

POTENSI PENGGUNAAN ABU BOILER INDUSTRI PULP DAN KERTAS SEBAGAI BAHAN PENGKONDISI TANAH GAMBUT PADA AREAL HUTAN TANAMAN INDUSTRI

Sri Purwati ^{*)}, Rina, Soetopo, Yusup Setiawan

^{*)} Peneliti Bidang Lingkungan, Balai Besar Pulp dan Kertas

FEASIBILITY OF UTILIZATION OF BOILER ASH FROM PULP AND PAPER INDUSTRY AS PEAT SOIL CONDITIONER IN INDUSTRIAL PLANTATION FOREST

ABSTRACT

The utilization of boiler ash from bark burning in pulp and paper industry as a conditioning agent of peat gambut soil in industrial plantation forest has been carried out. The utilization of boiler ash as much as 5 – 10 kg/plant on peat soil, as a vegetation media of Acacia crasicarpa conducted in the green house and the field of timber estate. Its influences on productivity and environmental aspect has been observed for 12 months vegetation age. The results showed that there were a significant effect of boiler ash utilization on growth rate and productivity of plantations. Utilization up to 10 kg/plant or 10 tons/ha/plantation period was improving the physical, chemical, and biological properties of boiler soil without detrimental effects to the environment.

Keywords : Boiler ash, peat soil, utilization, conditioning agent vegetation media

INTISARI

Pemanfaatan abu sisa pembakaran kulit kayu pada unit boiler industri pulp dan kertas, sebagai pengkondisi tanah gambut di lahan HTI, telah dilakukan. Penelitian penggunaan abu boiler dengan dosis aplikasi 5 – 10 kg/pohon pada lahan gambut sebagai media tanaman Acacia crasicarpa telah dilakukan dalam skala rumah kaca dan skala lapangan di areal HTI. Pengamatan pengaruhnya terhadap produktifitas tanaman dan aspek lingkungan telah dilakukan selama 12 bulan umur tanaman. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya peningkatan pertumbuhan dan produktivitas tanaman secara signifikan. Penggunaan abu boiler hingga 10 kg/pohon atau 10 ton/ha/periode tanam secara keseluruhan memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah gambut, tanpa indikasi terjadinya pencemaran lingkungan.

Kata Kunci : Abu boiler, tanah gambut, pemanfaatan, bahan pengkondisi media tanaman

PENDAHULUAN

Peningkatan kapasitas produksi industri pulp dan kertas yang sangat pesat akan diikuti dengan meningkatnya kebutuhan terhadap Hutan Tanaman Industri (HTI) yang merupakan pemasok bahan baku serat kayu. Disisi lain peningkatan kapasitas produksi juga diikuti pula dengan meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan, baik limbah cair, padat, maupun gas. Pengelolaan limbah yang masih menimbulkan permasalahan adalah limbah padat, diantaranya berasal dari abu sisa kulit kayu dari unit *power boiler*. Jika untuk menghasilkan 1 ton pulp diperlukan 4,5 m kayu dan 10 % menjadi limbah kulit sebagai bahan bakar, maka dapat dipastikan jumlah limbah abu yang dihasilkan akan sangat

besar. Konsekuensinya tanpa pengelolaan yang tepat maka limbah padat tersebut yang sifatnya mudah terbang akan menimbulkan pencemaran lingkungan yang serius.

Kontinuitas pengadaan bahan baku tanaman kayu memerlukan pengelolaan hutan lestari. Sejalan dengan perkembangan kapasitas produksi pulp dan kertas tersebut, Hutan Tanaman Industri (HTI) akan terus dikembangkan. Areal HTI yang berada di kawasan beriklim tropis sebagian besar adalah tanah gambut. Ditinjau secara umum masalah utama yang dijumpai pada tanah gambut adalah tingkat kesuburan yang rendah, yaitu pHnya asam dan miskin terhadap unsur hara mineral. Oleh karena itu tanpa manajemen pengelolaan

hutan yang baik maka keberlanjutan produktivitas lahan HTI tersebut akan terus menurun.

Banyak negara termasuk Indonesia telah menerapkan kebijakan konservasi untuk melindungi tanah, menjaga dan memelihara hara, dengan program HTI. Melalui suatu sistem pengelolaan, maka suatu lahan HTI yang memiliki kesuburan rendah dapat menghasilkan produk tanaman yang baik dan menguntungkan secara ekonomi. Namun pengelolaan lahan HTI yang berkelanjutan juga dapat mempercepat proses degradasi tanah. Penerapan hutan tanaman monokultur dan pemupukan dengan bahan kimia sintetis dapat mengakibatkan perubahan ekosistem dan menurunnya kesehatan lingkungan.

Berdasarkan aspek-aspek tersebut diatas pengelolaan unsur hara tanah merupakan pendekatan yang layak dilakukan. Unsur hara yang diserap tanaman berasal dari tanah dan selanjutnya dapat dikembalikan kedalam tanah untuk digunakan tanaman berikutnya. Upaya untuk mengembalikan dan mempertahankan kualitas tanah tersebut antara lain dengan memanfaatkan abu boiler sisa kulit kayu tanaman sebagai regenerator dan aktivator untuk menciptakan ekosistem tanah yang lebih sehat. Kandungan unsur-unsur mineral sebagai hara makro dan mikro dalam abu boiler dapat diarahkan untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman.

Penggunaan abu boiler yang berasal dari bakaran kulit atau kayu tanaman dengan cara pengembalian kedalam tanah merupakan pengelolaan limbah sekaligus pengelolaan HTI berkelanjutan, aman terhadap lingkungan dan ekonomis. Perlakuan terkendali berdasarkan kebutuhan tanaman dan sifat-sifat tanah dapat mengurangi bahkan meniadakan pemakaian pupuk kimia.

TINJAUAN PUSTAKA

Abu sisa dari boiler diketahui bersifat basa, mengandung mineral anorganik dan unsur-unsur logam, yang merupakan unsur hara atau nutrisi yang diperlukan tanaman. Demikian pula pH abu boiler yang cukup tinggi sangat potensial bila diaplikasikan pada tanah gambut yang pH nya asam. Beberapa penelitian terdahulu telah mengindikasikan bahwa aplikasi abu sisa dilokasi percobaan meningkatkan pH dan kandungan unsur-unsur hara. Hasil penelitian diberbagai negara seperti Finland

(1998), Swedia (2001), Denmark (2001), dan USA (1996), menunjukkan bahwa penggunaan abu boiler dapat meningkatkan produktifitas berbagai tanaman pangan dan tanaman keras, dan meningkatkan kualitas dan kesehatan tanah secara signifikan.

Namun demikian, disisi lain adanya kandungan logam berat dalam abu boiler seperti Cd, Zn, Mo, Co, Cu, Pb, Cr, dan Hg potensial toksik jika konsentrasinya melebihi ambang kritis akan meracuni tanaman. (Pitman, 2001), Oleh karena itu dalam konteks ini besarnya dosis penggunaan abu boiler harus memperhitungkan kadar logam berat yang terkandung didalamnya.

Kualitas Tanah dan Faktor – Faktornya

Tanah yang sehat akan memberikan sumbangan yang besar pada kualitas tanah, selain dapat meningkatkan produktivitas tanaman, juga dapat mengefesiansikan fungsi unsur hara didalam tanaman (Winarso, 2005). Menurut Winarso (2005) produktifitas tanah merupakan kemampuan suatu tanah untuk menghasilkan suatu produk tanaman tertentu dibawah suatu sistem pengelolaan tanah. Kesuburan tanah mencakup 3 aspek, yaitu :

- Kuantitatif, yang mencakup jumlah dan macam unsur hara yang dibutuhkan tanaman.
- Kualitas, yang merupakan perbandingan konsentrasi antara unsur hara satu dengan yang lainnya.
- Waktu, yang menunjukkan ketersediaan unsur-unsur hara secara berkelanjutan sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Di dalam budidaya tanaman, memilih varietas tanaman yang unggul dan sesuai dengan lingkungan tanahnya adalah dasar pengelolaan tanah dan tanaman yang menguntungkan. Tanaman *Acacia crasicarpa* adalah varietas tanaman yang mampu tumbuh dilahan gambut yang karakternya kaya dengan senyawa organik tetapi miskin unsur hara mineral. Tanah gambut yang bersifat asam atau pH rendah akan menghambat ketersediaan unsur-unsur hara bagi tanaman juga aktivitas serta dominasi mikro organisme dalam hubungannya dengan siklus hara. Tanah asam seperti gambut dapat menghambat pertumbuhan tanaman, sehingga perlu dinetralisir dengan pemberian kapur. Mengingat bahwa abu boiler memiliki pH basa dan mengandung unsur kalsium yang cukup

tinggi, pemberian abu boiler pada lahan gambut diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Hal ini mungkin terjadi melalui beberapa mekanisme berikut ini (Truter, 2002) :

- Memperbaiki dan meningkatkan kondisi fisik tanah gambut.
- Merangsang aktivitas mikroba di dalam tanah yang berhubungan dengan kesuburan.
- Meningkatkan ketersediaan unsur-unsur hara sehingga bisa diserap oleh tanaman.
- Meningkatkan KTK tanah.
- Mensuplai kebutuhan unsur-unsur hara yang tidak tersedia di tanah gambut.

Unsur Hara dan Fungsional

Unsur hara adalah semua elemen yang diperlukan tanaman agar dapat tumbuh dan berkembang dengan normal. Pengaruh unsur hara terhadap pertumbuhan tanaman dapat melalui bentuk ketersediaannya, konsentrasinya maupun kesetimbangannya dengan unsur hara lain. Unsur hara yang dibutuhkan tanaman disebut unsur hara esensial. Berdasarkan jumlah yang dibutuhkan, unsur hara esensial dapat dikelompokkan menjadi unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S) biasanya membatasi pertumbuhan tanaman, karena diambil tanaman dalam jumlah besar. Sedangkan unsur hara mikro (Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo) dibutuhkan oleh tanaman, tapi tidak sebanyak unsur hara makro. Kekurangan unsur hara makro didalam tanah juga dapat membatasi pertumbuhan tanaman, walaupun semua unsur hara lainnya tersedia dengan cukup. (Mengel, 1987).

Pada sebagian besar tanah untuk mencukupi kebutuhan tanaman terhadap unsur-unsur hara tersebut perlu diberikan tambahan dalam bentuk pupuk khususnya N, P dan K. Kekurangan N akan membuat pertumbuhan tanaman lambat, lemah dan kerdil sehingga akan menurunkan produksi dan kualitas. Didalam tanah, elemen P terdapat dalam bentuk persenyawaan yang sebagian besar tidak tersedia bagi tanaman. Fungsi Fosfor (P) membantu mempercepat perkembangan akar dan meningkatkan efisiensi penggunaan air, meningkatkan daya tahan terhadap penyakit dan pada akhirnya meningkatkan hasil kualitas hara tanaman. Sedangkan K mempunyai fungsi yang erat hubungannya dengan metabolisme tanaman khususnya proses fotosintesa. Kebutuhan hara makro lainnya seperti Ca, Mg dan S juga akan menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu.

Demikian pula halnya kalau kekurangan unsur hara mikro didalam tanah seperti Cu, Fe, Mn, Zn, B dan Mo dapat membatasi pertumbuhan tanaman walaupun semua unsur hara lainnya tersedia dengan cukup. Namun dalam tanah ber pH rendah seperti gambut beberapa unsur hara mikro dapat menjadi larut sehingga menjadi racun bagi tanaman (Mengel, 1987)

Secara umum tanah gambut adalah berupa bahan organik jenis organosol dengan kadar air mencapai 82 – 87 % dan kandungan C dan N, serta nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) tinggi. Namun susunan kandungan Na, Ca dan Mg serta Kejenuhan Basa (KB) tanah gambut tergolong rendah. Demikian pula dengan pH yang rendah ($pH < 4$), maka tanah gambut dapat dikatakan memiliki tingkat kesuburan rendah. Salah satu upaya yang dapat meningkatkan kesuburan tanah gambut adalah membuat adanya kesetimbangan unsur-unsur hara dan mengkondisikan tanah melalui peningkatan pH dengan cara pemberian abu boiler pada dosis tertentu. (Rattan, 1990)

BAHAN DAN METODA

1. Karakterisasi Bahan

Sebagai bahan penelitian adalah abu sisa pembakaran (*fly ash*) kulit kayu dari unit boiler industri pulp dan kertas. Kulit kayu sebagai bahan bakar boiler tersebut berasal dari proses pengulitan kayu untuk bahan baku pembuatan pulp. Karakterisasi abu boiler meliputi tahapan sebagai berikut :

- Identifikasi limbah, yang dimaksudkan untuk menentukan tingkat terindikasinya sebagai limbah B3 menurut PP No.18 Jo No. 85 Tahun 1999.
- Pengambilan contoh limbah dilakukan secara komposit mewakili seluruh alur produksi dan kondisi operasi.
- Pengujian terhadap limbah meliputi parameter logam berat total (On – waste) dan TCLP

Analisa potensi limbah, yang dimaksudkan untuk menentukan tingkat manfaat sebagai bahan pengkondisi tanah. Pengujian meliputi parameter pH, kadar air, unsur hara makro (C, N, P, K, S, Ca, Mg) dan unsur hara mikro (Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B).

2. Uji Coba Aplikasi Abu Boiler

Uji coba aplikasi abu boiler sebagai pengkondisi tanah gambut dilakukan pada skala

rumah kaca (*green house*) dan skala lapangan di areal HTI.

Percobaan pemberian abu boiler pada media tanam *Acasia crassicarpa* dilakukan pada awal tanam dengan cara dicampurkan kedalam media tanah di sekeliling lubang tanam. Perlakuan percobaan adalah variasi dosis pemberian abu boiler yaitu :

- T1 = Kontrol (tanpa pemberian abu boiler).
- T2 = abu boiler 5 kg/pohon.
- T3 = abu boiler 10 kg/pohon.

Percobaan dirumah kaca dilakukan pada pot berukuran diameter 80 cm dengan tinggi pot 80 cm, dengan rancangan acak lengkap (RAL) 3 perlakuan dan 3 replikasi. Rancangan percobaan di lapangan menggunakan rancangan acak blok sub sampling (RAB) dengan 3 perlakuan, 3 blok, 5 sub sampling. Luas lahan yang digunakan seluruhnya 90 Ha terbagi atas 3 blok dengan masing-masing blok terdiri atas 3 perlakuan. Dari luas lahan 10 Ha per plot percobaan terbagi atas 5 sub sampling yang masing-masing terdapat 6 x 6 pohon dengan jarak tanam 3 meter.

3. Pengamatan Uji Coba

Untuk mengetahui sejauh mana manfaat yang diperoleh dan resiko yang ditimbulkan

terhadap lingkungan, dilakukan pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman dan pengaruhnya terhadap kualitas tanah yang berlangsung sampai tanaman mencapai umur tanam 12 bulan. Parameter pengamatan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Tanaman = - Tinggi tanaman
- Diameter tanaman
- b. Tanah = - Kualitas kimia tanah (unsur hara makro dan mikro)
- Mikroba tanah
- Logam berat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Bahan

Hasil pengujian kandungan logam berat total dalam abu boiler yang ditampilkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh parameter logam berat mempunyai konsentrasi rendah berada dibawah nilai baku mutu menurut Kep.04/Bapeda/IX/1995 baik terhadap kolom A maupun kolom B.

Kondisi ini menunjukkan bahwa abu boiler ini bukan termasuk yang teridentifikasi sebagai limbah B3 dan didalam pengelolaannya dapat ditimbun dalam *landfill* kategori ringan.

Hasil pengujian TCLP logam berat yang dilakukan terhadap abu boiler memberikan data-data seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Analisis Konsentrasi Total Logam Berat Abu Boiler.

Parameter	Boiler Ash (mg/kg)	Baku mutu Kep.04/Bapeda/IX/1995	
		A	BSKP
- Arsen (As)	<0,01	300	30
- Cadmium (Cd)	0,05-1,68	50	5
- Chromium (Cr)	16,93-33,76	2500	250
- Cobalt (Co)	0,05-2,00	500	50
- Copper (Cu)	16,93-44,14	1000	100
- Lead (Pb)	19,04-38,95	3000	300
- Mercury (Hg)	0,20-0,64	20	2
- Molybdenum (Mo)	2,50-36,35	400	40
- Nickel (Ni)	2,12-23,37	1000	100
- Selenium (Se)	1,05-3,50	100	10
- Tin (Sn)	36,35-43,91	500	50
- Zinc (Zn)	4,02-11,30	5000	500

Tabel 2. Data Analisis TCLP Abu Boiler

Parameter	<i>Boiler ash</i>	Buku mutu PP No.85/1999
	mg/L	
- Arsen (As)	< 0,001	5,0
- Barium (B)	0,6-1,2	100,0
- Boron (Bo)	0,45-1,74	500,0
- Cadmium (Cd)	0,005	1,0
- Chromium (Cr)	0,5	5,0
- Copper (Cu)	0,03-0,11	10,0
- Lead (Pb)	0,01	5,0
- Mercury (Hg)	<0,001	0,2
- Selenium (Se)	0,007-0,015	1,0
- Silver (Ag)	0,03	5,0
- Zinc (Zn)	0,21-0,38	50,0

Tabel 3. Data Analisis Hara Dalam Abu Boiler.

Parameter	Unit Satuan	Nilai
- pH	-	3,6 – 3,7
- Organik C	%	39 - 57
- Nitrogen (N) Total	%	0,80 – 1,60
- Posfor (P) Total	%	0,13 – 0,52
- Kalium (K)	me/100g	0,03 – 0,11
- Natrium (Na)	me/100g	0,03 – 0,08
- Kalsium (Ca)	me/100g	0,15 – 0,55
- Magnesium (Mg)	me/100g	0,23 – 0,52
- KTK	me/100g	127 - 165
- KB	%	3,0 – 9,7

Tabel 4. Data Analisis Sifat Kimia Tanah Gambut di lahan HTI.

Parameter	Unit Satuan	Nilai
pH	%	10,4-11,9
Kadar air	%	0,20-1,27
Organik C	%	0,01-0,03
Nitrogen (N) total	%	0,02-0,04
Posfor (P) total	%	0,19-0,49
P tersedia	me/100g	1,03-2,64
Kalium (K) total	%	0,16-0,49
K tersedia	me/100g	4,05-24,05
Natrium (Na) tersedia	me/100g	1,39-27,8
Kalsium (Ca) tersedia	me/100g	69-296
Magnesium (Mg) tersedia	me/100g	5,25-32,24
Sulfur (S)	mg/kg	69,5-296,2
Besi (Fe)	mg/kg	10903-21117
Mangan (Mn)	mg/kg	477-1035

Dari nilai pengujian TCLP menunjukkan bahwa seluruh parameter logam berat memiliki konsentrasi jauh dibawah nilai baku mutu menurut PP No. 18 jo No. 85 Tahun 1999. Kondisi ini menunjukkan bahwa limbah padat abu boiler ini didalam penimbunannya tidak menimbulkan pencemaran terhadap air tanah,

berarti pula aman bila dikelola melalui pemanfaatan sebagai pengkondisi tanah.

Hasil pengujian kandungan unsur-unsur hara didalam abu boiler yang berkaitan dengan tingkat konsentrasinya sebagai pengkondisi tanah dapat dilihat pada Tabel 3. Dari data analisis memperlihatkan bahwa abu boiler

sangat basa dengan pH berkisar antara 10 – 12, dan mengandung mineral-mineral hara yang dibutuhkan tanaman yaitu sebagai nutrisi makro dan juga nutrisi mikro yang cukup tinggi. Karakteristik abu boiler tersebut sangat potensial untuk mengkondisikan tanah gambut yang tingkat kesuburannya rendah seperti dilihat dari data-data analisis yang menunjukkan sifat kimia tanah gambut pada Tabel 4.

Data analisis tanah gambut memperlihatkan kondisi tanah yang sangat asam (pH <4) dan miskin unsur mineral, meskipun kandungan organik C sangat tinggi, dan juga kandungan N dan P tergolong tinggi, serta nilai KTK tanah gambut sangat tinggi, namun susunan kation tukar Na, K, Ca, dan Mg serta kejenuhan basa (KB) tergolong rendah. Karakteristik tanah tersebut seperti diatas menyebabkan ketersediaan unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman rendah sehingga menghambat pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan hasil karakteristik terhadap abu boiler dari tanah gambut di areal HTI, maka pemanfaatan abu boiler sebagai pengkondisi tanah cukup potensial untuk diaplikasikan pada dosis yang sesuai kebutuhan tanaman. Sejauh mana potensi dan seberapa besar dosis abu boiler yang dapat digunakan, dapat diamati dari uji coba yang dilakukan terhadap pertumbuhan tanaman *Acacia crassicarpa*.

Uji Coba Aplikasi Abu Boiler

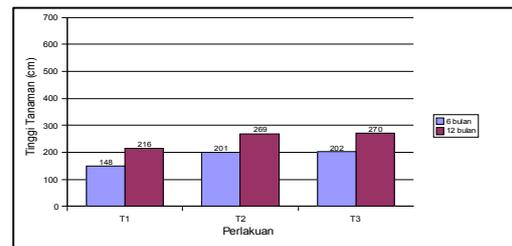
Tanaman *Acacia crassicarpa* merupakan jenis tanaman keras yang dibudidayakan diareal HTI tanah gambut untuk memenuhi kebutuhan kayu sebagai bahan baku pembuatan pulp. Jenis tanaman ini memiliki daur pertanaman relatif pendek dengan umur panen 8 tahun. Pertumbuhan dan perkembangan vegetatif tanaman sangat dipengaruhi oleh tersediannya unsur-unsur hara didalam tanah yang bisa diaborpsi oleh tanaman.

Pada uji coba penggunaan abu boiler kedalam media tanam tanah gambut dilakukan dengan mencampurkan abu boiler dengan tanah diwaktu awal penanaman bibit *Acacia crassicarpa*. Pengaruh aplikasi abu boiler terhadap tanaman diamati melalui pengamatan tinggi tanaman dan diameter batang, sedangkan pengaruhnya terhadap kualitas tanah dilakukan pengamatan sifat kimia dan biologi serta kemungkinan terjadinya akumulasi logam berat dalam tanah.

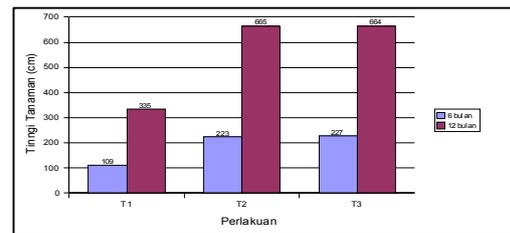
Pengaruh Terhadap Tanaman

a. Pengamatan Tinggi Tanaman

Pengaruh pemberian abu boiler pada media tanam dapat dilihat dari pengukuran tinggi rata-rata tanaman saat umur tanaman 6 bulan dan 12 bulan. Data pengukuran uji coba skala rumah kaca dengan perlakuan dosis abu boiler 5 kg/pohon (T2) dan 10 kg/pohon (T3) yang dibandingkan terhadap perlakuan kontrol (T1) dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan skala lapangan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Tinggi Rata-Rata Tanaman (Rumah Kaca)



Gambar 2. Tinggi Rata-Rata Tanaman (Lapangan)

Berdasarkan analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan pemberian abu boiler memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Pada tanaman *Acacia crassicarpa* yang mendapatkan aplikasi abu boiler dengan dosis pemberian 5 – 10 kg / pohon meningkat lebih tinggi dibandingkan tanaman kontrol yang tanpa pemberian abu boiler. Kondisi ini terjadi dirumah kaca maupun yang di lapangan dan berlangsung saat umur 6 bulan maupun setelah 12 bulan. Nilai kejenuhan basa (KB) dari tanah gambut yang rendah menyebabkan unsur hara tidak tersedia bagi tanaman. Tanah gambut yang mendapat aplikasi abu boiler akan mendapatkan suplai unsur Ca, Mg, Na dan K, yang berarti dapat menaikkan pH tanah juga nilai KB. Kondisi ini membuat tanah gambut memiliki kemampuan menyimpan dan melepaskan kation sehingga unsur hara esensial lebih tersedia dan mudah dimanfaatkan oleh tanaman yang akhirnya dapat meningkatkan perkembangan akar dan pertumbuhan tanaman.

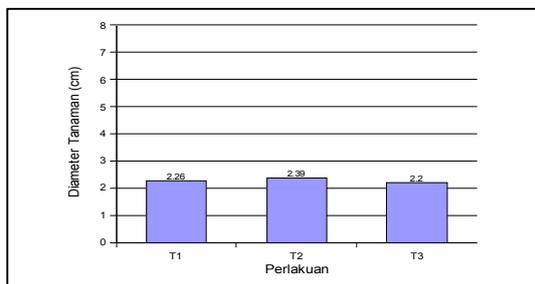
Perlakuan dosis pemberian abu boiler antara T2 (5kg/pohon) dan T3 (10kg/pohon) tidak menunjukkan perbedaan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, baik pada uji coba di rumah kaca maupun dilapangan. Berarti dosis pemberian abu boiler 10 kg/pohon merupakan dosis maksimal yang bisa diaplikasikan pada awal tanam sesuai kebutuhan tanaman sampai umur 12 bulan. Peningkatan dosis dari 5 kg/pohon ke dosis 10 kg/pohon tidak mempengaruhi besarnya ketersediaan unsur hara makro dan mikro yang dapat diambil oleh tanaman.

Berdasarkan data pengukuran tinggi tanaman terlihat potensi penggunaan abu boiler sangat prospektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Tinggi tanaman *Acacia crassicarpa* di lahan uji coba tanah gambut yang mendapat aplikasi abu boiler mencapai tinggi 665 cm atau meningkat 98 % dibandingkan kontrol yang hanya mencapai tinggi 335 cm. Sedangkan uji coba di pot mencapai 270 cm atau meningkat 25 % dari tanaman kontrol yang tingginya 216 cm.

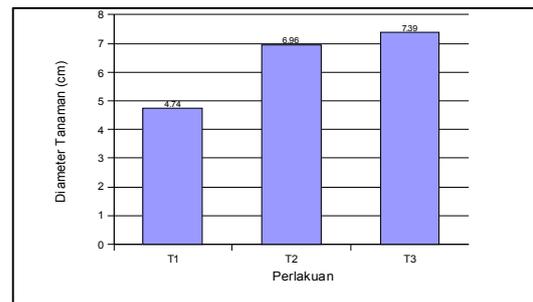
Rendahnya laju pertumbuhan tanaman di pot disebabkan keterbatasan ruang kontak akar dengan tanah sehingga pertumbuhan dan perkembangan akar terhambat yang mengakibatkan laju pertumbuhan menjadi rendah dibandingkan tanaman yang tumbuh di lapangan.

b. Pengamatan Diameter Batang

Pertumbuhan tanaman yang diukur dari pembesaran diameter batang diamati untuk umur tanaman 12 bulan, yang data-datanya ditampilkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Diameter Rata-Rata Batang Tanaman (Rumah Kaca)



Gambar 4. Diameter Rata-Rata Batang Tanaman (Skala Lapangan)

Hasil pengukuran diameter batang tanaman menunjukkan pula bahwa perlakuan aplikasi abu boiler 5-10 kg/pohon dapat meningkatkan perbesaran diameter batang tanaman. Sejalan dengan peningkatan tinggi tanaman, hasil pengukuran diameter batang tanaman yang mendapat aplikasi abu boiler mencapai 696-739 cm dibandingkan diameter batang tanaman kontrol 474 cm atau mengalami peningkatan 47-56% lebih besar. Namun hasil pengukuran diameter batang tanaman dari uji coba di pot tidak menunjukkan pengaruh yang cukup besar seperti dilapangan. Semua tanaman di pot mengalami pertumbuhan kurang baik, aplikasi abu boiler dosis 5 kg/pohon hanya memperbesar diameter batang 6 % dibanding tanaman kontrol dan tidak ada pengaruh pada dosis 10 kg/pohon. Dengan demikian hasil uji coba aplikasi abu boiler menunjukkan pengaruh positif pada pertumbuhan vegetatif pada tanaman *Acacia crassicarpa* di media tanam tanah gambut, yang berarti dapat meningkatkan produktivitas pengelolaan HTI.

Pengaruh Terhadap Kualitas Tanah

Tanah sebagai media pertumbuhan tanaman juga merupakan media yang baik untuk mendaur ulang dan mengurangi sifat meracun dari bahan organik maupun anorganik. Atas kemampuan tersebut, tanah dapat berperan sebagai media penerima pembuangan limbah. Namun jika pembuangan limbah tersebut melampaui daya dukung tanah maka akan menyebabkan penurunan kualitas bahkan kerusakan tanah.

Tabel 5. Data Analisis Sifat Kimia Tanah Gambut Pada Umur Tanam 12 Bulan.

Parameter Uji	Satuan	Parlakuan Aplikasi Abu Boiler					
		Kontrol		5 kg/pohon		10 kg/pohon	
		RK	LP	RK	LP	RK	LP
PH	-	3,6	3,7	3,7	3,8	3,7	3,8
Organik C	%	49	46	48	50	44	48
Nitrogen (N) total	%	1,3	1,2	1,1	0,9	0,9	1,1
C/N ratio	-	47	36	45	48	48	45
Posfor (P) total	ppm	278	74	477	66	411	76
Kalsium (Ca)	me/100g	4,7	3,1	5,4	3,7	5,1	3,5
Magnesium (Mg)	me/100g	3,4	3,9	3,7	4,4	4,7	5,7
Kalium (K)	me/100g	0,46	0,30	0,54	0,37	0,54	0,65
Natrium (Na)	me/100g	0,26	0,23	0,17	0,29	0,28	0,16
Alumunium (Ac)	me/100g	0,42	0,37	0,35	0,39	0,17	0,40
KTK	m1/100g	89	92	105	97	110	96

Keterangan : RK = Rumah Kaca
LP = Lapangan

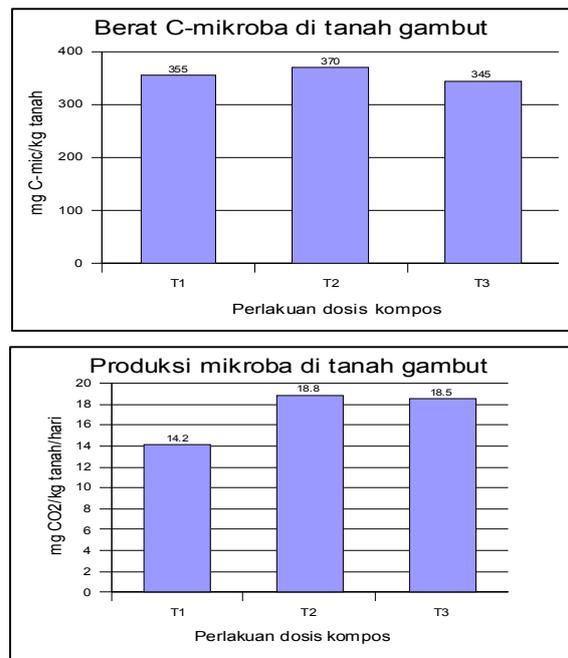
Hasil analisis tanah gambut setelah tanaman *Acacia crasscarpa* umur tanam 12 bulan dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan data-data tersebut pada Tabel 5, menunjukkan bahwa aplikasi abu boiler tidak memberi pengaruh berarti terhadap sifat-sifat kimia tanah gambut sebagai media tanam *Acacia crasscarpa*. Namun demikian dibandingkan terhadap perlakuan kontrol tanah yang mendapat aplikasi abu boiler 5-10 kg/pohon mengalami peningkatan kandungan hara P, Ca, Mg, K, dan nilai KTK. Kondisi ini diduga merupakan penyebab pertumbuhan tanaman meningkat lebih baik sampai umur 12 bulan. Khususnya untuk pH tanah gambut setelah periode tanam 12 bulan ternyata tidak menunjukkan perbedaan, pH tanah gambut dengan pertumbuhan abu boiler diawal tanam menjadi bersifat asam kembali setelah 12 bulan periode tanam.

Demikian pula halnya dengan sifat tanah gambut di lapangan yang berada pada lahan HTI juga tidak mengalami perubahan berarti. Namun bila dibandingkan dengan tanah kontrol, pada tanah gambut yang mendapat aplikasi abu boiler ada sedikit peningkatan kadar Ca, Mg, K, Na dan KTK. Berarti aplikasi abu boiler selain dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman juga dapat memperbaiki sifat kimia tanah gambut yang kesuburannya kurang baik.

Kesuburan biologis tanah adalah kesuburan yang disebabkan oleh adanya mikroorganisme tanah. Aktivitas biologis tanah

secara langsung menentukan tingkat kesuburan tanah dengan peranannya dalam proses dekomposisi (Winarso, 2005). Dalam penelitian ini pengaruh aplikasi abu boiler terhadap kesuburan biologis tanah gambut dilakukan dengan pengukuran produksi CO₂ dan C-mic terhadap tanah setelah umur 12 bulan, yang datanya disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Aktifitas Mikroorganisme Tanah Gambut Pada Umur Tanam 12 Bulan.

Dari Gambar 5 terlihat bahwa aktivitas mikroorganisme tanah yang mendapat aplikasi abu boiler lebih baik dibandingkan tanah kontrol. Produksi CO₂ pada tanah dengan aplikasi abu boiler 5-10 kg/pohon mencapai 18,5 – 18,8 mg CO₂/kg/hari yang lebih tinggi dari tanah kontrol sebesar 14,2 mg CO₂ /kg/hari. Namun bila berdasarkan berat C-mikroba, tidak ada pengaruh berarti antara tanah yang mendapat aplikasi abu boiler dengan tanah yang tanpa pemberian abu boiler. Atas dasar analisis tersebut diatas, maka dapat dinyatakan bahwa

aplikasi abu boiler dapat membantu perbaikan sifat biologis tanah.

Penggunaan abu boiler yang mengandung logam berat dikhawatirkan dapat terakumulasi pada media tanah sehingga dapat berakibat pada penurunan kualitas bahkan pencemaran tanah. Hasil analisa logam berat dalam tanah gambut setelah umur 12 bulan ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Logam Berat Dalam Tanah Gambut Pada Umur Tanam 12 Bulan

Parameter Logam Berat	Satuan	Aplikasi Abu Boiler					
		T1 = Kontrol		T2 = 5 kg/pohon		T3 = 10 kg/pohon	
		RK	LP	RK	LP	RK	LP
Pb	mg/kg	1,75	0,48	0,01	1,48	0,01	0,01
Cd	mg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cu	mg/kg	13,67	5,70	13,65	6,89	14,06	10,78
Cr	mg/kg	16,48	5,45	4,40	4,37	9,30	4,46
Ni	mg/kg	7,79	1,66	6,43	7,44	13,24	0,30
Zn	mg/kg	11,12	58,93	7,44	4,77	8,37	47,38

Berdasarkan data-data pada Tabel 6 terlihat bahwa kandungan logam berat dalam tanah gambut secara keseluruhan rendah masih dalam batas kisaran yang dijumpai pada tanah normal yaitu untuk Pb = 2 – 300 mg/kg, Ca = 0,01 – 2,0 mg/kg, Cn = 2 – 250 mg/kg, Cr = 5 – 1500 mg/kg, Ni = 2 – 750 mg/kg dan Zn = 1 – 900 mg/kg (1)

Aplikasi abu boiler yang mengandung logam berat tidak menunjukkan pengaruh berarti terhadap terjadinya akumulasi logam berat dalam tanah. Berarti aplikasi abu boiler sampai dosis 10 kg/pohon yang diberikan pada awal tanam tidak menyebabkan terjadinya pencemaran logam berat dalam tanah.

KESIMPULAN

1. Hasil karakterisasi abu sisa pembakaran kulit kayu dari boiler industri pulp dan kertas menunjukkan bahwa limbah padat tersebut tidak terindikasi sebagai limbah B3 menurut PP No.18 Jo No.85 Tahun 1999. Abu boiler kulit kayu bersifat basa dan mengandung mineral sebagai unsur-unsur hara yang potensial dimanfaatkan sebagai pengkondisi tanah gambut.
2. Pengaruh aplikasi abu boiler sampai dosis 10

kg/pohon dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara signifikan sampai umur tanam 12 bulan. Uji coba dilapangan lahan HTI tanah gambut menunjukkan peningkatan tinggi tanaman *Acacia crassicarpa* hingga dua kali lipat (98%) dan pembesaran diameter batang hingga 50 % dibandingkan dengan tanaman tanpa aplikasi abu boiler.

3. Aplikasi abu boiler sampai dosis 10 kg/pohon tidak menyebabkan perubahan berarti terhadap kualitas tanah gambut. Namun menunjukkan terjadi peningkatan kadar Ca, Mg, K dan nilai KTK tanah gambut setelah umur tanam 12 bulan. Kandungan logam berat dalam abu boiler tidak berakumulasi dalam tanah gambut. Ditinjau dari sifat biologis aplikasi abu boiler dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah sehingga dapat membantu upaya dalam perbaikan kualitas tanah gambut yang kesuburannya rendah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Pimpinan dan seluruh Staf PT. Riau Andalan Pulp and Paper (PT. RAPP) yang telah memberikan kepercayaan, kesempatan dan kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat terlaksana.
2. Bapak Dr. Undang Kurnia, dari Balai Penelitian Tanah Bogor, yang telah memberikan masukan dan dukungannya dalam pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir.
3. Rekan-rekan peneliti dan litkayasa serta semua pihak yang telah ikut mendukung dan berpartisipasi didalam kegiatan penelitian ini.
4. Mengel, K. et al., 1987, : “ Principles of Plant Nutrition “, International Potash Institute Publisher, Switzemland.
5. Nieminem, T. M. , 1999, = “ Effect of Long Term Heavy Metal Pollutions on Scot Pine Forest “, Journal Physics IV, France.
6. Pitman, R, 2001, : “ Wood Ash Use in Forestry A Review of The Environmental Impact “, Skog Forsk Report, Swedia.
7. Rattan, L, 1998, : “ Soil Quality and Agricultural Sustainability “, Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan.
8. Truter, W. F. et. Al, 2002, : “ The Manufactur and Used of Soil Ameliorant Base on Fly Ash and Sewage Sludge “, Depart. Of Plant Prod. And Soil Science, Pretoria, South Africa.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alloway, B.J., 1995, : “ Heavy Metal in Soil “, 2 nd. Ed., Blakie Academic & Profesional, London.
2. Hopkint, W. G., 1999, : “ Introduction to Plant Physiology, John Willey & Sons, Inc, 2 nd., Ed, New York.
3. Kementrian Lingkungan Hidup, 2002, : “ Himpunan Peraturan Perundang-undangan di Bidang Pengelolaan Lingkungan Hidup atau Pengendalian Dampak Lingkungan Era Otonomi Daerah “, Edisi I, Jakarta.
9. Winarso, S, 2005, : “ Kesuburan Tanah : Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah “, Penerbit Gava Media, Jogjakarta.
10. Zayed, et. Al , 1998, : “ Chromium Accumulation, Translocation and Chemical Speciation in Vegeteble Crops ”, Planta Springer Verlag.