

**AKLIMATISASI PEMBERIAN ABU BATUBARA
terhadap
PERTUMBUHAN TANAMAN SENGON
(*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)**

IING DWI LESTARI



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
1999**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

IING DWI LESTARI. Aklimatisasi Pemberian Abu Batubara terhadap Pertumbuhan Tanaman Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) (*Coal-ash Adaptation on Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen Growth). Dibimbing oleh DEDE SETIADI dan ZAENAL ABIDIN.

Pembakaran batubara menghasilkan uap yang digunakan untuk pembangkit listrik dan residu pembakaran seperti abu batubara yang terdiri dari abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*), endapan gas desulfurisasi, dan limbah cair. Produksi limbah abu batubara yang tinggi dapat mencemari lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh abu batubara terhadap tanaman sengon di lapangan dan ada tidaknya akumulasi logam berat pada daun sengon.

Konsentrasi (b/b) abu batubara yang digunakan adalah 0% (kontrol), 0.1%, 0.2%, 0.4%, 0.8%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, dan 10%. Analisis percobaan menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri dari 21 perlakuan dengan 3 ulangan.

Pemberian abu batubara memberikan respon yang cukup baik pada riap diameter batang, riap tinggi tanaman, dan bobot kering tajuk, terutama pada abu dasar dengan konsentrasi < 2%, sedangkan untuk abu terbang dengan konsentrasi < 1%.

Analisis jaringan pada daun sengon setelah diberikan abu terbang 0.4% mengandung unsur Fe 169.60 ppm, Mn 168.61 ppm, dan Zn 27.03 ppm, sedangkan abu dasar 0.1% mengandung unsur Fe 198.37 ppm, Mn 142.83 ppm, dan Zn 31.74 ppm. Sedangkan untuk Cu tidak terdeteksi.

Berdasarkan analisis tanah dan jaringan daun tanaman sengon, pemberian abu batubara sebagai pupuk pada tanah latosol kurang baik karena dapat menyebabkan terjadinya akumulasi logam berat pada daun sengon, kandungannya berada di atas batas baku mutu kandungan logam berat air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/Men.Kes/Per/IX/1990, sehingga daun tersebut tidak baik digunakan untuk pakan ternak dan pupuk hijau, karena dapat membahayakan kesehatan manusia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

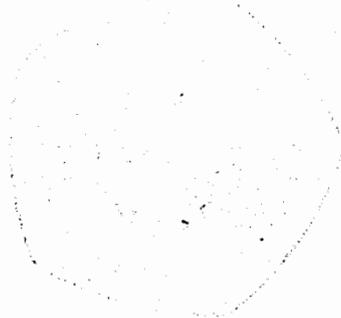


"Dan Dia-lah Tuhan yang membenteng bumi dan menjadikan gunung-gunung dan sungai-sungai padanya. Dan menjadikan padanya semua buah-buahan berpasang-pasangan, Allah menutupkan malam kepada siang. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkkan"
(QS. Ar Ra'd: 3)

@kalsyia kritik P@University



"Dia-lah Allah Yang Menciptakan, Yang Mengadakan, Yang Membentuk Rupa, Yang Mempunyai Nama - Nama Yang Paling Baik. Bertasbih kepada-Nya apa yang ada di langit dan di bumi. Dan Dia-lah Yang Maha Perkasa lagi Maha Bijahsan" (QS Al Hasyr: 24)



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



AKLIMATISASI PEMBERIAN ABU BATUBARA
terhadap
PERTUMBUHAN TANAMAN SENGON
(*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

IING DWI LESTARI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Sains

pada

Jurusan Biologi

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
1999



Judul : Aklimatisasi Pemberian Abu Batubara terhadap Pertumbuhan Tanaman
Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)
Oleh : Iing Dwi Lestari
NIM : G04495035

@Hak cipta milik IPB University

Menyetujui :

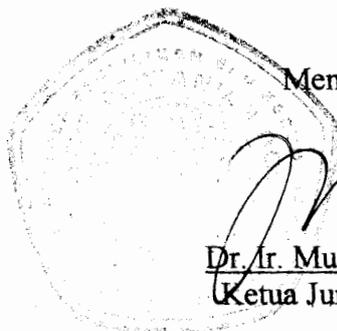


Dr. Ir. H. Dede Setiadi MS.
Pembimbing I



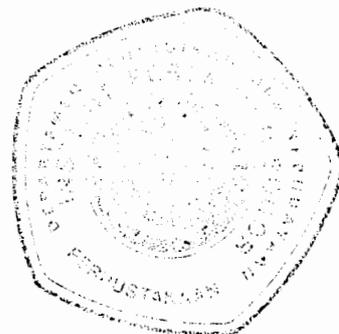
Ir. Zainal Abidin
Pembimbing II

Mengetahui:



Dr. Ir. Muhammad Jusuf
Ketua Jurusan Biologi

Tanggal Lulus: 06 SEP 2009





RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 17 April 1977 sebagai anak ke dua dari tiga bersaudara dari pasangan Sukaryo dan Suti.

Pada tahun 1983-1989 penulis bersekolah di SDN kalisari 01 pagi Jakarta. Tahun 1989-1992 penulis melanjutkan ke SMP Negeri 203 Jakarta. Kemudian pada tahun 1992 penulis melanjutkan ke SMA Negeri 98 Jakarta dan lulus pada tahun 1995.

Pada bulan Juli 1995, penulis diterima di Jurusan Biologi FMIPA IPB melalui jalur UMPTN. Selama masa kuliah penulis pernah menjadi asisten Biologi Dasar I dan Biologi Dasar II.



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Maret sampai dengan bulan Juli 1999 dengan judul Aklimatisasi Pemberian Abu Batubara terhadap Pertumbuhan Tanaman Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen).

Terima kasih penulis ucapkan kepada berbagai pihak yang telah membantu penyelesaian karya ilmiah ini, antara lain Bapak Dr. Ir. H. Dede Setiadi, MS dan Bapak Ir. Zaenal Abidin selaku pembimbing. Juga kepada Bapak Ir. Hadi Sunarso atas sarannya, Bapak Kusnudin dari PLTU Suralaya Cilegon, dan Bapak Koko dari Kebun Percobaan Babakan Sawah Baru Darmaga atas bantuannya.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak, Mama, Mas Aang, dan Indri atas do'a, dorongan, dan kasih sayangnya. Tak lupa juga penulis mengucapkan terima kasih kepada Pak Yadi, Pak Tisna, Pak Naryo, Pak Pepen, Teh Ina, Mbak Tia, Mbak Lis Rosmanah (sahabat dan teman seperjuangan), Condro, Lilis, Shanti, Lisna, Dwi W, Idris, Ican, dan semua Bio'32, serta teman-teman Bagunde 7 atas do'a, semangat, dan perhatiannya.

Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat.

Bogor, September 1999

Iing Dwi Lestari

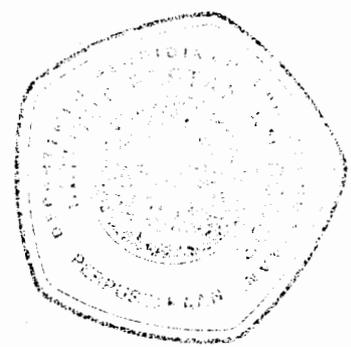


DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
PENDAHULUAN	1
BAHAN DAN METODE	
Bahan	2
Persiapan Tanam	2
Pengamatan	2
Analisis Percobaan	2
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Analisis Unsur Hara	2
Riap Diameter Batang	4
Riap Tinggi Tanaman	4
Bobot Kering Tajuk	5
Analisis Jaringan Tanaman	5
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	7
Saran	7
DAFTAR PUSTAKA	7
LAMPIRAN	9

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 © Maliciya nitik IPB University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





@Makipia milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

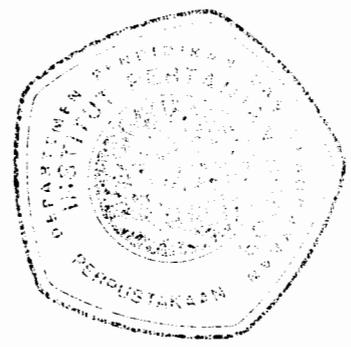
	Halaman
1. Hasil analisis tanah	3
2. Rata-rata respons pertumbuhan tanaman sengon pada 13 MST	3
Hasil analisis jaringan tanaman pada daun sengon	5
4. Baku mutu sumber air minum	6

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Rata-rata riap diameter tanaman sengon pada 13 MST	4
2. Rata-rata riap tinggi tanaman sengon pada 13 MST	4
3. Rata-rata bobot kering tajuk tanaman sengon pada 13 MST	5

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Tabel analisis abu batubara	9
2. Tabel Kriteria Penilaian Analisis Sifat Tanah menurut Pusat Penelitian Tanah	10
3. Tabel analisis sidik ragam riap diameter tanaman pada 13 MST	10
4. Tabel analisis sidik ragam riap tinggi tanaman pada 13 MST	10
5. Tabel analisis sidik ragam bobot kering tajuk pada 13 MST	11
6. Tabel rata-rata keadaan lingkungan di Darmaga, Bogor selama 3 bulan (ketingian 250 dpl)	11
7. Gambar tanaman sengon yang ditanam di lapang	11
8. Gambar tanaman sengon yang ditanam di lapang	12
9. Hasil analisis logam berat pada penanaman sengon	12



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan di segala bidang yang terus meningkat membutuhkan sumber energi yang besar. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut pemerintah mengupayakan melalui pusat-pusat pembangkit listrik, antara lain adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Dan salah satu pusat pembangkit listrik yang menggunakan tenaga uap adalah PLTU Suralaya di Cilegon, Jawa Barat.

Dalam menjalankan kegiatannya PLTU Suralaya menggunakan batubara sebagai pembangkit listrik. Selain menghasilkan uap sebagai pembangkit listrik, ada residu pembakaran. Sisa pembakaran batubara meliputi abu terbang (*fly ash*), abu dasar (*bottom ash*), endapan gas desulfurisasi pada cerobong (*flue gas desulfurization sludge*), dan limbah cair dari pembakaran (*fluidized bed combustion waste*) (Blumbla, 1996). PLTU Suralaya memproduksi limbah abu batubara sebanyak 360.000 ton/tahun. Ini akan menimbulkan masalah yaitu limbah abu batubara tersebut dapat mencemari lingkungan karena salah satu cara pembuangan limbah abu batubara dengan mengisi cekungan tanah atau dengan menimbunnya di atas permukaan tanah, sehingga tidak efisien bagi industri yang mengeluarkan limbah tersebut dalam jumlah yang besar, sedangkan tanah memiliki daya tampung yang terbatas.

Studi yang dilakukan oleh Direktorat Batubara PT. Tambang Batubara Bukit Asam dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral (PPPTM) pada tahun 1998 menunjukkan bahwa penggunaan batubara sebagai pengganti minyak, gas, dan kayu pada industri kecil dan rumah tangga di Pulau Jawa dan Madura dapat dilakukan secara ekonomis dalam bentuk briket batubara. Pada akhir tahun 1998, kebutuhan batubara untuk industri kecil dan rumah tangga diproyeksikan masing-masing sebesar 2.71 juta ton dan 4.80 juta ton, dan pada tahun 2003 kebutuhan tersebut akan meningkat masing-masing menjadi 6.86 juta ton dan 13.30 juta ton. Penggunaan briket batubara tersebut menghasilkan limbah berupa gas dan abu terbang (zat layang) yang merupakan limbah yang cukup berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Kusumoprado, 1994). Dan menurut Peraturan Pemerintah No.18 tahun 1999 abu batubara termasuk salah satu bahan beracun dan berbahaya. Untuk itulah perlu terus dikembangkan adanya kemungkinan

pemanfaatan abu batubara menjadi bahan yang lebih berguna terutama dalam bidang pertanian.

Abu batubara dapat meningkatkan bobot kering polong pada tanaman kacang tanah (Subagyo, 1989) dan meningkatkan diameter batang pada anakan sengon (Budianti, 1998). Abu batubara juga dapat digunakan sebagai bahan baku penetral pH pada air asam bekas tambang batubara (Abidin dan Setiadi, 1996). Dengan demikian ada kemungkinan pemanfaatan abu batubara sebagai bahan untuk meningkatkan kesuburan tanah yang memiliki pH rendah.

Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) merupakan pohon yang termasuk anggota famili Mimosaceae (keluarga petai-petaian) dan merupakan salah satu jenis pohon yang pertumbuhannya sangat cepat (Atmosuseno, 1997). Sengon merupakan tanaman yang cocok untuk reboisasi karena pohonnya cepat tumbuh, tinggi dapat mencapai 45-100 m, batang tidak berbanir, tajuk berbentuk perisai, agak jarang, dan selalu hijau. Perakarannya terbentang melebar dan disamping susunan akar agak dangkal, terdapat pula susunan akar yang berkembang agak dalam, sehingga dapat menahan air dan mencegah terjadinya erosi (Alrasjid, 1973). Pada akarnya terdapat bintil akar yang dapat memfiksasi nitrogen bebas. Dengan demikian penanaman sengon disamping sebagai sumber produksi juga memperbaiki kesuburan tanah (Prajadinata dan Masano, 1994). Sengon merupakan salah satu jenis tanaman yang mudah tumbuh dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Selain mudah tumbuh, sengon juga dapat ditanam di tanah yang kurang subur dan ber-pH rendah, sehingga cocok untuk tanaman reboisasi dan tanaman di lahan-lahan kritis.

Masalah yang timbul dalam usaha penanaman sengon dilapangan, antara lain rendahnya kesuburan dan pH tanah. Walaupun sengon dapat tumbuh, tetapi lebih baik bila tumbuh di tanah yang cukup unsur hara dan mempunyai pH netral. Dengan demikian perlu dilakukan percobaan dengan menggunakan abu batubara untuk meningkatkan kesuburan tanah dan menetralkan pH tanah bagi tanah-tanah yang kurang subur, sehingga dapat mempercepat pertumbuhan tanaman sengon di lapang.

Pohon sengon banyak ditanam pada hutan tanaman industri karena batang (kayu) dapat dimanfaatkan untuk kayu olahan dan bahan baku industri pulp kertas. Sedangkan daun sengon berpotensi untuk pupuk hijau dan pakan ternak, sehingga perlu dilakukan analisis jaringan pada daun sengon untuk mengetahui

beberapa kandungan unsur hara, terutama kandungan logamnya akibat pemberian abu batubara.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi abu batubara sebagai bahan untuk meningkatkan kesuburan tanah dengan mengamati respon pertumbuhan tanaman sengon di lapang dan mengetahui kandungan logam berat (Fe, Mn, Zn, dan Cu) pada daun sengon.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Babakan Sawah Baru, Darmaga. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Maret sampai dengan Juli 1999.

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah abu batubara dari PLTU Suralaya Cilegon dan bibit sengon umur 6 bulan yang berasal dari Pusat Penelitian Kehutanan Bogor.

Persiapan Tanam

Analisis tanah dilakukan 2 kali yaitu pada saat sebelum percobaan, sebagai analisis tanah kontrol dan sesudah percobaan (setelah diberi perlakuan). Adapun cara pengambilan tanahnya adalah contoh tanah diambil dari setiap lubang dan tanah tersebut dianalisis secara kimia untuk mengetahui pH tanah, unsur hara makro dan mikro di Laboratorium Tanah, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB.

Abu dasar batubara (*bottom ash*) ditumbuk sampai halus, dikeringkan, dan disaring dengan ayakan berukuran 28 mesh. Kemudian ditimbang sesuai dengan kebutuhan. Sedangkan untuk abu terbang (*fly ash*) dapat langsung ditimbang sesuai dengan kebutuhan.

Lahan seluas 100 m² dibuat lubang berukuran 20cm x 20cm dengan kedalaman 40 cm. Jarak antara lubang satu dengan lubang yang lainnya 1m. Dan masing-masing lubang diberikan abu terbang atau abu dasar dengan konsentrasi (b/b) 0% (kontrol), 0.1%, 0.2%, 0.4%, 0.8%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, dan 10%, dengan 3 kali ulangan. Abu batubara tersebut dicampur dengan tanah hingga rata, setelah itu dimasukkan kembali ke dalam lubang bersama dengan ditanamnya bibit sengon.

Pengamatan

Pengamatan mulai dilakukan 1 minggu setelah tanam (MST) sampai dengan 13 MST. Adapun peubah yang diamati meliputi:

Riap diameter batang yaitu penambahan diameter batang selama 13 MST. Diameter batang yang diukur pada ketinggian 10 cm dari permukaan tanah. Pengukuran ini dengan menggunakan mikrometer sekrup.

Riap tinggi tanaman yaitu penambahan tinggi tanaman setelah 13 MST. Pengukuran tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah hingga titik tumbuh batang utama.

Bobot kering tajuk tanaman diukur pada 13 MST. Tanaman dipotong dari permukaan tanah lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 80 °C hingga beratnya konstan (± 72 jam). Setelah itu ditimbang dengan timbangan Cent O gram.

Analisis jaringan tanaman dilakukan di Laboratorium Terpadu Analisis Kimia FMIPA, IPB untuk mengetahui kandungan unsur P, Fe, Zn, Mn, dan Cu pada daun sengon dengan cara spektrofotometer serapan atom (AAS) Merk Varian AA-30.

Analisis Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 21 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Uji lanjutan dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5%. Adapun model matematikanya:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} \quad \text{dimana:}$$

Y_{ij} = nilai pengamatan dari unit eksperimen ke-j yang dipengaruhi oleh jenis abu batubara pada taraf ke-i

μ = nilai rata-rata umum

τ_i = pengaruh dari jenis abu batubara taraf ke-i

ϵ_{ij} = galat percobaan

i = 1, 2, ..., 21

j = 1, 2, 3

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Unsur Hara

Berdasarkan analisis tanah pada awal percobaan (Tabel 1) diperoleh pH tanah yang rendah yaitu 5.8 dan kandungan C, N, P-Bray dan Al yang sangat rendah menurut kriteria Pusat Penelitian Tanah (Lampiran 2). Selain itu memiliki kejenuhan basa yang tinggi yaitu 57.44%, hal ini mungkin ketersediaan unsur Mg, K, Ca, dan Na dalam jumlah yang cukup di dalam tanah. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis tanah latosol yang relatif subur.

Sedangkan untuk analisis abu batubara pada Lampiran 1 menunjukkan adanya

kandungan unsur hara berupa Ca, Na, dan Mg yang sangat tinggi pada kedua jenis abu batubara tersebut menurut kriteria Pusat Penelitian Tanah (Lampiran 2). Abu batubara memiliki kejenuhan basa yang sangat tinggi yaitu 100%, dimana kation-kation basa umumnya merupakan unsur hara yang diperlukan tanaman. Disamping itu basa-basa umumnya mudah tercuci, sehingga dengan kejenuhan basa tinggi menunjukkan bahwa tanah tersebut belum banyak mengalami pencucian dan merupakan tanah yang subur (Hardjowigeno, 1987). Abu dasar memiliki kandungan unsur Fe dan Zn yang lebih tinggi daripada abu terbang yaitu 230.96 ppm dan 16.52 ppm. Pada abu dasar kandungan pasirnya lebih tinggi daripada abu terbang yaitu 87.28%. Sedangkan pada abu terbang kandungan debu dan liatnya lebih tinggi daripada abu dasar yaitu 65.15% dan 27.29% seperti tertulis pada Lampiran 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Tanah

Sifat Tanah	Tanah Awal	TAT	TAD
pH H ₂ O (1:1)	5.80	5.8	5.70
C-org (me/100g)	0.85	1.36	1.44
N-total (%)	0.07	0.14	0.16
P-Bray (ppm)	2.7	5.40	4.80
P-HCl 25% (ppm)	794.8	450.8	485.1
Ca (me/100g)	5.60	6.35	6.69
Mg (me/100g)	1.89	1.76	1.96
K (me/100g)	0.38	0.31	0.31
Na (me/100g)	0.43	0.35	0.52
KTK (me/100g)	14.45	18.55	15.74
KB (%)	57.44	47.28	60.23
Al (me/100g)	tr	tr	tr
H (me/100g)	0.04	0.04	0.04
Fe (ppm)	4.48	4.56	3.80
Cu (ppm)	1.40	0.60	1.60
Zn (ppm)	3.40	4.12	4.40
Mn (ppm)	24.08	41.96	53.80
Tekstur:			
Pasir (%)	16.71	18.13	18.65
Debu (%)	25.33	35.28	32.30
Liat (%)	57.96	46.59	49.05

ket. TAT : tanah + abu terbang 0.4%

TAD : tanah + abu dasar 0.1%

tr : tidak terukur

Selama percobaan berlangsung di lapang, tanaman yang memiliki pertumbuhan yang baik terdapat pada tanaman sengan yang diberi perlakuan abu dasar. Rata-rata pertumbuhan tanaman sengan tercantum pada Tabel 1. Hal ini disebabkan abu dasar memiliki kandungan unsur hara yang lebih baik dari pada

abu terbang seperti unsur C, N, P, Mg, K, dan Na (Lampiran 1). Sehingga unsur-unsur tersebut dapat dimanfaatkan secara efektif oleh tanaman untuk pertumbuhannya (Lampiran 7).

Menurut Brady dalam Purnomo 1995 menyatakan bahwa fosfor berperan dalam fotosintesis, fiksasi nitrogen, kematangan tanaman, perkembangan akar halus dan akar serabut, memperkuat jerami, dan meningkatkan kualitas tanaman. Fungsi kalium antara lain untuk menjamin ketegaran tanaman, membuat tanaman lebih tahan penyakit, dan merangsang pertumbuhan akar. Kalsium diperlukan untuk pemanjangan sel, sintesis protein, pembagian sel secara normal, mempengaruhi pengambilan air, dan unsur hara tanaman, mengatur translokasi karbohidrat, mengatur kemasaman, dan permeabilitas sel.

Tabel 2. Rata-rata respon pertumbuhan tanaman sengan pada 13 MST

Perlakuan	Riap Diameter Batang (mm)	Riap Tinggi Tanaman (mm)	Bobot Kering Tanaman (gram)
Kontrol	6.60 ab	348.33 a	34.12 a
AT 0.1%	6.03 ab	335.67 a	35.74 a
AT 0.2%	6.67 ab	338.67 a	37.72 a
AT 0.4%	7.10 ab	378.67 a	57.42 a
AT 0.8%	6.37 ab	285.00 a	33.39 a
AT 1%	6.87 ab	400.00 a	38.75 a
AT 2%	4.43 ab	167.00 a	23.10 a
AT 3%	3.38 ab	87.00 a	13.37 a
AT 4%	3.27 ab	101.33 a	10.11 a
AT 5%	2.27 b	162.00 a	9.95 a
AT 10%	2.00 b	82.67 a	12.42 a
AD 0.1%	7.20 ab	319.00 a	46.35 a
AD 0.2%	4.17 ab	196.33 a	24.64 a
AD 0.4%	5.63 ab	316.33 a	27.43 a
AD 0.8%	6.93 ab	325.67 a	42.01 a
AD 1%	6.37 ab	248.67 a	43.92 a
AD 2%	8.13 a	493.00 a	42.11 a
AD 3%	6.07 ab	371.00 a	35.08 a
AD 4%	5.53 ab	318.67 a	40.69 a
AD 5%	6.00 ab	285.33 a	34.96 a
AD 10%	6.47 ab	260.00 a	40.49 a

ket: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%.

AT : tanaman yang diberi abu terbang

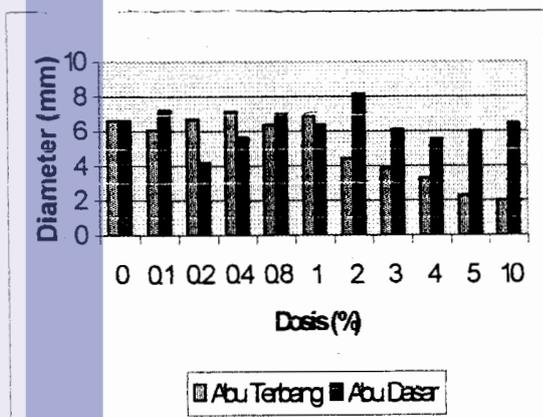
AD : tanaman yang diberi abu dasar

Berdasarkan hasil analisis tanah setelah percobaan diperoleh pH tanah 5.8 untuk tanah yang diberi dengan abu terbang dan 5.7 untuk tanah yang diberi dengan abu dasar. Sedangkan untuk ketersediaan unsur hara pada tanah setelah

percobaan memiliki nilai yang lebih tinggi daripada analisis tanah awal yaitu ketersediaan unsur C, N, P, Ca, Mg, dan Na, serta KTK. Selain itu kandungan logam berat seperti Fe, Mn, Zn, dan Cu yang cukup tinggi. Unsur Fe, Mn, Zn, dan Cu digolongkan sebagai hara-hara mikro tanaman esensial. Unsur-unsur ini diperlukan oleh tanaman hanya pada konsentrasi yang sangat rendah dan sering toksik pada tingkat yang lebih tinggi. Fungsi dari kebanyakan unsur ini adalah sebagai enzim-enzim esensial.

Riap Diameter Batang

Berdasarkan analisis sidik ragam untuk diameter batang tanaman setelah 13 MST mempunyai nilai yang berbeda nyata pada taraf 5% (Lampiran 3). Jadi ada pengaruh yang nyata pada pertumbuhan tanaman yaitu tanaman memberikan respon yang baik untuk riap diameter batang pada dosis 0.2% - 1% untuk abu terbang dan riap diameter batang terendah pada dosis 10% yaitu 2.00 mm. Sedangkan untuk pemberian abu dasar respon tanaman untuk riap diameter batang memberikan hasil tertinggi pada dosis 2% yaitu 8.13 mm dan penambahan diameter batang yang terendah adalah 4.17 mm dengan dosis 0.2% seperti tertulis pada Tabel 2.



Gambar 1. Rata-rata riap diameter tanaman sengon pada 13 MST.

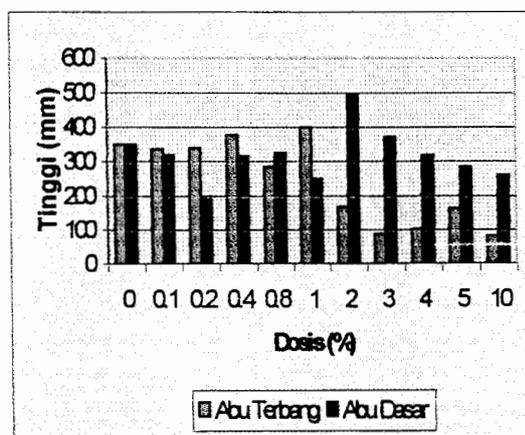
Pada Gambar 1 tanaman yang diberi dengan abu terbang diatas dosis 2% memberikan respon yang terus menurun, sedangkan tanaman yang diberi dengan abu dasar tidak selalu demikian. Hal ini mungkin disebabkan kandungan kalsium (Ca) pada abu terbang lebih tinggi daripada abu dasar (Lampiran 1), sehingga terjadi kelebihan kalsium yang dapat menghalangi pergerakan boron ke dalam tanaman. Terlalu banyak kalsium dalam tanaman mengganggu metabolisme boron, meskipun

unsur tersebut ditemukan dalam jumlah yang banyak (Soepardi, 1985). Tanaman yang kekurangan boron akan menghentikan terjadinya penambahan sel (Tisdale dan Nelson, 1990). Penambahan sel terhenti karena terjadinya abnormalitas pada dinding sel sehingga pengaturan sel-sel untuk mitosis terganggu.

Adanya peningkatan diameter batang pada tanaman sengon mungkin karena abu batubara mengandung unsur Ca, Mg, dan Fe dalam konsentrasi yang cukup, sehingga dapat digunakan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan akan unsur hara (Lampiran 1). Kalsium digunakan oleh tanaman sebagai kofaktor enzim terutama bila ion tersebut terikat pada kalmodulin atau berhubungan erat dengan protein (Salisbury dan Ross, 1995). Selain itu kalsium diduga memiliki peran penting dalam pemanjangan dan pembelahan sel. Kalsium dibutuhkan untuk proses mitosis normal (Tisdale dan Nelson, 1990). Unsur magnesium merupakan unsur yang bersama-sama dengan nitrogen menyusun porifirin yang membentuk klorofil. Sedangkan besi merupakan komponen struktural dari molekul porifirin dan mengaktifkan berbagai macam sistem enzim (Tisdale dan Nelson, 1990).

Riap Tinggi Tanaman

Hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 4 mengenai riap tinggi tanaman sengon memberikan nilai yang tidak berbeda nyata. Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian abu terbang memberikan hasil yang sangat baik pada dosis 0.4% dan 1% karena melebihi kontrol. Sedangkan nilai terendah untuk riap tinggi tanaman adalah 82.67 mm pada abu terbang dengan dosis 10%.



Gambar 2. Rata-rata riap tinggi tanaman sengon pada 13 MST

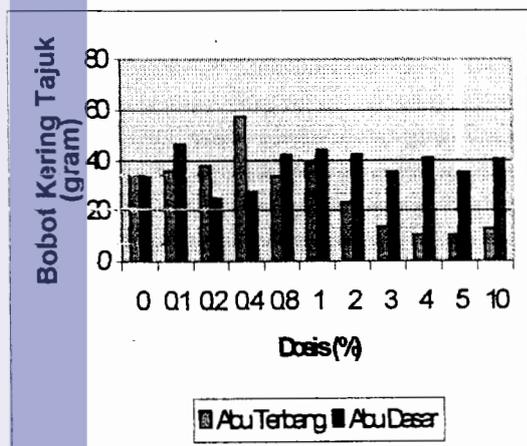
Respon tanaman sengon terhadap pemberian abu dasar yang terbaik pada dosis 2% yaitu 493.00 mm. Sedangkan penambahan tinggi tanaman yang rendah adalah 196.33 mm dengan dosis 0.2%.

Secara visual penampakan tanaman sengon di lapang cukup baik, terutama pada tanaman yang diberi dengan abu dasar dan memberikan pertambahan tinggi tanaman yang lebih baik daripada tanaman yang diberi abu terbang (Lampiran 8).

Riap Bobot Kering Tajuk

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam untuk bobot kering tajuk memberikan nilai yang tidak berbeda nyata (Lampiran 5).

Pemberian abu terbang dapat meningkatkan bobot kering tajuk pada dosis 0.1%, 1% dan bobot tajuk terbesar pada dosis 0.4% yaitu 57.42 gram, sedangkan bobot kering tajuk terendah adalah 9.95 gram dengan dosis 5% (Gambar 3).



Gambar 3. Rata-rata bobot kering tajuk tanaman sengon pada 13 MST.

Sedangkan untuk pemberian abu dasar pada tanaman sengon memberikan bobot kering tajuk terbesar adalah 46.35 gram dengan dosis 0.1% dan nilai terendah adalah 24.64 gram dengan dosis 0.2% (Gambar 3).

Pada dosis tertentu pemberian abu batubara memberikan respon yang baik terhadap pertumbuhan tanaman sengon, terutama abu dasar. Hal ini karena abu dasar memiliki unsur hara yang lebih baik dari pada abu terbang. Selain itu keadaan lingkungan pada saat percobaan juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Di lapang keadaan curah hujan cenderung tinggi (Lampiran 6), sehingga mempengaruhi keadaan tanah. Abu terbang

memiliki sifat seperti semen apabila ditambah air dan mengeras pada waktu-waktu tertentu (Sutopo dalam Budianti, 1998). Pada tanaman yang diberi perlakuan dengan abu terbang 10% memberikan respon pertumbuhan yang kurang baik. Hal ini mungkin karena curah hujan yang tinggi sehingga dapat mengeraskan abu terbang di dalam tanah sehingga pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman akan terganggu. Menurut Fitter dan Hay (1991) bila tanaman kekurangan air akan menyebabkan terjadinya penurunan tekanan turgor pada sel tanaman dan berakibat mengganggu proses fisiologi. Penurunan turgor sel akan menurunkan pertumbuhan karena pembentukan sel baru pada tanaman diawali dengan perluasan dinding sel oleh tekanan turgor. Selain itu juga dapat menyebabkan sulitnya penetrasi akar pada tanah, sehingga tanaman tidak dapat mengambil unsur hara secara efektif.

Analisis Jaringan Tanaman

Hasil analisis jaringan tanaman dapat dilihat pada Tabel 3. Unsur fosfor tertinggi terdapat pada tanaman sengon yang diberi perlakuan dengan abu dasar 0.1% yaitu 2193.74 ppm tanaman kering, sedangkan kandungan fosfor terkecil pada tanaman dengan abu terbang 0.4% yaitu 1970.87 ppm tanaman kering. Unsur P yang diserap oleh tanaman dengan cepat dalam bentuk anion fosfat bervalensi 1 ($H_2PO_4^-$) yang biasanya tersedia pada pH dibawah 7 (Salisbury dan Ross, 1995). Sehingga tanaman dengan abu dasar 0.1% memiliki kandungan P tertinggi karena pH-nya lebih rendah dari pada abu terbang 0.4% (Lampiran 1). Fosfor merupakan unsur hara makro yang esensial bagi tanaman karena berperan dalam siklus energi pada tanaman. Energi yang dihasilkan dari fotosintesis dan metabolisme karbohidrat berada dalam bentuk fosfat yang digunakan untuk pertumbuhan dan proses reproduksi tanaman (Tisdale dan Nelson, 1990).

Tabel 3. Hasil analisis jaringan daun tanaman sengon

Daun	P (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
TA	2154.41	132.73	125.57	28.24	ttd
F	1970.87	109.60	168.61	27.03	ttd
B	2193.74	198.37	142.83	31.74	ttd

Ket: TA : tanaman tanpa abu batubara
 B : tanaman dengan abu dasar 0.1%
 F : tanaman dengan abu terbang 0.4%
 ttd : di bawah limit deteksi analisis

Besi (Fe) merupakan bagian dari kloroplas dan sangat esensial dalam pembentukan klorofil (Soepardi, 1985). Kandungan Fe terbesar pada tanaman yang diberi dengan abu dasar yaitu 198.37 ppm tanaman kering dan terendah terdapat pada abu terbang yaitu 109.60 ppm tanaman kering (Tabel 3). Hal ini mungkin karena abu dasar memiliki kandungan Fe sangat tinggi dari pada abu terbang (Lampiran 1), sehingga tanaman dengan abu dasar 0.1% lebih banyak menyerap Fe untuk pertumbuhannya. Besi yang menumpuk pada daun tua tidak mudah bergerak dalam floem, mungkin karena besi diendapkan dalam sel daun sebagai oksida tak larut atau dalam bentuk senyawa ferifosfat anorganik atau organik (Salisbury dan Ross, 1995). Selain itu besi juga berperan sebagai kofaktor beberapa enzim.

Kandungan Mn tertinggi pada abu terbang yaitu 168.61 ppm tanaman kering dan terendah pada tanaman tanpa pemberian abu batubara yaitu 125.57 ppm tanaman kering (Tabel 3). Kepekatan mangan dalam media tumbuh dapat menimbulkan kekurangan besi dalam tanaman (Soepardi, 1985). Kandungan Mn pada daun sengon dengan abu dasar 0.1% lebih rendah daripada tanaman dengan abu terbang 0.4% (Tabel 3). Hal ini mungkin karena kandungan Fe yang besar pada abu dasar sehingga menghambat penyerapan Mn oleh tumbuhan. Unsur Mn berperan dalam struktur sistem membran kloroplas dan salah satu peran pentingnya adalah pada pemecahan H₂O dalam fotosintesis dan ion Mn²⁺ juga mengaktifkan banyak enzim (Salisbury dan Ross, 1992).

Kandungan unsur seng (Zn) terbesar terdapat pada tanaman yang diberi abu dasar 0.1% yaitu 31.74 ppm tanaman kering dan terendah pada tanaman yang diberi abu terbang 0.4% yaitu 27.03 ppm tanaman kering (Tabel 3). Seng digunakan oleh tanaman sebagai kofaktor berbagai enzim (Soepardi, 1985).

Tabel 4. Baku Mutu Sumber Air Minum *)

Logam Berat	Kadar (ppm)
Fe	0.3
Mn	0.1
Zn	5.0
Cu	1.0

*) Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/Men.Kes/Per/IX/1990

Kadar tembaga (Cu) pada daun sengon tidak terdeteksi. Hal ini mungkin saja kadar unsur tersebut ada dalam tanah, tetapi kadar yang tersedia bagi tanaman relatif sangat rendah.

Mungkin Cu terikat kuat dalam larutan tanah sehingga tanaman tidak mampu menyerap unsur tersebut. Tiffin (1975) dalam Indrawati (1994) mengemukakan bahwa transportasi penyerapan logam ke bagian tanaman sangat dipengaruhi oleh konsentrasi asam-asam organik dalam cairan pembuluh tanaman. Akan tetapi walaupun konsentrasi asam organik relatif tinggi, belum menjamin bahwa logam tertentu yang diserap oleh tanaman akan dapat mencapai pucuk tanaman. Di dalam penelitiannya Tiffin mendapatkan bahwa kenaikan konsentrasi logam sangat kecil dalam bagian daun dan batang dekat pucuk, akan tetapi sebagian besar logam yang diserap berada pada bagian bawah dari batang dan akar tanaman. Dengan demikian logam yang diserap berada pada bagian bawah tanaman.

Pemberian abu batubara pada tanaman sengon menyebabkan kadar logam berat pada daun sengon sangat tinggi (Tabel 3). Dan berdasarkan Baku Mutu Sumber Air Minum (Tabel 4) bahwa daun sengon tidak dapat dikonsumsi oleh ternak karena memiliki kandungan logam berat yang sangat tinggi.

Berdasarkan hasil analisis kandungan logam berat pada tanah dan daun tanaman sengon yang tertulis pada Lampiran 9 terlihat adanya akumulasi logam berat. Unsur besi tersedia pada tanah awal adalah 4.48 ppm, setelah dilakukan percobaan dengan penambahan abu batubara menghasilkan tanah dengan abu terbang 0.4% mengandung Fe sebesar 4.56 ppm dan tanah dengan abu dasar 0.1% menurun menjadi 3.8 ppm. Namun pada tanaman sengon kandungan Fe mengalami peningkatan yaitu 198.37 ppm untuk abu dasar dan 109.60 ppm untuk abu terbang. Pada tanah awal kandungan Mn sangat tinggi yaitu 24.08 ppm dan mengalami peningkatan pada tanah akhir percobaan yaitu tanah dengan abu terbang 0.4% mengandung Mn sebesar 41.96 ppm dan pada daun tanaman sengon mengandung Mn tertinggi yaitu 168.61 ppm. Sedangkan pada tanah dengan abu dasar 0.1% mengandung Mn tertinggi yaitu 53.80 ppm dan pada daun tanaman sengon mempunyai kadar Mn sebesar 142.83 ppm. Kadar unsur Zn pada tanah awal adalah 3.40 ppm, setelah penambahan abu batubara kadar Zn pada tanah mengalami peningkatan yaitu 4.12 ppm untuk pemberian abu terbang dan 4.40 ppm untuk pemberian abu dasar. Selain itu juga terdapat kandungan Zn terbesar pada daun tanaman sengon yang tumbuh di tanah dengan abu dasar 0.1% yaitu 31.74 ppm, sedangkan kadar Zn pada daun tanaman sengon dengan pemberian abu terbang 0.4% adalah 27.03 ppm.

Untuk kandungan Cu di dalam tanah awal adalah 1.40 ppm, dan terjadi peningkatan kandungan Cu di dalam tanah setelah ditambah dengan abu batubara yaitu 1.60 ppm untuk penambahan abu dasar 0.1% dan turun menjadi 0.60 ppm untuk penambahan abu terbang 0.4%. Namun di dalam jaringan daun tanaman sengon kandungan Cu tidak terdeteksi, kemungkinan kandungan tembaga sangat rendah.

Pemberian abu batubara pada tanah latosol memacu penyerapan logam berat pada tanaman sengon, sehingga terdapat timbunan logam berat di dalam jaringan daun tanaman sengon. Dengan demikian daun sengon yang dipupuk dengan abu batubara tidak dapat dikonsumsi untuk pakan ternak karena mengandung logam berat seperti Fe, Mn, dan Zn yang cukup tinggi. Jika daun ini dikonsumsi untuk pakan ternak dapat menimbulkan efek negatif yaitu terjadinya akumulasi logam berat dalam dosis yang tinggi di dalam tubuh ternak dan manusia, sehingga dapat mengganggu kesehatan ternak dan manusia. Tingginya kadar Fe di dalam tubuh dapat menyebabkan iritasi dinding usus, banyaknya kandungan Mn di dalam tubuh dapat mengganggu sistem saraf dan encephalitic, Zn yang tinggi di dalam tubuh dapat menimbulkan gejala muntaber dan keracunan, dan tingginya kadar Cu di dalam tubuh dapat menyebabkan rusaknya ginjal dan hati (Waldbott, 1973).

Jika daun sengon ini dimanfaatkan untuk pupuk hijau kemungkinan akan meningkatkan kandungan logam berat dalam tanah, sehingga dikhawatirkan akan meracuni tanaman karena logam berat termasuk unsur hara mikro yang diperlukan dalam jumlah yang sangat sedikit oleh tanaman dan akhirnya akan terakumulasi di dalam tubuh hewan dan manusia.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemberian abu batubara dalam dosis yang rendah (< 2%) pada tanah dapat meningkatkan kandungan unsur hara dalam tanah sehingga menjadi lebih baik.

Pemberian abu batubara memberikan respon yang cukup baik untuk riap diameter batang, riap tinggi tanaman, dan bobot kering tajuk, terutama pada abu dasar dengan dosis <2% dan abu terbang dengan dosis <1%.

Analisis jaringan pada daun sengon setelah diberikan abu terbang 0.4% mengandung

unsur Fe 109.60 ppm, Mn 168.61 ppm, dan Zn 27.03 ppm, sedangkan abu dasar 0.1% mengandung unsur Fe 198.37 ppm, Mn 142.83 ppm, dan Zn 31.74 ppm. Sedangkan untuk Cu tidak terdeteksi.

Berdasarkan analisis tanah dan jaringan daun tanaman sengon, pemberian abu batubara sebagai pupuk pada tanah latosol kurang baik karena dapat menyebabkan terjadinya akumulasi logam berat pada daun sengon, kandungannya berada di atas batas baku mutu kandungan logam berat air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/Men.Kes/Per/IX/1990, sehingga daun tersebut tidak baik digunakan untuk pakan ternak dan pupuk hijau, karena dapat membahayakan kesehatan manusia.

Saran

Perlu diadakan penelitian lanjutan untuk mengkombinasikan abu batubara dengan pupuk guna meningkatkan kesuburan tanah terutama pada tanah yang kurang subur seperti tanah podsolik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z & D. Setiadi.** 1996. Kajian awal produksi abu batubara sebagai bahan baku penetralan pH pada air asam tambang batubara. Laporan Penelitian Pusat Penelitian Lingkungan Hidup IPB, Bogor, (tidak dipublikasikan).
- Alrasjid, H.** 1973. Beberapa keterangan tentang *Albazia falcataria* (L). Fosberg. Lembaga Penelitian Hutan. Bogor.
- Atmosuseno, Ir. B.S.** 1997. *Budidaya, Kegunaan, dan Prospek sengon*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Budianti, S.** 1998. Respon pertumbuhan anakan sengon terhadap pemberian abu batubara pada media tanam. Skripsi. Jurusan Biologi FMIPA IPB. Bogor.
- Bhumbla, D.** 1996. Coal Ash for Reclamation. Division of Plant & Soil Science west Virginia University, Internet.
- Darmono.** 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay.** 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Terjemahan

Andani, S dan E.D. Purbayanti. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Harjowigeno, S. 1995. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.

Indrawati, D. 1994. Studi kadar logam berat pada kangkung darat (*Ipomoea reptans*), bayam (*Amaranthus tricolor*), dan Selada (*Lactuca sativa*) di Bantaran sungai Ciliwung dan Sunter. Tesis. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.

Japaries, Willie dr. 1988. *Elemen Renik dan Pengaruhnya terhadap Kesehatan*. EGC Penerbit Buku Kedokteran. FKUI. Jakarta.

Kusumopradono, M. 1994. *Potensi Batubara Indonesia: Penggunaan Briket Batubara di Rumah Tangga sebagai Substitusi Bahan Bakar Alternatif, Kelebihan, dan Tantangannya*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.

Prajinata, S dan Masano. 1994. Teknik Penanaman Sengon. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.

Purnomo, C.A. 1995. Pengaruh pemberian abu batubara dan kotoran sapi terhadap perubahan sifat-sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*) hibrida pada *Typic Hapludult* dari Gajung. Skripsi. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB. Bogor.

Salisbury, F.B dan C.W.Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan* Jilid I. Terjemahan D.R. Lukam dan Sumaryono. ITB. Bandung.

Soepardi, G. 1985. *Sifat dan Ciri Tanah*. Jurusan Tanah Faperta IPB.

Subagyo, H. 1989. Pengaruh pemberian abu batubara dan dolomit kandungan unsur hara dan produksi tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea*). Skripsi. Jurusan Tanah Faperta IPB. Bogor.

Tisdale, S.C, W.L. Nelson, dan J.M. Beaton. 1990. *Soil Fertility and Fertilizers 4th Edition*. Macmillan Publishing Company. New York.

Waldbott, G.L. 1973. *Health Effect of Environmental Pollution*. St. Louis the C.V. Mosby Co.

Zulkifli, S. 1995. Studi logam berat pada tanaman bayam (*Amaranthus tricolor* L.) dan kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk) di bawah industri cakung, Jakarta. Skripsi. Jurusan Kimia FMIPA IPB. Bogor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

LAMPIRAN

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 1. Tabel Analisis Abu Batubara

Sifat Tanah	Abu Terbang	Abu Dasar
pH H ₂ O (1:1)	8.40	6.70
C-org (me/100g)	0.19	0.26
N-total (%)	0.02	0.03
P-Bray (ppm)	0.50	0.90
S-HCl 25% (ppm)	993.5	188.8
Ca (me/100g)	24.99	21.61
Mg (me/100g)	6.64	8.15
K (me/100g)	0.05	0.15
Na (me/100g)	2.00	3.88
KTK (me/100g)	3.11	1.42
KB (%)	100	100
Al (me/100g)	tr	tr
H (me/100g)	0.40	0.18
Fe (ppm)	0.44	230.96
Cu (ppm)	tr	0.68
Zn (ppm)	0.12	16.52
Mn (ppm)	3.72	7.44
Tekstur:		
Pasir (%)	7.56	87.28
Debu (%)	65.15	8.53
Liat (%)	27.29	4.19

ket: tr: sangat kecil

Lampiran 2. Tabel Kriteria Penilaian Analisis Sifat Kimia Tanah Menurut Pusat Penelitian Tanah

Sifat Tanah	Kriteria Sangat Rendah	Kriteria Rendah	Kriteria Sedang	Kriteria Tinggi	Kriteria Sangat Tinggi
C _{org} (me/100g)	<1	1-2	2.01-3	3.01-5	>5
N _{total} (%)	<0.1	0.1-0.2	0.21-0.5	0.51-0.75	>0.75
P-Bray (ppm)	<10	10-15	16-25	26-35	>35
P-HCl 25% (ppm)	<10	10-25	26-45	46-60	>60
Ca (me/100g)	<2	2-5	6-10	11-20	>20
Mg (me/100g)	<0.4	0.4-10	1.1-2	2.1-8	>8
K (me/100g)	<0.1	0.1-0.2	0.3-0.5	0.6-1	>1
Na (me/100g)	<0.1	0.1-0.3	0.4-0.7	0.8-1	>1
KTK (me/100g)	<5	5-16	17-24	25-40	>40
KB (%)	<20	20-35	36-50	51-70	>70
Al (me/100g)	<10	10-20	21-30	31-60	>60
	Sangat Masam	Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
pH (H ₂ O)	<4.5	4.5-6.5	6.6-7.5	7.6-8.5	>8.5

Lampiran 3. Tabel Analisis Sidik Ragam Riap Diameter Tanaman pada 13 MST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel
Perlakuan	20	165.8774603	8.2938730	2.62**	1.994
Galat	42	133.0666667	3.1682540		
Total	62	298.9441270			

**Berbeda nyata pada BNJ taraf 5%

Lampiran 4. Tabel Analisis Sidik Ragam Riap Tinggi Tanaman pada 13 MST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel
Perlakuan	20	7159.530476	357.976524	1.87	1.994
Galat	42	8051.806667	191.709683		
Total	62	15211.337143			

Lampiran 5. Tabel Sidik Ragam Bobot Kering Tajuk Tanaman pada 13 MST

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel
Perlakuan	20	9894.903165	494.745158	1.53	1.994
Galat	42	13537.463733	322.320565		
Total	62	23432.366898			

Lampiran 6. Tabel rata-rata keadaan lingkungan di Darmaga, Bogor selama 3 bulan (ketinggian 250 dpl)

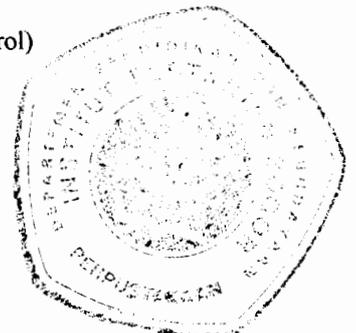
Rata-rata	Maret	April	Mei
Temperatur			
Maximum	31.2 °C	31.56 °C	31.1 °C
Minimum	23.1 °C	22.98 °C	22.8 °C
Curah Hujan	97.6 mm / 23 HH	398.6 mm / 23 HH	321.1 mm / 24 HH
Kelembaban Udara	85%	83.6%	86%

Lampiran 7. Gambar Tanaman Sengon yang Ditanam di Lapang



Keterangan:

- A: Tanaman dengan abu terbang 0.4%
 B: Tanaman tanpa pemberian abu batubara (kontrol)
 C: Tanaman dengan abu dasar 0.1%



Lampiran 8. Gambar Tanaman Sengon yang Ditanam di Lapang



Keterangan:

- A: Tanaman dengan abu terbang 0.2%
 B: Tanaman tanpa pemberian abu batubara (kontrol)
 C: Tanaman dengan abu dasar 2%

Lampiran 9. Hasil Analisis Logam Berat pada Penanaman Tanaman Sengon

Logam Berat	Tanah Awal	Analisis Tanah Akhir		Analisis Jaringan Daun Sengon		
		AT	AD	TA	F	B
Fe (ppm)	4.48	4.56	3.8	132.73	109.60	198.37
Mn (ppm)	24.08	41.96	53.80	125.57	168.61	142.83
Zn (ppm)	3.40	4.12	4.40	28.24	27.03	31.74
Cu (ppm)	1.40	0.60	1.60	Ttd	ttd	ttd

- ket. AT : tanah + abu terbang 0.4%
 AD : tanah + abu dasar 0.1%
 TA : tanaman tanpa abu batubara
 F : tanaman dengan abu terbang 0.4%
 B : tanaman dengan abu dasar 0.1%
 ttd : di bawah limit deteksi analisis

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.