

# RESPON PERTUMBUHAN *Acacia mangium* WILLD. TERHADAP PENAMBAHAN KAPUR DAN HSC (*HUMIC SUBSTANCES COMPLEX*) PADA LAHAN PASCA TAMBANG BATUBARA

*The Respons on Growth of Acacia mangium Willd. by Using Dolomit and HSC (Humic Substances Complex) on Ex Coal Mineland*

**Nuri Jelma Megawati, Basuki Wasis, dan Yadi Setiadi**

*Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan, IPB*

## ABSTRACT

*The success rate of revegetation on ex-coal mineland is low. It is caused by the characteristic of soil that can't support the plant growth. The objective of this research were to study the characteristic of soil in various type of A. mangium growth condition as well as the efforts for soil amandement with dolomit and Humic Substances Complex to improve soil condition and A. mangium growth on ex-coal mineland. Soil analysis was conducted in three condition of A. mangium growth. Those are normal, moderate and low. This research was conducted in the low growth of A. mangium with two factor (dolomit and Humic Substances Complex) and 16 repetition. Design research was Split Block Design. The Result showed that normal growth of A. mangium has been supported by physical, chemical and biological soil condition. The main factor of moderate and low growth of A. mangium were low pH and high Al soluble. Combination treatment dolomit and HSC have given significant influence on height of A. mangium on 3<sup>rd</sup> location. Dolomit treatment on A. mangium has given significant influence on height of A. mangium on all location. HSC treatment isn't yet significant influence on growing A. mangium.*

**Keywords :** *A. mangium, dolomit, ex-coal mineland, HSC, soil analysis*

## PENDAHULUAN

Kegiatan reklamasi dan revegetasi pada lahan pasca tambang yang wajib dilaksanakan oleh pemegang ijin usaha pertambangan (IUP) harus memenuhi standar keberhasilan reklamasi dan revegetasi menurut permenhut No 60 tahun 2009. PT Jorong Barutama Greston (JBG) merupakan salah satu perusahaan tambang batubara di Kalimantan Selatan yang telah melaksanakan kegiatan reklamasi dan revegetasi. Dari kegiatan pra evaluasi ditemukan kondisi pertumbuhan tanaman yang kekuningan, kerdil, dan kematian. Kondisi tersebut mempengaruhi persen daya hidup dan kesehatan tanaman yang merupakan parameter penting yang menentukan keberhasilan reklamasi dan revegetasi. Permasalahan utama yang sering muncul pada upaya revegetasi lahan pasca tambang ialah rendahnya kualitas sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pengkarakteristikan tanah dilakukan untuk mengetahui permasalahan utama yang menyebabkan status pertumbuhan tanaman menjadi normal, sedang, dan buruk.

Kondisi pH tanah yang rendah merupakan permasalahan utama yang sering dijumpai pada lahan pasca tambang batubara yang dapat menyebabkan peningkatan kelarutan dari logam Al yang berpotensi menjadi racun bagi tanaman (Setiadi 2012). Pengapuran adalah penambahan senyawa yang mengandung Ca dan atau Mg ke dalam tanah dan mampu mengurangi kemasaman tanah (Widjaja dan Adhi 1985). Selain

pengapuran, salah satu cara meminimalkan toksisitas unsur Al dan Fe yaitu dengan penggunaan HSC (Humic Substances Complex). Selain itu, HSC merupakan komponen yang sangat penting dari tanah yang dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia serta meningkatkan kesuburan tanah (IHSS 2007). Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian perbaikan lahan pasca tambang batubara menggunakan kapur dan HSC untuk meningkatkan pertumbuhan *A. mangium*.

Tujuan dari penelitian ini ialah mengkarakteristikan tanah pasca tambang pada lokasi kondisi pertumbuhan tanaman yang berbeda serta menguji pengaruh penambahan kapur dan HSC terhadap pertumbuhan *A. mangium* pada lahan pasca tambang batubara.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Agustus 2013 hingga Juni 2014. Penelitian dilaksanakan di lahan pasca tambang PT. Jorong Barutama Greston, Kalimantan Selatan. Sedangkan analisis tanah dilakukan di laboratorium tanah Universitas Lambung Mangkurat Kalimantan Selatan.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu meteran, bor tanah, plastik sampel, spidol permanen, alat tulis, sarung tangan, kamera, tallysheet, cangkul, pita label, timbangan, gembor, ember, garu untuk ripping, galah, dan kaliper. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bibit *A. mangium*, kapur, HSC, Bionature-50, kompos bio-organik, pupuk NPK, dan *rock phosphat*.

## Prosedur Penelitian

### Analisis tanah

Analisis tanah dilaksanakan pada lahan pasca tambang batubara PT JBG yang telah dilakukan penanaman. Lokasi pengambilan sampel tanah dilakukan pada lahan dengan tiga lokasi blok umur tanam yaitu 1 tahun, 2 tahun, dan 3 tahun. Pada masing-masing umur tanam tersebut, dipilih tiga plot dengan kondisi pertumbuhan tanaman yang berbeda yaitu plot kondisi pertumbuhan normal (keseluruhan tanaman tumbuh dengan normal dan sehat), plot kondisi pertumbuhan sedang (pertumbuhan tanaman dibawah rata-rata normal dan atau pertumbuhan tanaman kerdil), dan plot kondisi pertumbuhan buruk (pertumbuhan tanaman jauh dibawah rata-rata dan atau hampir keseluruhan tanaman mati).

Pada masing-masing lokasi kondisi pertumbuhan dilakukan pembagian menjadi 2 bagian berdasarkan kesamaan warna tanah. Pada masing-masing bagian dilakukan pengambilan sampel tanah dari hasil komposit tanah yang berasal dari lima sampling point pada dua kedalaman yaitu 0–30 cm dan 30–60 cm. Jumlah sampel tanah untuk setiap plot kondisi pertumbuhan yaitu 4 sampel. Jumlah sampel tanah keseluruhan yaitu 12 sampel tanah per lokasi umur tanam (36 sampel tanah untuk ketiga umur tanam).

Analisis tanah dilakukan untuk mengetahui kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah yang menjadi permasalahan utama yang umumnya ditemui pada pertambangan batubara. Parameter yang dianalisis ada 17 parameter yaitu pH ( $H_2O$ ), pH (KCl), C-Org, N, Total, P (Bray), P (HCl), Ca, Mg, K, Na, KTK, KB, Al, H, Hara mikro tersedia (Fe, Cu, Zn, Mn), Tekstur (Pasir, Debu, Liat) dan Pirit. Hasil analisis tanah digunakan untuk mengevaluasi kesuburan tanah dan mengidentifikasi kendala pertumbuhan tanaman. Data tanah yang diperoleh kemudian dianalisis dan dievaluasi dengan menggunakan standar kondisi lahan bermasalah (Setiadi 2012) dan kriteria kesuburan tanah (Landon 1984).

### Pertumbuhan *A. mangium*

Tiga penelitian dilaksanakan untuk mengetahui respon pertumbuhan *A. mangium* yang dilaksanakan di 3 plot kondisi pertumbuhan buruk yang terbagi atas:

- Penelitian pertama berada lokasi 1 di M1W in pit dump umur tanam 1 tahun.
- Penelitian kedua berada lokasi 2 di M23E west in pit umur tanam 2 tahun.
- Penelitian ketiga berada lokasi 3 di M45C disposal umur tanam 3 tahun.

Prosedur penanaman terdiri dari penyiapan bibit dan lahan, penambahan kapur dan HSC, dan penanaman.

### Penyiapan bibit dan lahan

Bibit yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit *A. mangium* yang berasal dari persemaian PT JBG. Ukuran bibit yang digunakan berbeda pada masing-masing lokasi (Tabel 1). Persiapan bibit dilakukan dengan memilih bibit yang sehat kemudian diberikan pengaktif akar (Bionature-50). Pengaktif akar diberikan dengan dosis 1.67% sebanyak 200 cc/bibit dengan frekuensi penyiraman 2 kali. Penyiapan lahan dimulai dengan membuat jarak tanam 4x4 m pada masing-masing lokasi. Pembuatan lubang tanam dibuat dengan ukuran 40x40x40 cm. Pada setiap lubang tanam dipasang ajir dan diberikan label sesuai dengan perlakuan yang akan diberikan.

### Penambahan kapur dan HSC

Penambahan kapur dan HSC diberikan dengan dosis sesuai perlakuan (Tabel 1). Penambahan kapur dilakukan dengan mencampurkan kapur ke tanah pada lubang tanam dan permukaan tanah pada luasan 2.25 m<sup>2</sup> mengelilingi lubang tanam. Pengecekan pH tanah dilakukan sebelum penambahan pH dan setelah penambahan pH pada H+3, H+7, dan H+14 untuk mengetahui peningkatan pH tanah. Penambahan HSC dilakukan dua minggu setelah pengapuran dengan dosis sesuai dengan perlakuan. HSC diberikan dengan cara menyiramkan secara merata pada lubang tanam dan juga pada luasan 2.25 m<sup>2</sup> mengelilingi lubang tanam.

### Penanaman

Penanaman dilaksanakan satu minggu setelah penambahan HSC. Bibit dimasukkan ke dalam lubang tanam dengan cara *root ball* dengan posisi leher akar 2 cm di atas permukaan tanah. Sebelum penanaman, dilakukan penambahan Rockphosphat, kompos, dan pupuk NPK dengan dosis yang ditunjukkan pada Tabel 1.

### Pengambilan Data

Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati adalah tinggi (cm), diameter (cm), dan jumlah tunas baru tanaman. Pengamatan dilakukan dengan metode sampling pada setiap plot dengan jumlah sampel sebanyak tiga tanaman untuk setiap perlakuan. Sampel dipilih dengan menggunakan angka random yang diperoleh dari Microsoft Excel. Pengamatan dilakukan setiap bulan selama empat bulan dengan menghitung jumlah pucuk yang baru. Untuk mengurangi bias maka pada saat menghitung jumlah pucuk baru pada setiap bulannya, pucuk yang telah dihitung ditandai dengan cat hitam.

### Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Blok Terpisah dengan dua faktor dengan 16 ulangan untuk setiap plot

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Rincian dosis masing-masing lokasi

Lokasi	Tinggi bibit (cm)	Perlakuan						Rock phosphat (ton/ha)	Kompos (ton/ha)	NPK (ton/ha)
		Kapur (kg/lubang tanam)			4 liter/ lubang tanam HSC (%)					
		L0	L1	L2	H0	H1	H2			
1	± 50	0.00	0.75	1.50	0.00	0.83	1.25	0.29	1.73	0.06
2	±100	0.00	1.00	2.00	0.00	0.83	1.25	0.43	1.73	0.06
3	±150	0.00	1.50	3.00	0.00	0.83	1.25	0.86	1.73	0.06

Tabel 2 Hasil analisis tanah

Keterangan plot	Kedalaman	Parameter analisis tanah							
		pH (H <sub>2</sub> O)	KTK me/100g	Al me/100g	H me/100g	Tekstur			
						Pasir %	Debu %	Liat %	
Lokasi 1									
Normal	0-30	5.12	23.06	1.30	1.62	56.94	11.25	31.82	
	30-60	5.03	33.14	1.32	2.12	45.53	19.69	34.79	
Sedang	0-30	5.01	18.47*	1.30	1.57	74.15*	6.78	19.08	
	30-60	4.51*	22.10	0.77	2.56	84.17*	6.88	7.96	
Buruk	0-30	5.06	28.74	2.07	1.81	69.90*	8.82	21.28	
	30-60	5.05	15.98*	1.29	2.33	73.20*	7.89	18.42	
Lokasi 2									
Normal	0-30	5.80	19.29	1.45	1.91	34.12	19.83*	46.06*	
	30-60	5.88	20.39	0.55	1.61	14.03	79.00*	6.98*	
Sedang	0-30	5.77	17.11*	1.43	2.80	43.88	22.86	33.26	
	30-60	5.72	22.92	2.00	3.83	27.97	67.46*	4.58*	
Buruk	0-30	4.93	21.29	3.49*	5.80*	26.86	20.75*	52.40*	
	30-60	5.03	29.69	4.42*	7.38*	24.93	22.31*	52.76*	
Lokasi 3									
Normal	0-30	5.80	13.48*	2.31	2.48	44.27	22.19	33.55	
	30-60	5.81	17.95	0.72	1.40	50.41	17.32	32.28	
Sedang	0-30	4.99*	15.22	3.56*	4.55*	43.00	25.85	31.16	
	30-60	4.71*	14.48*	4.28*	5.64*	56.62	19.27	24.12	
Buruk	0-30	4.71*	16.66	4.30*	6.27*	46.71	19.79	33.50	
	30-60	4.35*	15.63	4.70*	6.88*	47.03	22.78	30.20	

\* = bermasalah menurut kriteria lahan bermasalah (Setiadi 2012)

penanaman, jadi untuk setiap lokasi terdapat 144 tanaman *A. mangium*. Faktor pertama yaitu perlakuan penambahan kapur (L) dengan tiga taraf perlakuan pada masing-masing plot percobaan Faktor kedua yaitu perlakuan penambahan HSC (H) dengan tiga taraf perlakuan pada masing-masing lokasi percobaan. Rincian mengenai perlakuan dan taraf pada masing-masing plot dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan rancangan penelitian yang ada maka model rancangan yang digunakan adalah sebagai berikut (Mattjik & Sumertajaya 2002) :

$$Y_{ijk} = M + K_k + A_i + \Delta_{ik} + B_j + \Gamma_{ik} + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Keterangan :

$Y_{ijk}$  : Nilai pengamatan pada faktor perlakuan kapur taraf ke-i, faktor perlakuan HSC taraf ke-j, dan blok ke-k.

M : Nilai rata-rata umum

$K_k$  : Pengaruh pengelompokan

$A_i$  : Pengaruh faktor perlakuan kapur taraf ke-i

$\Delta_{ik}$  : Komponen acak dari faktor perlakuan kapur yang menyebar normal

$B_j$  : Pengaruh faktor perlakuan HSC taraf ke-j

$\Gamma_{ik}$  : Komponen acak dari faktor perlakuan HSC yang menyebar normal

$(AB)_{ij}$  : Pengaruh interaksi antara faktor perlakuan kapur taraf ke-i dan faktor perlakuan HSC taraf ke-j

$E_{ijk}$  : Pengaruh kesalahan percobaan dari faktor perlakuan kapur taraf ke-i, faktor perlakuan HSC taraf ke-j dan blok ke-k

Sidik ragam dengan uji F dihitung untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter pertumbuhan *A. mangium*. Data yang diperoleh diolah menggunakan perangkat lunak statistika SAS 9.1. Hasil SAS menggunakan analisis deskriptif untuk menguji tingkat variasi perlakuan. Uji lanjutan Duncan juga digunakan untuk membandingkan perlakuan mana yang paling baik dalam percobaan.

**Karakteristik Tanah**

Hasil analisis tanah pada ketiga lokasi penelitian (Tabel 2) menunjukkan bahwa nilai pH, KTK, Al, H, dan tekstur tanah berbeda pada masing-masing plot kondisi pertumbuhan. Pada lokasi 1, kondisi tekstur tanah yang berpasir merupakan penyebab utama yang menyebabkan performa dan daya hidup *A. mangium* dibawah normal. Menurut Indranada (1989), tanah yang memiliki tekstur berpasir menggambarkan tanah tersebut tidak mampu menyediakan dan menyimpan unsur hara. Ketidakmampuan tanah menyimpan hara ditunjukkan oleh nilai KTK tanah, pada lokasi plot buruk ditemukan KTK tanah yang cukup rendah yaitu sebesar 15,98 me/100g. Berbeda halnya dengan lokasi 1, hasil analisis tanah pada lokasi 2 dan 3 menunjukkan bahwa nilai pH yang cukup rendah disertai Al yang tinggi merupakan penyebab utama pertumbuhan tanaman pada plot tersebut menjadi tidak normal. Menurut Setiadi (2012), nilai kelarutan Al >3 me/100g dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu hingga kematian.

Pada semua lokasi pengamatan kondisi pertumbuhan sedang dan buruk hampir keseluruhan memiliki pH <5, nilai pH tersebut tergolong pada kisaran rendah menurut kriteria umum menilai nutrisi tanah untuk tanaman (Landon 1984) dan potensi keracunan Al tinggi serta kelarutan hara esensial rendah. Hal ini sesuai dengan Degenhardt *et al.* (1998); Takita *et al.* (1999); Ma (2000) yang mengemukakan bahwa permasalahan serius pada budidaya tanaman di tanah masam terutama pada kondisi pH <5 adalah akibat tinggi kelarutan Al<sup>3+</sup> yang bersifat racun bagi tanaman dan rendahnya kelarutan hara esensial sehingga terjadi kekahatan. Dari beberapa penelitian diketahui bahwa penyerapan P, Ca, Mg dan K oleh tanaman berkurang secara nyata dikarenakan tingginya kandungan Al dalam tanah (Matsumoto *et al.* 1992). Hal ini disebabkan terbentuknya kompleks Al-P (baik di larutan tanah maupun di dalam sel) yang tidak tersedia bagi tanaman. Kemampuan tanaman untuk dapat memanfaatkan kandungan P yang rendah secara efisien selalu dihubungkan dengan sifat toleransi tanaman terhadap Al. Selain itu, kation Al<sup>3+</sup> juga menghambat transpor Ca<sup>2+</sup> dan memblok saluran K<sup>+</sup> (Ryan *et al.* 1997). Pada ketiga lokasi penelitian dijumpai permasalahan kandungan Al yang tinggi pada tanah pasca tambang batubara. Hal tersebut merupakan salah satu penghambat pertumbuhan tanaman (Soepardi 1983; Tan 1993; Hardjowigeno 1993).

**Pengaruh Perlakuan Kapur dan HSC terhadap Pertumbuhan *A. mangium***

Pengaruh penambahan kapur terhadap peningkatan pH tanah dapat dilihat pada Tabel 3. Data tersebut menunjukkan penambahan kapur sebanyak 0.75 dan 1.5 kg/lubang tanam pada lokasi 1, 1 kg/lubang tanam pada lokasi 2, dan 1.5 kg/lubang tanam pada lokasi 3 belum mampu menaikkan pH tanah ke dalam kisaran yang aman untuk pertumbuhan tanaman. Sedangkan penambahan kapur sebanyak 2 kg/lubang tanam pada lokasi 2 dan sebanyak 3 kg/lubang tanam pada lokasi 3 mampu menaikkan pH tanah ke dalam kisaran yang aman untuk pertumbuhan tanaman. Menurut Munawar

(2011), sebagian besar tanaman tumbuh baik pada tanah mineral dengan rentang pH 5.8–6.5. Sanchez (1992) memberikan rekomendasi bahwa pengapuran pada tanah tanah tropika cukup sampai dengan pH 5.5–6.0.

Tabel 3 Rekapitulasi peningkatan pH tanah pada lokasi penelitian

Lokasi	Hari ke-	Perlakuan kapur		
		L0	L1	L2
Lokasi 1	0	<3.00	<3.00	<3.00
	3	<3.00	3.30	4.20
	7	<3.00	4.10	4.50
	14	<3.00	4.60	5.10
Lokasi 2	0	<3.00	<3.00	<3.00
	3	<3.00	3.60	3.75
	7	<3.00	4.70	5.30
	14	<3.00	4.80	5.80
Lokasi 3	0	<3.00	<3.00	<3.00
	3	<3.00	3.40	3.75
	7	<3.00	4.75	5.30
	14	<3.00	4.95	5.80

L0 = 0 kg/lubang; L1 = 0.75 kg/lubang tanam (lokasi 1), 1 kg/lubang tanam (lokasi 2), 1.5 kg/lubang tanam (lokasi 3); L2 = 1.5 kg/lubang tanam (lokasi 1), 2 kg/lubang tanam (lokasi 2), 3 kg/lubang tanam (lokasi 3)

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan kapur memberikan pengaruh yang berbeda nyata untuk parameter tinggi *A. mangium* pada semua lokasi penelitian. Hasil sidik ragam menjelaskan perlakuan HSC memberikan pengaruh yang berbeda nyata hanya pada parameter jumlah tunas baru *A. mangium* yang terdapat pada lokasi tiga. Perlakuan interaksi perlakuan kapur dan HSC juga hanya memberikan pengaruh pada pertumbuhan tinggi *A. mangium* pada lokasi 3.

Tabel 4 Hasil rekapitulasi sidik ragam pengaruh perlakuan kapur dan HSC terhadap pertumbuhan *A. mangium*

Lokasi	Parameter	Perlakuan		
		Kapur	HSC	Kapur x HSC
Lokasi 1	T	**	tn	tn
	D	tn	tn	tn
	TB	tn	tn	tn
Lokasi 2	T	*	tn	tn
	D	tn	tn	tn
	TB	tn	tn	tn
Lokasi 3	T	**	tn	*
	D	tn	tn	tn
	TB	tn	tn	tn

\*\* = berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan *A. mangium* pada selang kepercayaan 99%; \* = berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *A. mangium* pada selang kepercayaan 95%; tn = tidak berpengaruh nyata pada selang kepercayaan 95%; T = tinggi *A. mangium*; D = diameter *A. mangium*; TB = tunas baru *A. mangium*

Hasil uji beda nyata (Tabel 5) menunjukkan bahwa perlakuan kapur berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan tinggi *A. mangium* pada seluruh lokasi penelitian. Perlakuan kapur mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 44.13–58.79% pada lokasi 1, 62.16–72.37% pada lokasi 2, dan 35.22–65.32% pada lokasi 3. Menurut Munawar (2011), pertumbuhan tanaman akan meningkat dengan adanya penambahan kapur pada tanah masam. Kapur juga mampu meningkatkan kandungan Ca dan Mg tanah dan fungsi tidak langsung seperti meningkatkan ketersediaan P, serta mengurangi keracunan Al, Fe, dan Mn, serta memacu kegiatan jasad renik.

Tabel 5 Hasil uji beda nyata pengaruh perlakuan kapur terhadap pertumbuhan tinggi *A. mangium* pada lokasi 1 dan 2

Parameter tinggi (cm)	Perlakuan		
	L0	L1	L2
Lokasi 3			
Rata-rata	15.89 b	28.44 a	38.56 a
% peningkatan	0.00	44.13	58.79
Lokasi 3			
Rata-rata	4.67 b	16.89 a	12.33 ab
% peningkatan	0.00	72.37	62.16
Lokasi 3			
Rata-rata	11.44 c	17.67 b	33.00 a
% peningkatan	0.00	35.22	65.32

L0 = 0 kg/lubang; L1 = 0.75 kg/lubang tanam (lokasi 1), 1 kg/lubang tanam (lokasi 2), 1.5 kg/lubang tanam (lokasi 3); L2 = 1.5 kg/lubang tanam, 2 kg/lubang tanam, 3 kg/lubang tanam (lokasi 3)

Hasil uji beda nyata (Tabel 6) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan kapur 3 kg/lubang tanam tanpa penambahan HSC, kapur 3 kg/lubang tanam disertai 4 HSC/lubang tanam konsentrasi 0.83%, dan kapur 3 kg/lubang tanam disertai 4 HSC/lubang tanam konsentrasi 1.25% merupakan perlakuan terbaik. Seperti yang diketahui, HSC yang berupa HA tidak larut dalam kondisi masam (Huang & Schnitzer 1997) sehingga pada lokasi 3 penambahan kapur dengan dosis yang lebih tinggi mampu menaikkan pH tanah yang lebih tinggi pula sehingga HSC dapat bereaksi. Hal ini diduga merupakan penyebab perlakuan interaksi penambahan kapur dan HSC dapat memberikan pengaruh pada pertumbuhan *A. mangium*.

Berbeda dengan kapur yang berfungsi untuk meningkatkan pH tanah, peranan HSC lebih pada pengikatan kation  $Al^{3+}$  atau  $Fe^{2+}$  oleh asam-asam organik seperti asam humat atau fulvat, yang diperoleh dari dekomposisi bahan organik dengan membentuk

kelat Al atau Fe. Bahkan menurut Bhatti *et al.* (1998) asam-asam organik sederhana lainnya seperti asam oksalat yang juga berasal dari dekomposisi bahan organik merupakan salah satu senyawa penting dalam proses pelepasan fosfat.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Hasil analisis tanah menunjukkan karakteristik tanah yang berbeda menyebabkan perbedaan kondisi pertumbuhan pada masing-masing umur tanam. Kondisi pH tanah yang rendah, kelarutan Al yang tinggi, dan tekstur tanah yang bermasalah merupakan penyebab utama kondisi pertumbuhan *A. mangium* menjadi tidak normal.

Hasil penelitian pada ketiga lokasi tersebut menunjukkan pemilihan ukuran bibit, dosis kapur, dosis HSC, dosis penambahan *rock phosphat* akan menghasilkan pertumbuhan yang berbeda. Perlakuan penambahan kapur dosis 0.75 dan 1.5 kg/lubang tanam memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan tinggi *A. mangium* pada lokasi 1. Penambahan kapur dosis 1 dan 2 kg/lubang tanam memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan tinggi *A. mangium* pada lokasi 2. Pada lokasi 3, interaksi antara kapur dosis 1.5 dan 3 kg/lubang tanam dan 4 liter HSC konsentrasi 0.83 dan 1.25% memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada pertumbuhan tinggi *A. mangium*.

### Saran

1. Sebelum penanaman sebaiknya dilakukan pengkarakterisan lahan terlebih dulu agar mengetahui permasalahan pada lahan dan dapat menentukan perbaikan tanah yang tepat untuk mencegah ketidakberhasilan penanaman.
2. Perbaikan kondisi tanah yang memiliki permasalahan pH rendah dapat dilakukan dengan menambahkan kapur dengan dosis 0.75–3 kg/lubang tanam (dosis yang telah diujicobakan pada penelitian ini) disertai dengan penambahan *rock phosphat*, kompos, dan pupuk NPK.
3. Penambahan HSC yang berupa asam humat pada tanah masam haruslah didahului dengan penambahan kapur sebelumnya untuk meningkatkan pH tanah karena HSC yang berupa asam humat hanya dapat larut pada kondisi pH normal.

Tabel 6 Hasil uji beda nyata pengaruh perlakuan interaksi kapur dan HSC terhadap pertumbuhan tinggi *A. mangium* pada lokasi 3

Pengaruh interaksi perlakuan terhadap tinggi		4 Liter HSC					
		H0 (0.00 %)	% *	H1 (0.83 %)	% *	H2 (1.25 %)	% *
Kapur	L0 (0 kg/lubang)	12.00 c	0.00	10.33 c	-16.20	12.00 c	0.00
	L1 (1.5 kg/lubang)	8.67 c	-38.41	22.33 bc	46.26	22.00 bc	45.45
	L2 (3 kg/lubang)	38.33 a	68.69	26.33 ab	54.42	34.33 ab	65.05

\* = Persentase peningkatan dibanding kontrol

4. Penelitian lebih lanjut menggunakan dosis kapur dan HSC yang lebih tinggi diperlukan untuk mengetahui dosis kapur dan HSC yang tepat, karena dari hasil penelitian masih terdapat potensi penambahan dosis kapur dan HSC yang lebih tinggi akan lebih baik.

#### Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT Jorong Barutama Greston (JBG) yang telah mendukung dan membiayai keseluruhan penelitian ini melalui kerjasama PT JBG bersama Dr Ir yadi Setiadi MSc. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Alvi Nadia, Rahmat, Acep, Wawan, dan seluruh staff PT JBG yang telah membantu dalam penelitian ini. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Direktorat pendidikan atas beasiswa *fresh graduate* yang memberikan pembiayaan pada masa perkuliahan pascasarjana.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bhatti JS, Comerford NB, Johnston CT. 1998. Influence of soil organic matter removal and pH on oxalate sorption onto a spodic horizon. *Soil Sciences Society Am J.* 62:152-158.
- Degenhardt J, PB Larsen, SH Howell, LV Kochian. 1998. Aluminum resistance in the arabidopsis mutant *alr-104* is caused by an aluminum-induced increase in rhizosphere pH. *Plant physiol.* 117:19-27.
- Hardjowigeno S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis.* Jakarta (ID): CV Akademika Pressindo.
- Huang PM, Schnitzer M, editor. 1997. *Interaksi Mineral Tanah dengan Organik Alami dan Mikroba.* Goenadi DH, penerjemah; Sudarsono, penyunting. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Pr. Terjemahan dari: *Interactions of Soil Minerals with Natural Organics and Microbes.* Ed ke-17.
- [IHSS] International Humic Substances Society (US). 2007. What are humic substances?. *Humic substances* [Internet]. [diunduh 2014 Jun 3]. Tersedia pada: <http://www.humicsubstances.org/whatarehs.html>.
- Indranada HK. 1989. *Pengelolaan Kesuburan Tanah.* Jakarta (ID): PT Bina Aksara.
- Landon JR, editor. 1984. *Booker Tropical Soil Manual.* London (EN) dan New York (US): Booker Agriculture International Limited.
- Ma JF. 2000. Role of organic acids in detoxification of aluminum in higher plants. *Plant cell physiol.* 41(4): 383-390.
- Matsumoto H, Yamamoto Y, Kasai M. 1992. Changes of some properties of the plasma membrane enriched fraction of barley roots related to aluminum stress : membrane associated ATPase, aluminum and calcium. *Soil Sciences Plant Nutr.* 38(3): 411-419.
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2002. *Perancangan Percobaan, Ed ke-2.* Bogor (ID): IPB Pr.
- Munawar A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman.* Bogor (ID): IPB Pr.
- Republik Indonesia. 2009. Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.60/Menhut-II/2009 tentang Kriteria dan Indikator Keberhasilan Reklamasi Hutan. Jakarta (ID): Sekretariat Kabinet RI.
- Ryan PR, Reid RJ, Smith FA. 1997. Direct evaluation of the Ca<sup>2+</sup> displacement hypothesis for Al toxicity. *Plant physiol.* 113: 1351-1357.
- Sanchez PA. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika.* Bandung (ID): Institut Teknologi Bandung.
- Setiadi Y. 2012. *Bahan Kuliah Ekologi Restorasi.* Bogor (ID): Program Studi Silvikultur Tropika, Sekolah Pasca Sarjana, IPB. Tidak Diterbitkan.
- Soepardi G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah.* Bogor (ID): Departemen Ilmu Tanah Institut Pertanian Bogor.
- Takita E, H Keyama, and T Hara. 1999. Organic acid metabolism in aluminum-phosphate utilizing cells of carrot (*Daucus carota* L.). *Plant cell physiol* 40(5): 489-495.
- Tan KH. 1993. *Principles of Soil Chemistry.* New york (US): Marcel Dekker Inc.
- Widjaja, Adhi IPG. 1985. *Pengapuran Tanah Masam Untuk Kedelai.* Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah.