1 tergolong rendah.

Tabel 1. Hasil uji penambahan bahan organik terhadap pH, Al-dd dan H-dd pada pohon Merbau

No	Bahan Organik	pH				Al-dd		H-dd	
		H ₂ O		KCl		(me 100g ⁻¹)		(me 100g ⁻¹)	
1	Kontrol	3,2	A	3,1	a	6,21	a	3,79	a
2	Bokashi	5,8	B	5,3	b	0,80	c	0,78	b
3	Kompos TKKS	6,8	C	6,4	c	0,18	d	0,45	c
4	<i>Topsoil</i>	5,7	C	5,1	b	1,77	b	0,80	b
		**		**		**		**	

Keterangan: Huruf yang sama yang mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Duncan 5%; (**) sangat berpengaruh nyata

Tabel 2. Hasil uji penambahan bahan organik terhadap pH, Al-dd dan H-dd pada pohon Sengon

No	Bahan Organik	pH				Al-dd (me 100g ⁻¹)		H-dd (me 100g ⁻¹)	
		H ₂ O		KCl					
1	Kontrol	3,8	a	3,6	a	6,98	a	3,71	a
2	Bokashi	5,6	b	5,2	b	2,43	b	1,17	b
3	Kompos TKSS	6,5	c	6,1	c	0,03	d	0,43	c
4	<i>Topsoil</i>	5,7	b	5,3	b	1,44	c	0,44	c
		**		**		**		**	

Keterangan sama dengan Tabel 1.

Menurut Utomo (2016), kemasaman tanah berkorelasi dengan kelarutan aluminium, kondisi pH dibawah 5,4 aluminium dapat larut ke dalam larutan tanah. Sebaliknya, kelarutan aluminium menurun secara drastis dengan pH tanah meningkat di atas 5,4. Bahan organik yang sudah terdekomposisi dapat meningkatkan kapasitas tukar kation tanah. Sebagai dasar untuk meningkatkan kation basa sehingga secara relatif menurunkan kation asam terutama Al. selain itu, bahan organik membentuk ikatan yang kuat, yang dikenal sebagai khelat dengan Al. Proses pengendapan Al dengan ikatan bahan organik dapat mengurangi kelarutan aluminium dan kemasaman tanah (Utomo, 2016).

C-organik, N-total, rasio C/N

Hasil analisis tanah pengaruh dari pemberian bahan organik terhadap C-organik, N-total dan rasio C/N disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Berdasarkan analisis ragam perlakuan bahan organik maupun peletakkan memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan C-organik, N-total, dan rasio C/N di pohon Merbau dan Sengon. Nilai C-organik dan N-total pohon Merbau dan Sengon yang tertinggi terdapat di perlakuan kompos TKKS, sedangkan nilai rasio C/N terbaik di perlakuan *topsoil*. Pada pohon Merbau dan Sengon secara berturut-turut, analisis kesuburan tanah menunjukkan kandungan C-organik 4,96% dan 4,41% (tinggi), N-total 0,49% dan 0,27% (sedang), serta rasio C/N 11,89 dan 13,12 (ideal).

Kategori tinggi, sedang, ideal pada hasil kesuburan tanah berdasarkan nilai baku unsur hara atau sifat kimia tanah menurut Pusat Penelitian Tanah (2012). Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan peletakkan di dalam lubang tanam merupakan perlakuan yang terbaik. Yulnafatmawita *et al.* (2011)

menyatakan pemberian bahan organik disekitar lubang tanam akan meningkatkan daya jerap koloid mineral di dalam tanah dan mempercepat pelapukan bahan organik diikat dalam bentuk organik atau dalam tubuh mikroorganisme, sehingga terhindar dari pencucian saat terjadinya hari hujan.

Tabel 3. Hasil uji penambahan bahan organik terhadap kandungan C-organik, N-total, dan rasio C/N pada pohon Merbau

No	Bahan Organik	C-organik (%)		N-total (%)		Rasio C/N	
1	Kontrol	1,07	a	0,05	a	22,41	a
2	Bokashi	3,14	c	0,17	ab	16,83	b
3	Kompos TKKS	4,96	d	0,49	c	14,37	c
4	<i>Topsoil</i>	2,65	b	0,23	b	11,89	d
		**		**		**	

Keterangan: sama dengan Tabel 1.

Tabel 4. Hasil uji penambahan bahan organik terhadap kandungan C-organik, N-total, dan rasio C/N pada pohon Sengon

No	Bahan Organik	C-organik (%)		N-total (%)		Rasio C/N	
1	Kontrol	1,19	a	0,06	a	35,78	a
2	Bokashi	3,48	b	0,19	b	16,02	b
3	Kompos TKKS	4,41	c	0,27	d	15,69	b
4	<i>Topsoil</i>	3,20	b	0,23	c	13,12	c
		**		**		**	

Keterangan: sama dengan Tabel 1.

P-tersedia, P dan K potensial

Kandungan P-tersedia, P dan K potensial di berbagai perlakuan bahan organik menunjukkan pengaruh sangat nyata, untuk faktor peletakkan memberikan pengaruh nyata dengan perlakuan terbaik pemberian bahan organik di dalam lubang tanam. Hasil analisis tanah pengaruh dari pemberian bahan organik terhadap P-tersedia, P dan K potensial disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6. Nilai P-tersedia dan P-potensial pohon Merbau yang tertinggi terdapat di perlakuan kompos TKKS, sedangkan nilai K-potensial tertinggi di perlakuan *topsoil*. Analisis kesuburan tanah menunjukkan kandungan P-tersedia 56.94 ppm (tinggi), P-potensial 76,48 mg 100g⁻¹ (sangat tinggi), dan K-potensial 87,03 mg 100g⁻¹ (tinggi). Berbeda dengan analisis tanah pohon Sengon menunjukkan peningkatan sifat kimia tanah semua parameter yang terbaik terdapat di perlakuan kompos TKKS. Dibuktikan

dengan meningkatkan nilai P-tersedia 38.21 ppm (tinggi), P-potensial 59,28 mg 100g⁻¹ (tinggi), dan K-potensial 79,62 mg 100g⁻¹ (tinggi). Kategori sangat tinggi dan tinggi pada hasil kesuburan tanah berdasarkan nilai baku unsur hara atau sifat kimia tanah menurut Pusat Penelitian Tanah (2010). Nilai P-tersedia di dalam tanah lebih kecil dibandingkan dengan nilai P-potensial, (Bakar *et al.* 2010) menjelaskan tanaman dapat mengabsorpsi fosfat dalam bentuk P-organik seperti asam nukleat yang berasal dari dekomposisi bahan organik dan dapat langsung digunakan oleh tanaman. Tetapi karena tidak stabil adanya aktivitas mikroorganisme di dalam tanah, maka peranan mereka sebagai sumber fosfat bagi tanaman di lapangan menjadi kecil. Sedangkan, besar kecilnya kandungan kalium di dalam tanah dikarenakan unsur hara kalium di tanah terbentuk lebih stabil dari unsur hara nitrogen, dan lebih cepat *mobile* dari unsur hara fosfor sehingga mudah berpindah terbawa air hujan

dan temperatur dapat mempercepat pelepasan dan pelapukan mineral dalam pencucian kalium. Kandungan kalium yang tersedia di

dalam tanah dapat berkurang dikarenakan diserap oleh tanaman (Yuwono *et al.* 2012).

Tabel 5. Hasil uji penambahan bahan organik terhadap P-potensial, P-tersedia dan K-potensial pada pohon Merbau

No	Bahan Organik	Kadar P			K-potensial (mg 100g ⁻¹)		
		Potensial (mg 100g ⁻¹)	Tersedia (ppm)				
1	Kontrol	22,39	a	2,88	a	32,06	a
2	Bokashi	66,46	b	31,12	b	79,82	b
3	Kompos TKKS	76,48	c	56,94	d	85,52	b
4	<i>Topsoil</i>	67,45	b	19,43	c	87,03	b
		**		**		**	

Keterangan: sama dengan Tabel 1.

Tabel 6. Hasil uji penambahan bahan organik terhadap P-potensial, P-tersedia dan K-potensial pohon Sengon

No	Bahan Organik	Kadar P			K-potensial (mg 100g ⁻¹)		
		Potensial (mg 100g ⁻¹)	Tersedia (ppm)				
1	Kontrol	27,99	a	1,62	a	35,53	a
2	Bokashi	39,45	c	18,85	b	64,09	c
3	Kompos TKKS	59,28	d	38,52	d	79,62	d
4	<i>Topsoil</i>	33,43	b	13,44	b	51,77	b
		**		**		**	

Keterangan: sama dengan Tabel 1.

Efektivitas penambahan bahan organik terhadap perbaikan perkembangan perakaran

Total panjang akar (L_{rv})

Hasil pengamatan dilapangan, akar Sengon di lapangan berwarna coklat keputihan dan berbau seperti jengkol. Sedangkan perakaran tanaman Merbau memiliki tekstur agak kasar dan berwarna coklat kehitaman. Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa secara umum sebaran panjang akar pohon muda menurun seiring dengan meningkatnya kedalaman tanah (Tabel 7), kecuali pada perlakuan B2T2, akar semakin meningkat pada kedalaman 20-40 cm, dengan nilai L_{rv} tertinggi pohon Merbau dan Sengon diperoleh pada lapisan atas 0-20 cm sebesar 0,13 cm cm⁻³ dan pada lapisan 20-40 cm sebesar 0,14 cm cm⁻³. Perbedaan peletakan mempengaruhi nilai L_{rv}

pada dua kedalaman, dengan peletakan bahan organik diatas permukaan lahan akan meningkatkan panjang akar pada tanah lapisan atas saja karena bahan organik banyak tersebar dibagian atas sehingga mempengaruhi struktur tanah dan perkembangan perakaran pada lapisan atas, sedangkan pada kedalaman 20-40 cm panjang akar dipengaruhi oleh bahan organik yang ada di dalam tanah yang mampu memperbaiki struktur tanah yang menjadikan tanah semakin gembur, sehingga penggunaan bahan organik akan lebih efektif dan mengoptimalkan perkembangan perakaran sampai pada kedalaman 40 cm. Peningkatan perkembangan akar yang paling baik yaitu pada perlakuan kompos TKKS, dibuktikan dengan peningkatan 14% pada pohon Merbau dan 64% pada pohon Sengon. Namun, pada perlakuan B3T2 pohon Merbau mengalami penurunan sebesar 3%. Berdasarkan penelitian (Sika, 2012) pemberian *topsoil* justru

menghasilkan total panjang akar yang lebih rendah dibandingkan kontrol diduga *topsoil* mempengaruhi struktur tanah menjadi lebih kompak yang kemungkinan dapat menghambat pertumbuhan akar. Dari hasil pengamatan sebaran akar proximal, diketahui bahwa sebaran akar pohon di daerah ini sebagian besar menyebar horizontal. Hal tersebut diindikasikan karena kepadatan tanah yang

tinggi, sejalan dengan Goldsmith *et al.* dalam Gray (2002), membuktikan bahwa faktor penghambat jumlah akar adalah kepadatan tanah di lapisan bawah yang tinggi. Kepadatan tanah membatasi pertumbuhan akar, mengurangi panjang semua akar atau hanya pada akar primer dan mencegah penetrasi akar pada tanah

Tabel 7. Total panjang akar (Lrv) Merbau dan Sengon pada kedalaman 20 dan 40 cm

Perlakuan	Total Panjang Akar (Lrv) (cm cm ⁻³)			
	Kedalaman 20 cm		Kedalaman 40 cm	
	Merbau	Sengon	Merbau	Sengon
K	0,12	0,08	0,10	0,07
B1T1	0,12	0,11	0,12	0,08
B1T2	0,12	0,12	0,13	0,12
B2T1	0,13	0,13	0,11	0,11
B2T2	0,13	0,11	0,14	0,14
B3T1	0,12	0,09	0,11	0,09
B3T2	0,11	0,11	0,12	0,10

Keterangan: K=kontrol; B1T1=Bokashi dipermukaan lahan; B1T2=Bokashi di lubang tanam; B2T1=Kompos TKKS dipermukaan lahan; B2T2=Kompos TKKS di lubang tanam; B3T1=*Topsoil* dipermukaan lahan; B3T2= *Topsoil* di lubang tanam.

Berat kering total (Drv)

Hasil penetapan Drv disajikan pada Tabel 8. Berat kering akar volume⁻¹ terbesar terdapat pada perlakuan kompos TKKS (B1T2) sebesar 0,0024 g cm⁻³ pada pohon Merbau dikedalaman tanah lapisan atas 0-20 cm. Sedangkan pada pohon Sengon dengan nilai Drv 0.0041 g cm⁻³ (B2T2) terdapat dikedalaman 20-40 cm. Semakin besar nilai Drv menunjukkan semakin besar kemampuan akar tersebut dalam menyerap hara dan ketersediaan air di dalam

tanah. Drv akar semakin meningkat dengan adanya penambahan bahan organik seperti yang disajikan dalam (Tabel 8). Menurut Firdaus *et al.* (2013), berat kering merupakan indikator yang menunjukkan baik tidaknya pertumbuhan suatu tanaman. Semakin besar biomassa suatu tanaman, maka kandungan hara dalam tanah yang diserap oleh tanaman juga besar karena berat kering akar merupakan akumulasi fotosintat yang berada di akar.

Tabel 8. Berat kering akar (Drv) Merbau dan Sengon pada kedalaman 20 cm dan 40 cm

Perlakuan	Berat Kerin g Akar (Drv) (g cm ⁻³)			
	Kedalaman 20 cm		Kedalaman 40 cm	
	Merbau	Sengon	Merbau	Sengon
K	0,0006	0,0006	0,0005	0,0004
B1T1	0,0017	0,0016	0,0014	0,0011
B1T2	0,0024	0,0016	0,0015	0,0016
B2T1	0,0013	0,0016	0,0010	0,0023
B2T2	0,0023	0,0024	0,0021	0,0041
B3T1	0,0011	0,0008	0,0008	0,0011
B3T2	0,0010	0,0008	0,0010	0,0010

Kode perlakuan sama dengan Tabel 7.

Ukuran akar spesifik (Specrol)

'Specrol' (*Specific Root Length*) secara tidak langsung dapat menggambarkan karakteristik akar tanaman dengan jalan menghitung nisbah nilai Lrv dan Drv dengan satuan cm g^{-1} . Dari hasil perhitungan diketahui bahwa perlakuan menggunakan kompos TKKS, bokashi, dan *topsoil* memiliki 'specrol' lebih rendah dari pada pohon tanpa perlakuan (B0T0) dilihat pada Tabel 9. 'Specrol' akar semakin meningkat

dengan meningkatnya kedalaman tanah. Nilai *specrol* terkecil pada pohon Merbau terdapat dikedalaman 0-20 cm perlakuan B1T2 dengan nilai *specrol* sebesar $50,20 \text{ cm g}^{-1}$, pada pohon Sengon terdapat dikedalaman 20-40 cm, dengan nilai $32,85 \text{ cm g}^{-1}$ (B2T2). Perlakuan kontrol memiliki nilai *specrol* yang tinggi pada kedalaman 0-20 cm maupun kedalaman 20-40 cm.

Tabel 9. Specrol akar Merbau dan Sengon pada kedalaman 20 dan 40 cm

Perlakuan	Specrol (cm g^{-1})			
	Kedalaman 20 cm		Kedalaman 40 cm	
	Merbau	Sengon	Merbau	Sengon
K	209,59	124,36	190,03	154,98
B1T1	76,23	67,29	85,79	75,43
B1T2	50,20	73,75	83,75	80,25
B2T1	104,07	82,45	115,78	48,54
B2T2	58,30	46,42	65,64	32,85
B3T1	112,00	105,35	140,91	84,30
B3T2	110,52	141,16	124,74	116,18

Kode perlakuan sama dengan Tabel 7.

Semakin tinggi nilai *specrol* pada perlakuan kontrol dan lapisan bawah menunjukkan semakin kecil diameter akar, artinya akar semakin halus, hal ini dapat terjadi karena percabangan akar di lapisan bawah terhambat. Hal ini dimungkinkan karena adanya pemadatan di lapisan bawah. Meningkatnya kepadatan tanah berarti jumlah pori makro tanah berkurang, dan hingga tingkat kepadatan tertentu biasanya diikuti oleh mengecilnya diameter akar tanaman agar dapat menembus pori tanah (Russel, 1997), tetapi tidak diikuti oleh peningkatan Drv sehingga nilai *specrol* menjadi lebih tinggi.

Efektivitas penambahan bahan organik terhadap pertumbuhan pohon muda

Tinggi tanaman

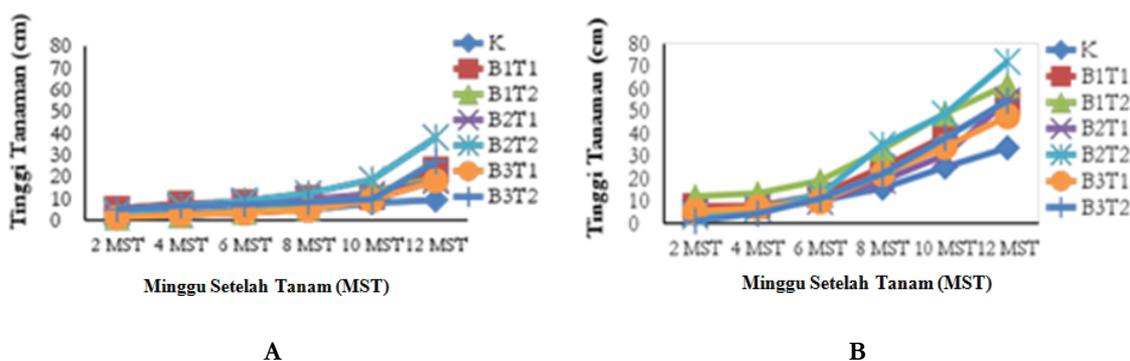
Berdasarkan analisis ragam pengamatan tinggi pohon Merbau menunjukkan komposisi bahan organik dan perbedaan peletakkan memberikan pengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman 2 MST sampai 10 MST, namun pada pengamatan 12 MST perlakuan bahan organik maupun peletakkan memberikan pengaruh nyata

terhadap pertumbuhan tinggi pohon Merbau (Gambar 1.a), perlakuan terbaik meningkatkan tinggi Merbau yaitu pada perlakuan kompos TKKS dalam lubang tanam (B2T2) dengan penambahan tinggi hingga pada 12 MST sebesar 38.07 cm, jika dibandingkan dengan kontrol dengan penambahan tinggi 9,33 cm. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Esra *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa dengan perlakuan pemupukan dapat berpengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi pohon Merbau sebesar 35,15 cm saat Merbau masuk dalam fase vegetatif 5-12 bulan, pertumbuhan tanaman tersebut sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara dalam tanah.

Perbedaan ditunjukkan pada pertumbuhan pohon Sengon (Gambar 1.b). Berdasarkan analisis ragam pengamatan tinggi pohon sengon pada minggu ke-12 pemberian bahan organik memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi pohon, namun memberikan pengaruh tidak nyata pada minggu ke-2 sampai minggu ke-10. Pertambahan tinggi pohon Sengon yang tertinggi terdapat pada perlakuan B2T2 sebesar 72 cm, dengan yang

terendah terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 33.67 cm hingga 12 MST. Menurut Muswita *et al.* (2008) dalam penelitiannya mengenai pengaruh pupuk kompos terhadap pertumbuhan Sengon, menyatakan tinggi pohon yang tertinggi yaitu pada perlakuan

kompos yaitu 53.64 cm. Hal ini sesuai dengan pendapat Setyamidjaja (1986) yang menyatakan kompos mengandung unsur hara karbon, nitrogen, fosfor dan kalium sebagai unsur hara utama didalam tanah yang dapat membantu pertumbuhan dalam fase vegetatif.



Gambar 1. Hasil pengamatan tinggi pohon dari minggu ke-2 sampai minggu ke-12 setelah tanam:

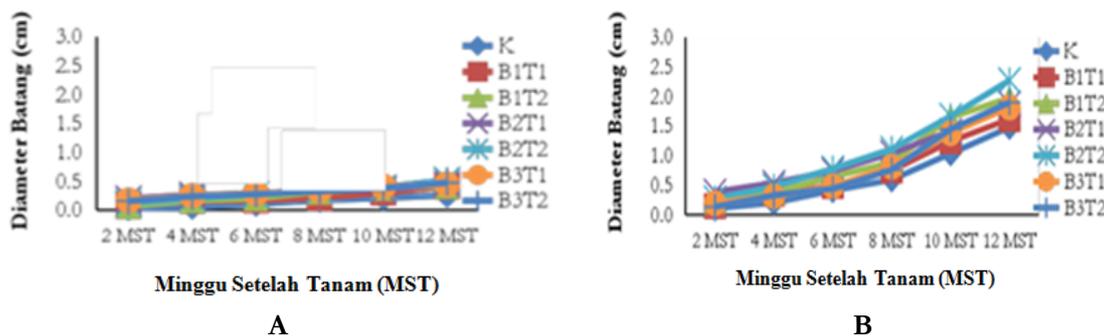
(a) Merbau, (b) Sengon Buto.

Keterangan: K=kontrol; B1T1=Bokashi dipermukaan lahan; B1T2=Bokashi di lubang tanam; B2T1=Kompos TKKS dipermukaan lahan; B2T2=Kompos TKKS di lubang tanam; B3T1=Topsoil dipermukaan lahan; B3T2= Topsoil di lubang tanam

Diameter batang

Pemberian bahan organik memberikan pengaruh yang nyata pada pengamatan diameter pohon Merbau 2-12 MST. Pada 8 MST dan 10 MST berpengaruh nyata antar perlakuan dan menunjukkan pengaruh yang sangat nyata pada 2 MST, 4 MST, 6 MST dan

12 MST. Diameter batang Merbau tertinggi terdapat pada perlakuan kompos di lubang tanam (B2T2) dan terendah pada perlakuan kontrol (Gambar 2.a). Perlakuan bahan organik menunjukkan bahwa adanya pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan diameter batang.



Gambar 2. Grafik hasil pengamatan diameter batang dari minggu ke-2 sampai minggu ke-12 setelah tanam: (a) Merbau, (b) Sengon Buto.

Kode perlakuan sama dengan Gambar 1.

Hasil analisis ragam pengamatan terhadap diameter batang Merbau, dapat diketahui rerata

pertambahan diameter batang yang paling tinggi hingga 12 MST dengan perlakuan bahan

organik kompos TKKS mampu meningkatkan pertambahan diameter batang Merbau (B2T2) sebesar 0.48 cm, dan terendah pada perlakuan kontrol sebesar 0.25 cm. Pertumbuhan diameter batang pada pohon Sengon ditunjukkan pada (Gambar 2.b). Hasil analisis ragam perlakuan jenis bahan organik secara tunggal berpengaruh nyata dalam meningkatkan diameter batang mulai dari 2 MST sampai 8 MST dengan perlakuan terbaik yaitu kompos TKKS, dibuktikan mampu meningkatkan diameter Sengon sebesar 2,07 cm hingga 12 MST dibandingkan dengan kontrol (B0T0) sebesar 1.48 cm. Hal ini sejalan dengan (Abbasi *et al.*, 2012) bahwa dikombinasikannya tanah dengan kompos dapat meningkatkan mineralisasi N-organik dalam tanah dan melepaskan N dalam jumlah yang tinggi sehingga memicu pertumbuhan tanaman termasuk salah satunya tampak pada meningkatnya diameter batang.

Jumlah daun dan jumlah cabang

Berdasarkan hasil grafik linear sederhana pada jumlah daun dan jumlah cabang pohon Merbau, secara berturut-turut diperoleh nilai ($y = 0,39x + 28,04$) dan ($y = 0,10x - 0,8$) yang tertinggi terdapat pada perlakuan kompos TKKS, artinya terjadi peningkatan jumlah daun sebesar 0,39 minggu⁻¹ setelah tanam dan peningkatan jumlah cabang sebesar 0,10 minggu⁻¹ setelah tanam. Pada perlakuan kontrol, bokashi, dan *topsoil* dipermukaan lahan, hingga pada 12 MST, tidak memiliki cabang pada setiap tegakan pohon Merbau. Pada pohon Sengon, jumlah daun dan jumlah cabang menunjukkan nilai y yang tertinggi pada perlakuan kompos TKKS di dalam tanah (MB2T2). Jumlah daun diperoleh nilai ($y = 10,4x - 6,52$), artinya terjadi peningkatan sebesar 10 helai minggu⁻¹ setelah tanam. Begitu pula dengan peningkatan jumlah cabang dengan nilai ($y = 0,83x - 0,15$) artinya peningkatan jumlah cabang sebesar 0,83 minggu⁻¹ setelah tanam.

Pada pohon Merbau maupun pohon Sengon, jumlah daun dan jumlah cabang mengalami penurunan dikarenakan adanya daun dan cabang yang rontok, hal tersebut disebabkan kondisi lingkungan yang tidak mendukung seperti suhu dan paparan sinar matahari secara langsung sehingga menjadikan

daun kering hingga rontok. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wardiana dan Herman (2009), setiap jenis tanaman mempunyai toleransi yang berbeda-beda terhadap intensitas cahaya matahari. Ada tanaman yang tumbuh baik di tempat terbuka, sebaliknya ada beberapa tanaman yang dapat tumbuh dengan baik pada tempat yang ternaungi.

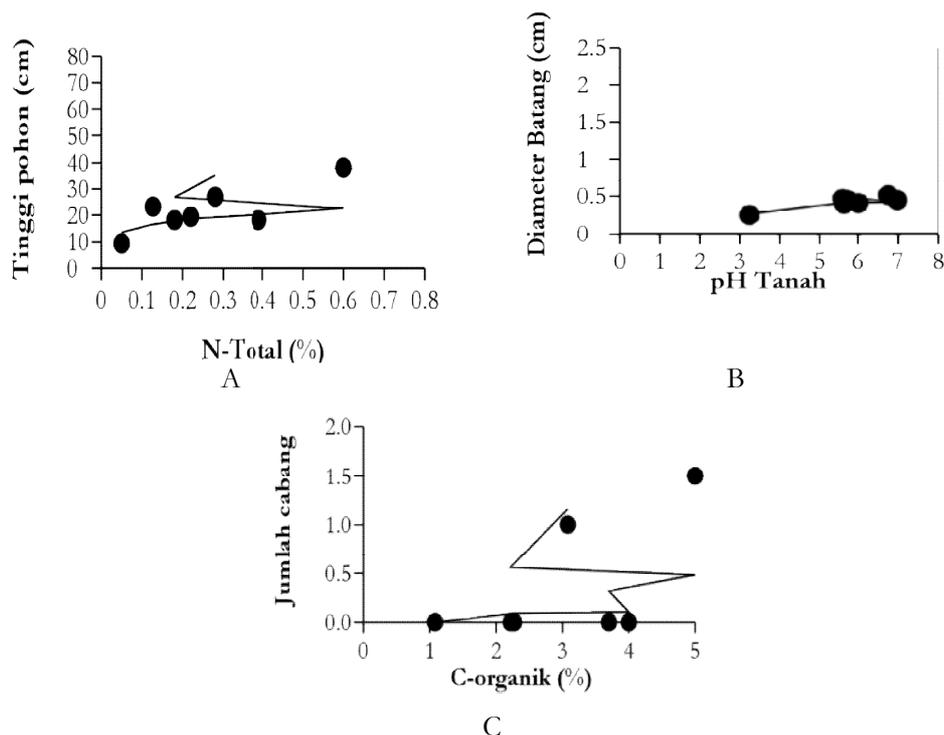
Hubungan kesuburan tanah dengan pertumbuhan pohon muda

Hubungan sifat kimia dengan pertumbuhan pohon Merbau

Pemberian bahan organik dalam upaya percepatan laju pertumbuhan pohon Merbau memberikan pengaruh pada peningkatan pertumbuhan pohon. Setelah dilakukan analisis ragam dan uji lanjut, dilakukan uji korelasi untuk melihat seberapa besar hubungan antar parameter. Dari keseluruhan parameter meliputi pH, Al-hdd, C-organik, N-total, rasio C/N, P-potensial, P-tersedia, K-potensial, serta parameter pertumbuhan pohon memiliki berbagai tingkat korelasi yang berbeda. Berdasarkan uji korelasi diketahui bahwa penambahan bahan organik sebagai aplikasi pupuk, mampu meningkatkan laju pertumbuhan pohon Merbau. Hasil uji korelasi yang memiliki korelasi kuat terhadap peningkatan tinggi pohon yaitu N-total dengan nilai korelasi sebesar 0,72, derajat kemasaman (pH) memiliki hubungan terhadap pertumbuhan diameter batang dengan nilai korelasi sebesar 0,75, pada parameter jumlah cabang memiliki hubungan terhadap C-organik ditunjukkan nilai korelasi kuat sebesar 0,61, sedangkan pada parameter jumlah daun tidak memiliki korelasi kuat terhadap analisis kimia tanah yang diujikan. Hal tersebut, diduga kesuburan tanah tidak memiliki pengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah daun, melainkan ada faktor lain yang dapat mempercepat laju peningkatan jumlah daun pada pohon Merbau. Mengetahui seberapa besar pengaruh masing-masing faktor dilakukan analisis regresi linear sederhana. Hasil analisis regresi menunjukkan apabila terjadi peningkatan N-total sebesar 1%, maka akan meningkatkan tinggi pohon Merbau sebesar 39,37 cm (Gambar 3.a). Hara N berfungsi sebagai penyusun protein, klorofil, asam amino dan banyak senyawa organik lainnya, nitrogen akan meningkatkan

pertumbuhan dan perkembangan akar sehingga tanaman mampu menyerap P lebih efektif dan selain itu, N juga merupakan penyusun utama enzim *phosphatase* yang terlibat dalam proses mineralisasi P di tanah (Homer, 2008). Hasil uji regresi linear pH dengan diameter batang memiliki nilai $R^2 = 0,80$, diketahui bahwa apabila terjadi peningkatan pH 1 derajat sampai

batas netral, maka diameter batang Merbau akan meningkat sebesar 0,062 cm (Gambar 3.b). Sedangkan uji regresi linear antara C-organik dan jumlah cabang diketahui nilai R^2 sebesar 0,49 (Gambar 3.c), artinya dengan peningkatan 1% C-organik di dalam tanah akan meningkatkan jumlah cabang 0,26 minggu⁻¹ setelah tanam.



Gambar 3. Hasil uji regresi pada pohon Merbau: (a) Hubungan N-total dengan tinggi pohon, (b) Hubungan pH dengan diameter batang, (c) Hubungan C-organik dengan jumlah cabang.

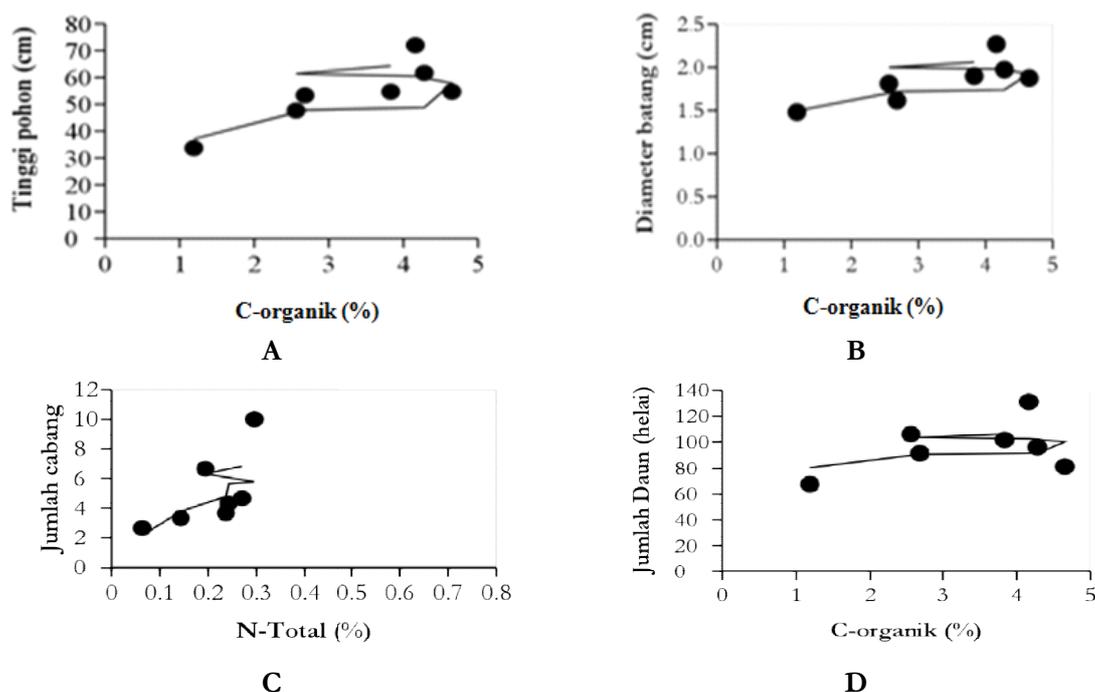
Hubungan sifat kimia dengan pertumbuhan pohon Sengon

Keeratan hubungan masing-masing parameter dengan pertumbuhan tanaman Sengon mempunyai tingkat korelasi yang berbeda. Hasil uji korelasi, dari semua parameter meliputi kandungan residu kimia memiliki keeratan hubungan yang lemah sampai kuat terhadap pertumbuhan laju pertumbuhan pohon Sengon. Berdasarkan uji korelasi diketahui bahwa penambahan bahan organik sebagai aplikasi pupuk, mampu meningkatkan laju pertumbuhan pohon Sengon. Hasil uji korelasi yang memiliki korelasi kuat terhadap peningkatan tinggi pohon dan diameter batang

yaitu C-organik dengan nilai korelasi berturut-turut sebesar 0,75 dan 0,67, N-total memiliki hubungan terhadap peningkatan jumlah cabang dengan nilai korelasi sebesar 0,60, sedangkan pada parameter peningkatan jumlah daun memiliki hubungan yang kuat dengan C-organik dengan ditandai nilai korelasi sebesar 0.60. Selanjutnya dilakukan uji regresi linear sederhana untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing faktor perlakuan. Hasil analisis regresi menunjukkan apabila terjadi peningkatan C-organik sebesar 1%, maka akan meningkatkan tinggi pohon Sengon sebesar 7,87 cm dan meningkatkan diameter batang 0,26 cm (Gambar 4.a dan Gambar 4.b). Berdasarkan hal tersebut, dapat diketahui

bahwa C-organik lebih besar memberikan pengaruh terhadap tingkat pertumbuhan tinggi pohon dibandingkan dengan diameter batang. Hasil uji regresi linear N-total dengan jumlah cabang memiliki nilai $R^2 = 0,41$, diketahui bahwa apabila terjadi peningkatan 1% N-total di dalam tanah maka akan meningkatkan

pertumbuhan jumlah cabang sebanyak 20,03 cabang (Gambar 4.c). Sedangkan uji regresi linear antara C-organik dan jumlah daun diketahui nilai R^2 sebesar 0,55 (Gambar 4.d), artinya dengan peningkatan 1% C-organik di dalam tanah akan meningkatkan jumlah daun sebanyak 23 helai minggu⁻¹ setelah tanam.



Gambar 4. Hasil uji regresi pada pohon Sengon: (a) Hubungan C-organik dengan tinggi pohon, (b) Hubungan C-organik dengan diameter batang, (c) Hubungan N-total dengan jumlah cabang, (d) Hubungan C-organik dengan jumlah daun

Kesimpulan

Penggunaan bahan organik (Topsoil, bokashi, dan kompos TKKS) mampu memperbaiki kesuburan tanah (pH, Al-dd, H-dd, C-organik, N-total, rasio C/N, P-tersedia, P dan K potensial) dan mampu meningkatkan perkembangan perakaran di lahan timbunan bekas tambang batubara di PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Selanjutnya, penggunaan bahan organik yang paling efektif dalam perbaikan lahan bekas tambang batubara yaitu pupuk kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Adanya hubungan positif antara kesuburan tanah dengan pertumbuhan pohon muda (Merbau dan Sengon).

Daftar Pustaka

- Abbasi, K.M., Afsar, N. and Rahim, N. 2012. Effect of wood ash and compost application on nitrogen transformations and availability in soil-plant systems. *Soil Science Society of America Journal* 11 (2) : 558-567.
- Bakar, R.A., Darus, S.Z., Kulaseharan, S. and Jamaluddin, N. 2010. Effects of ten year application of empty fruit bunches in an oil palm plantation on soil chemical properties. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 89:341-349.
- Esra, M., Riniarti, M. dan Duryat. 2016. Upaya perbaikan pertumbuhan merbau darat (*Intsia palembanica*) dengan naungan dan pemupukan. *Jurnal Sylva Lestari* 4 (1): 81-88.
- Firdaus, L.N., Wulandari, S. dan Mulyeni, G.D. 2013. Pertumbuhan akar tanaman karet pada

- tanah bekas tambang bauksit dengan aplikasi bahan organik. *Jurnal Biogenesis* 10(1): 53-63
- Gray, D.H. 2002. Optimizing soil compaction. http://forester.net/ecm_0209_optimizing.html. Diakses tanggal 5 Juli 2017.
- Muswita, P.M., Murni, P. dan Herliana, L. 2008. Pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan sengon. (*Albizia falcataria* (L.) Fosberg). *Biospecies* 1 (1): 15-18
- Rahmawaty. 2002. *Restorasi lahan bekas tambang berdasarkan kaidah ekologi*. Sumatera Utara (ID): USU Digital Library.
- Sembiring S. dan Simon. 2008. Sifat kimia dan fisik tanah pada areal bekas tambang batubara. *Info Hutan*. 5(2):123-134.
- Setyamidjaja, D. 1986. *Pupuk dan Pemupukan*. Jakarta: C.V Simplex.
- Sika, M. P. 2012. Effect of Compost on Chemistry, Nutrient Uptake and Fertilizer Mobility in Sandy Soil. (*Thesis*). University of Stellenbosch.
- Utomo, M. 2016. Ilmu Tanah; Dasar-dasar dan Pengelolaan. Edisi Pertama, Jakarta. p 251-252
- Wardiana, E.,M. Herman. 2009. Pengaruh naungan dan media tanam terhadap pertumbuhan bibit kemiri sunan (*Rentealis trisperma*) Airy Shaw. *Buletin RISTRI* 1 (4). Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. Pakuwon, Jawa Timur.
- Yulnafatmawita, Adrinal, dan Hakim, A.F. 2011. Pencucian Bahan Organik Tanah Pada Tiga Penggunaan Lahan Di Daerah Hutan Hujan Tropis Super Basah Pinang-pinang Gunung Gadut Padang. Universitas Andalas, Padang.
- Yuwono, M.B.N. dan Agustin, L. 2012. *Pertumbuhan dan Hasil Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) Pada Macam dan Dosis Pupuk Organik yang Berbeda Terhadap Pupuk Anorganik*. Kanisius. Yogyakarta.