

ARANG DAN CUKA KAYU : PRODUK HASIL HUTAN BUKAN KAYU UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN TANAMAN DAN SERAPAN HARA KARBON (*Charcoal and Wood Vinegar: Non Wood Forest Products to Enhance Growth of Plants and Absorption of Carbon Nutrients into the Soil*)

Sri Komarayati, Gusmailina & Gustan Pari ¹⁾

¹⁾Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor
Telp./Fax. : (0251) 8633378/8633413;
email : srikomp3hh@yahoo.com; glinara@yahoo.com; gpari@yahoo.com

Diterima 26 Januari 2012, disetujui 22 Januari 2013

ABSTRACT

Charcoal and wood vinegar exert significant role as carbon sources yielded from the carbonization process, and afford multi benefits in their use for enhancing plant growth and stimulating carbon nutrient absorption.

In relevant, this scientific narration presents results of trial tests employing charcoal and wood vinegar on the growth media for sprouts of sengon, jabon and agarwood producing plants, which lasted for 6 months at the planting experiment site. This experiment aimed to scrutinize the growth responses of such plant sprout species; and the examine the contents of carbon, nitrogen, phosphor, potassium in the soil and in plant biomass after being added with charcoal and wood vinegar. Charcoal addition proceeded by mixing it with soil evenly, while wood vinegar addition was done by showering it on to the soil. Nurturing of plants took place by spraying wood vinegar on their stems, branches, twigs and leaves.

Results revealed that the additions of charcoal and wood vinegar on the growth media for sengon sprouts increased as much as 127 - 208% in height and 109 - 129% in diameter of the corresponding sengon plants. For jabon plants, the addition of charcoal and wood vinegar brought about in increase 117 - 142% as much in their height, and 166 - 128% in their diameter. Meanwhile, for eaglewood producing plants there appeared still no significant growth effect attributed by such addition, since it seemingly took considerable time for them to adapt themselves. Further, the incorporation of charcoal and wood vinegar brought about an increase of carbon nutrient adsorption in the soil and biomass. Besides carbon (C), adsorption of N, P, and K nutrients also increased.

Keywords: Charcoal, wood vinegar, carbon absorption, growth, soil

ABSTRAK

Arang dan cuka kayu merupakan sumber karbon yang dihasilkan dari proses karbonisasi, dan multi manfaat untuk digunakan sebagai pemacu pertumbuhan maupun meningkatkan serapan hara karbon.

Tulisan ini menyajikan hasil penelitian uji coba arang dan cuka kayu terhadap media tumbuh anakan sengon, jabon dan pohon penghasil gaharu selama enam bulan di kebun penelitian. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui respon pertumbuhan anakan sengon, jabon dan pohon penghasil gaharu, mengetahui kandungan karbon, nitrogen, fosfor dan kalium dalam tanah dan dalam biomasa tanaman setelah diberi arang dan cuka kayu. Penambahan arang dilakukan dengan cara mencampurkan arang dan tanah secara merata, sedangkan cuka kayu disiramkan pada tanah. Untuk pemeliharaan tanaman, dilakukan penyemprotan cuka kayu pada batang, tangkai dan daun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan arang dan cuka kayu pada media tumbuh anakan sengon dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 127% dan 208%, untuk diameter 109% dan 129%. Pada tanaman jabon, penambahan arang dan cuka kayu dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi sebesar 117% dan 142%, untuk diameter 166% dan 128%.

Sedangkan pada pohon penghasil gaharu belum kelihatan pengaruhnya, karena masih memerlukan waktu yang lebih lama untuk tanaman tersebut beradaptasi. Arang dan cuka kayu dapat meningkatkan serapan hara karbon dalam tanah dan biomas. Selain karbon (C), unsur hara N, P dan K juga meningkat.

Kata kunci: Arang, cuka kayu, serapan karbon, pertumbuhan, tanah

I. PENDAHULUAN

Biochar merupakan arang hayati yang diperoleh dari suatu pembakaran tidak sempurna, sehingga menyisakan unsur hara yang dapat menyuburkan lahan. Jika pembakaran berlangsung sempurna, *biochar* berubah menjadi abu dan melepas karbon. *Biochar* dapat meningkatkan kelembaban dan kesuburan tanah, juga dapat bertahan ribuan tahun dalam tanah. Seperti tanah hitam (“*terra preta*”) di kawasan Amazon (Amerika Selatan) yang telah ribuan tahun mengandung arang, sampai saat ini masih tetap subur (Gani, 2009).

Di banyak negara maju dan berkembang, *biochar* telah menjadi tumpuan bagi keberlanjutan sistem usahatani dan sekaligus mengurangi dampak perubahan iklim global karena sifatnya yang karbon-negatif. Indonesia sebagai negara yang ikut meratifikasi pengurangan dampak perubahan iklim global sangat berkepentingan dalam penggunaan *biochar*. Selain dapat meningkatkan produktivitas lahan dan tanaman, penggunaan *biochar* juga dapat mengurangi kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan pertanian (Gani, 2009).

Walaupun bukan sebagai pupuk, arang/*biochar* dapat membangun kualitas dan kondisi tanah baik secara fisik, kimia dan biologi tanah. Arang diketahui sebagai pembenah tanah, karena arang mempunyai pori-pori yang dapat menyerap dan menyimpan air dan hara, kemudian air dan hara tersebut akan dikeluarkan kembali sesuai kebutuhan. Arang dapat meningkatkan pH, KTK dan dapat memperbaiki sifat kimia, fisik dan biologi tanah sehingga apabila tanaman diberi arang maka pertumbuhan akan meningkat, antara lain tinggi, diameter dan produksi (Ogawa, 1994).

Selain arang, ada juga bahan organik lainnya yang dapat memperbaiki kualitas tanah, yaitu cuka kayu yang merupakan cairan warna kuning

kecoklatan / coklat kehitaman yang diperoleh dari hasil samping pembuatan arang (Komarayati *et al.*, 2011 dan Nurhayati, 2007).

Arang dan cuka kayu merupakan sumber karbon yang dapat, mengembalikan senyawa karbon ke dalam tanah sehingga berdampak positif untuk meningkatkan biomasa tanaman. Adanya penambahan arang (*biochar*) ke dalam tanah selain untuk *carbon store*, juga dapat mereduksi emisi yang dikeluarkan oleh tanah seperti gas CH₄ dan N₂O yang dapat berpengaruh pada efek rumah kaca, dengan cara mengikat gas tersebut ke dalam pori arang (Pari, 2009 dan Hidayat, 2010).

Demikian juga dengan cuka kayu, apabila diberikan pada tanah / media tanam, maka akan meningkatkan pertumbuhan tanaman, karena cuka kayu mengandung komponen kimia seperti asam asetat dan metanol yang berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman (Yatagai, 2002).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui respon pertumbuhan anakan sengon, jabon dan pohon penghasil gaharu, mengetahui kandungan karbon, nitrogen, fosfor dan kalium dalam tanah dan biomasa tanaman setelah diberi arang dan cuka kayu.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu arang serbuk gergaji dari kayu campuran dan cuka kayu. Anakan/bibit yang digunakan adalah sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen), jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) dan pohon penghasil gaharu (*Aquilaria microcarpa* Baill.). Peralatan yang digunakan antara lain : alat pengukur tinggi, alat

pengukur diameter, timbangan, selang plastik untuk menyiram, ajir, label dan lain-lain.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kebun Penelitian Pasirhantap, Sukabumi, selama enam bulan.

C. Metodologi

1. Prosedur penelitian

Sebelum dilakukan penanaman, pertama-tama dilakukan pengolahan tanah yang meliputi : pembersihan lahan, pengukuran jarak tanam, pembuatan lubang tanam, pemasangan ajir. Selanjutnya dilakukan penanaman bibit sengon, jabon dan pohon penghasil gaharu, penambahan arang dan cuka kayu pada masing-masing perlakuan. Penambahan arang pada tanah/media disesuaikan dengan perlakuan yaitu 10%, 20%, 30% dari volume tanah. Begitu juga penambahan cuka kayu pada tanah, disesuaikan dengan perlakuan yang diberikan yaitu : cuka kayu diencerkan dicampur air dan dibuat konsentrasi 1%, 2%, 3% dan 4%. Selanjutnya cuka kayu hasil pengenceran tersebut disiramkan pada tanah yang telah ditanam. Penyiraman cuka kayu dilakukan 1 minggu sekali dan untuk mencegah serangan hama penyakit dilakukan penyemprotan cuka kayu 1 minggu sekali.

Selama enam bulan penelitian, dilakukan penyiraman dua kali dalam seminggu karena pada saat mulai penanaman tidak ada hujan, penyemprotan cuka kayu dengan interval waktu 1 minggu satu kali. Respon pertumbuhan yang diamati yaitu pertumbuhan tinggi, diameter dan kandungan karbon yang terdapat dalam tanah/media tumbuh dan dalam biomasa ketiga jenis bibit.

2. Pengujian

Pengujian dilakukan terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter pohon. Penetapan kadar C organik dilakukan dengan metode Walkley dan Black, N total dengan metode Kejdahl (Sukmana, 1983). Sedangkan P total, K total, ditetapkan mengikuti prosedur pengujian Biotrop (Anonim, 2000).

D. Analisis Data

Perlakuan yang digunakan terdiri dari 3 taraf, yaitu : A = jenis bibit, B = jenis bahan organik,

C = perlakuan (konsentrasi arang/cuka kayu).

Faktor A : A1 = sengon, A2 = jabon dan A3 = gaharu.

Faktor B : B1 = arang dan B2 = cuka kayu.

Faktor C : C1 = kontrol, C2 = arang 10%, C3 = arang 20%, C4 = arang 30%, C5 = cuka kayu 1%, C6 = cuka kayu 2%, C7 = cuka kayu 3% dan C8 = cuka kayu 4%.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan ragam peragam berpola acak lengkap. Sebagai peragam adalah tinggi awal dan diameter awal. Ulangan dilakukan 9 kali. Selanjutnya untuk mengetahui adanya perbedaan pengaruh antar perlakuan, dilakukan uji jarak beda nyata dan uji t (Steel dan Torrie, 1991).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sengon

Hasil analisis ragam-peragam terhadap pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan diameter bibit sengon disajikan pada Lampiran 1. Pengaruh perlakuan yang nyata terhadap pertumbuhan anakan tersebut, selanjutnya ditelaah lebih lanjut dengan uji beda nyata terkecil t, hasil penelaahan dapat dilihat pada Lampiran 2.

Dari Lampiran 2 dapat diketahui bahwa pertumbuhan tinggi terbesar dihasilkan dari penambahan 20% arang (B2) yaitu sebesar 127% bila di bandingkan dengan kontrol/tanpa penambahan arang. Penambahan arang 20% merupakan dosis maksimal untuk pertumbuhan tinggi sengon. Penambahan cuka kayu 1% dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi sebesar 208%, selanjutnya diikuti oleh penambahan cuka kayu 3%, 2% dan 4% berturut-turut peningkatan tinggi sebesar 154%, 123% dan 117%. Untuk pertumbuhan diameter anakan sengon terbesar diperoleh dari perlakuan penambahan arang 10% (B1) yaitu sebesar 109%. Makin tinggi penambahan arang, ternyata tidak mempengaruhi pertumbuhan diameter. Sedangkan penambahan cuka kayu 1% (B4) sudah mampu meningkatkan pertumbuhan diameter anakan sengon sebesar 129%. Makin tinggi dosis cuka kayu yang diberikan tidak menyebabkan peningkatan diameter.

Pada Tabel 1, dapat diketahui pengaruh pemberian arang terhadap kandungan karbon (C)

Tabel 1. Kandungan C, N, P dan K dalam tanah yang diberi arang dan cuka kayu dan ditanami anakan sengon**Table 1. C, N, P and K content in the soil after being charcoal and wood vinegar added and the soil later on planted with the sengon planted**

NO.	Perlakuan (Treatment)	Awal (Before)				Akhir (After)			
		C org, %	N total, %	P ppm	K me/100g	C org, %	N total, %	P ppm	K, me/100g
1	Kontrol (Control)	2,49	0,29	11,40	0,64	1,03	0,10	6,70	0,42
2	Arang (Charcoal) 10%	2,54	0,31	14,20	0,82	2,95	0,28	9,00	2,06
3	Arang (Charcoal) 20%	2,50	0,32	14,80	0,86	3,11	0,32	10,90	2,54
4	Arang (Charcoal) 30%	2,46	0,33	17,60	0,86	3,03	0,31	12,60	1,15
5	Cuka kayu (Wood vinegar) 1%	2,18	0,34	17,20	0,91	2,71	0,28	9,70	0,53
6	Cuka kayu (Wood vinegar) 2%	2,32	0,31	18,30	0,96	2,71	0,26	13,10	0,27
7	Cuka kayu (Wood vinegar) 3%	2,08	0,29	18,90	1,05	2,71	0,25	8,60	0,32
8	Cuka kayu (Wood vinegar) 4%	1,98	0,29	16,20	1,12	3,20	0,32	9,70	0,40

Tabel 2. Kandungan C, N, P dan K dalam biomas sengon sebelum dan setelah diberi arang dan cuka kayu**Table 2. C, N, P and K content in Sengon biomass, before and after the addition of charcoal and wood vinegar**

NO.	Perlakuan (Treatment)	Kadar (Content)			
		C org, %	N total, %	P %	K %
1	Kontrol (Control)	45,24	1,39	0,18	0,91
2	Arang (Charcoal) 10%	43,50	1,46	0,23	1,85
3	Arang (Charcoal) 20%	50,86	2,02	0,25	0,91
4	Arang (Charcoal) 30%	47,62	2,09	0,27	0,62
5	Cuka kayu (Wood vinegar) 1%	50,81	2,23	0,23	0,60
6	Cuka kayu (Wood vinegar) 2%	52,50	1,46	0,21	0,59
7	Cuka kayu (Wood vinegar) 3%	43,77	1,88	0,24	0,54
8	Cuka kayu (Wood vinegar) 4%	52,59	2,16	0,21	0,52

organik dalam tanah yang ditanami sengon selama enam bulan. Terjadi peningkatan kadar C organik dari (2,46-2,54 %) menjadi (2,95-3,1%). Begitu pula pada tanah yang diberi cuka kayu, terjadi peningkatan kadar karbon (C) organik, yaitu dari (1,982,32%) menjadi (2,71-3,20%).

Kadar N total dan P tersedia tidak mengalami peningkatan, setelah diberi perlakuan penambahan arang dan cuka kayu. Artinya arang dan cuka kayu tidak mempengaruhi kadar N total dan P tersedia. Sedangkan kadar K meningkat setelah diberi arang, dari semula (0,82-0,86

me/100g) menjadi (1,15-2,54 me/100g), akan tetapi pemberian cuka kayu tidak mempengaruhi kadar K.

Pada Tabel 2, dapat diketahui kandungan karbon (C) dalam biomasa sengon. Bila dibandingkan dengan kontrol, ternyata pemberian 20% dan 30% arang dapat meningkatkan kandungan karbon sebesar 105 - 112%. Sedangkan pemberian cuka kayu 1%, 2% dan 4% dapat meningkatkan kandungan karbon sebesar 112 - 116%. Untuk kandungan nitrogen (N) terjadi peningkatan setelah diberi 10 - 30% arang yaitu sebesar 105 - 146% dan setelah diberi cuka kayu 1 - 4%, peningkatan berkisar antara 105 - 160%. Begitu juga terjadi peningkatan kandungan P setelah diberi arang 10 - 30%, yaitu sebesar 128 - 150% dan setelah diberi cuka kayu peningkatan P berkisar 117 - 150%. Selanjutnya peningkatan kandungan kalium (K), terjadi setelah diberi arang 10%, yaitu sebesar 203%. Sedangkan pemberian arang 20 - 30% tidak

menyebabkan peningkatan kandungan K, begitu juga setelah diberi cuka kayu 1 - 4%.

B. Jabon

Hasil analisis ragam-peragam terhadap pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan diameter semai jabon disajikan pada Lampiran 3. Pengaruh perlakuan yang nyata terhadap pertumbuhan semai tersebut, selanjutnya ditelaah dengan uji beda nyata terkecil t, hasil penelaahan disajikan pada Lampiran 4.

Pada tanaman jabon, dari hasil uji t (Lampiran 4), dapat diketahui pengaruh pemberian arang 10 - 30% hanya dapat meningkatkan tinggi sebesar 100 - 117% dibandingkan kontrol. Sedangkan pemberian cuka kayu 1 - 4% dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi sebesar 142 - 167%. Penambahan arang pada anakan jabon tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi, bila dibandingkan dengan penambahan cuka kayu. Konsentrasi cuka kayu 2% merupakan

Tabel 3. Kandungan C, N, P dan K dalam tanah yang diberi arang dan cuka kayu dan ditanami anakan jabon

Table 3. C, N, P and K content in the soil, after being charcoal and wood vinegar added and jabon planted

N0.	Perlakuan (Treatment)	Awal (Before)				Akhir (After)			
		C org,%	N total, %	P ppm	K me/ 100g	C org,%	N total, %	P ppm	K, me/10 0g
1	Kontrol (Control)	2,38	0,24	9,40	0,61	2,31	0,21	8,20	0,41
2	Arang (Charcoal) 10%	2,42	0,29	13,80	0,72	2,40	0,23	9,00	0,38
3	Arang (Charcoal) 20%	2,45	0,28	14,20	0,79	2,55	0,24	10,50	2,06
4	Arang (Charcoal) 30%	2,38	0,29	14,90	0,83	2,31	0,21	9,30	1,11
5	Cuka kayu (Wood vinegar) 1%	2,36	0,24	13,50	0,81	2,20	0,21	9,60	0,28
6	Cuka kayu (Wood vinegar) 2%	2,14	0,24	15,30	0,85	2,20	0,21	7,10	0,21
7	Cuka kayu (Wood vinegar) 3%	2,07	0,26	16,20	0,91	2,20	0,22	8,60	0,18
8	Cuka kayu (Wood vinegar) 4%	2,07	0,23	16,80	0,93	2,71	0,28	9,20	0,22

konsentrasi yang cocok untuk tanaman jabon. Untuk diameter, ternyata penambahan arang sebesar 10 - 30% dapat meningkatkan pertumbuhan sebesar 154 - 180%. Konsentrasi arang 20% sudah cukup untuk peningkatan diameter. Pemberian cuka kayu 1 - 4% dapat meningkatkan pertumbuhan diameter 108 - 128%. Sebaliknya penambahan arang/*biochar* terhadap diameter anakan jabon memberikan perbedaan yang nyata bila dibandingkan dengan penambahan cuka kayu. Bila diperhatikan ternyata konsentrasi cuka kayu 2% merupakan konsentrasi maksimum untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini terbukti dari beberapa hasil penelitian lainnya, bahwa konsentrasi cuka kayu sebesar 2% sudah dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi (Nurhayati, 2007; Komarayati & Santoso, 2011).

Pada penelitian ini penambahan cuka kayu pada tanaman jabon menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan tinggi maupun diameter, bila dibandingkan dengan penambahan arang. Walaupun jabon dan sengon merupakan tumbuhan cepat tumbuh, tetapi masing-masing jenis tanaman mempunyai perbedaan karakteristik sendiri, sehingga memberikan respon yang berbeda. Sesuai dengan pernyataan Anonim (2010), bahwa cuka kayu yang terkandung dalam asap hasil pembakaran arang kayu berguna untuk

memperbaiki mutu tanah dan membantu pertumbuhan tanaman agar lebih baik dan kuat. Dari hasil analisa GCMS pyrolisis diketahui beberapa komponen kimia cuka kayu seperti asam asetat, metanol dan fenol yang masing-masing mempunyai fungsi bagi pertumbuhan tanaman.

Asam asetat berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman dan pencegah penyakit tanaman, metanol berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, sedangkan fenol dan turunannya berfungsi untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman (Yatagai, 2002).

Pada Tabel 3, dapat diketahui pengaruh pemberian arang dan cuka kayu terhadap kandungan karbon dalam tanah yang ditanami jabon selama enam bulan. Terjadi peningkatan kadar karbon (C) organik dari (2,38 - 2,42%) menjadi (2,31 - 2,55%) setelah diberi arang, kemudian setelah diberi cuka kayu kadar karbon organik meningkat dari (2,07 - 2,36%) menjadi (2,20 - 2,71%).

Untuk kadar N total dan P tersedia tidak mengalami peningkatan, penambahan arang dan cuka kayu tidak mempengaruhi kadar N total dan P tersedia. Sedangkan kadar K meningkat setelah diberi arang dari semula (0,79 - 0,83 me/100g) menjadi (1,11 - 2,06 me/100g), akan tetapi pemberian cuka kayu tidak mempengaruhi kadar K.

Tabel 4. Kandungan C, N, P dan K dalam biomas jabon sebelum dan setelah diberi arang dan cuka kayu

Table 4. C, N, P and K in Jabon biomass, before and after charcoal and wood vinegar added

NO	Perlakuan (Treatment)	Kadar (Content)			
		C org,%	N total,%	P %	K %
1	Kontrol (Control)	51,12	1,32	0,16	0,59
2	Arang (Charcoal) 10%	52,15	2,02	0,22	1,33
3	Arang (Charcoal) 20%	49,60	1,11	0,20	0,84
4	Arang (Charcoal) 30%	51,81	1,08	0,21	0,66
5	Cuka kayu (Wood vinegar) 1%	47,43	1,11	0,19	0,59
6	Cuka kayu (Wood vinegar) 2%	45,07	1,02	0,16	0,71
7	Cuka kayu (Wood vinegar) 3%	50,00	1,18	0,16	0,71
8	Cuka kayu (Wood vinegar) 4%	50,98	1,08	0,17	0,47

Selanjutnya pada Tabel 4, dapat diketahui peningkatan kandungan C organik dalam biomas jabon setelah diberi arang 10% dan 30%, yaitu sekitar 101 - 102%. Sedangkan pemberian arang sebesar 20% tidak dapat meningkatkan kandungan C, begitu juga pada pemberian cuka kayu 1 - 4%. Untuk kandungan nitrogen (N), peningkatan hanya terjadi pada penambahan arang 10%, sedangkan penambahan arang 20% dan 30%, cuka kayu 1 - 4% tidak menyebabkan peningkatan N. Kandungan P dalam biomas jabon meningkat setelah diberi arang 10 - 30% yaitu sebesar 135 - 137%, penambahan cuka kayu 1% dan 4% dapat meningkatkan sebesar 106 - 119% bila dibandingkan dengan kontrol. Kandungan K dalam biomas jabon meningkat setelah diberi arang 10 - 30%, yaitu sebesar 134 - 225%. Peningkatan tertinggi terjadi pada penambahan arang 10%, yang artinya bahwa penambahan arang 10% merupakan dosis optimum bagi tanaman jabon. Sedangkan pemberian cuka kayu 2% dan 3% dapat meningkatkan kalium sebesar 120% bila dibandingkan dengan kontrol. Bila diperhatikan ternyata khusus pada biomas jabon, pemberian arang 10% menunjukkan peningkatan

kandungan C, N, P dan K tertinggi dibandingkan dengan pemberian arang 20 - 30%.

C. Pohon Penghasil Gaharu

Hasil analisis ragam-peragam terhadap pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan diameter anakan pohon penghasil gaharu dapat diketahui pada Lampiran 5. Pengaruh perlakuan yang nyata terhadap pertumbuhan anakan tersebut, ditelaah lebih lanjut dengan uji beda nyata terkecil t, hasil penelaahan disajikan pada Lampiran 6.

Secara keseluruhan, pengaruh pemberian arang dan cuka kayu pada tanaman penghasil gaharu tidak signifikan, kemungkinan disebabkan tanaman ini bukan merupakan tanaman cepat tumbuh sehingga adaptasinya perlu waktu yang lebih lama. Berbeda dengan sengon dan jabon yang merupakan tanaman cepat tumbuh, sehingga adaptasinya cepat, sehingga dapat dengan cepat menyerap pemberian arang dan cuka kayu pada tanaman.

Pada Tabel 5, dapat diketahui pengaruh pemberian arang dan cuka kayu terhadap kandungan karbon dalam tanah yang ditanami pohon penghasil gaharu selama enam bulan. Terjadi peningkatan kadar karbon (C) organik dari

Tabel 5. Kandungan C, N, P dan K dalam tanah yang diberi arang dan cuka kayu dan ditanami anakan pohon penghasil gaharu

Table 5. C, N, P and K content in soil, after charcoal and wood vinegar added and gaharu planted

NO	Perlakuan (Treatment)	Awal (Before)				Akhir (After)			
		C org,%	N total,%	P ppm	K me/10 0g	C org,%	N total,%	P ppm	K me/1 00g
1	Kontrol (Control)	1,94	0,21	11,30	0,56	3,86	0,34	8,30	0,37
2	Arang (Charcoal) 10%	2,32	0,29	14,20	0,63	3,55	0,30	9,60	0,40
3	Arang (Charcoal) 20%	2,28	0,31	13,80	0,68	2,63	0,26	10,20	2,36
4	Arang (Charcoal) 30%	2,21	0,27	14,80	0,77	3,75	0,35	11,60	1,94
5	Cuka kayu (Wood vinegar) 1%	2,24	0,32	15,10	0,72	4,00	1,38	9,60	0,50
6	Cuka kayu (Wood vinegar) 2%	2,19	0,31	15,90	0,78	3,51	0,32	9,30	0,58
7	Cuka kayu (Wood vinegar) 3%	2,17	0,29	16,20	0,84	4,15	0,37	11,00	0,48
8	Cuka kayu (Wood vinegar) 4%	2,09	0,27	15,30	0,86	4,55	0,42	13,80	0,50

Tabel 6. Kandungan C, N, P dan K dalam biomas pohon penghasil gaharu sebelum dan setelah diberi arang dan cuka kayu**Table 6. C, N, P and K content in biomass of eaglewood producing trees, before and after the addition of charcoal and wood vinegar**

NO	Perlakuan (Treatment)	Kadar (Content)			
		C org,%	N total,%	P, %	K, %
1	Kontrol (Control)	50,61	1,20	0,16	1,55
2	Arang (Charcoal) 10%	55,27	1,18	0,18	1,33
3	Arang (Charcoal) 20%	54,91	1,32	0,18	1,08
4	Arang (Charcoal) 30%	53,91	1,11	0,20	1,16
5	Cuka kayu (Wood vinegar) 1%	52,86	1,04	0,19	0,42
6	Cuka kayu (Wood vinegar) 2%	44,30	0,98	0,20	0,93
7	Cuka kayu (Wood vinegar) 3%	54,43	1,08	0,21	0,84
8	Cuka kayu (Wood vinegar) 4%	50,33	1,14	0,16	1,18

(2,21 - 2,32%) menjadi (2,63 - 3,75%) setelah diberi arang, kemudian setelah diberi cuka kayu kadar karbon meningkat dari (2,09 - 2,24%) menjadi (3,51 - 4,55%).

Untuk kadar N total dan P tersedia tidak mengalami peningkatan, penambahan arang dan cuka kayu tidak mempengaruhi kadar N total dan P tersedia. Sedangkan kadar K meningkat setelah diberi arang dari semula (0,68 - 0,77 me/100 g) menjadi (1,94 - 2,36 me/100 g), akan tetapi pemberian cuka kayu tidak mempengaruhi kadar K.

Pada Tabel 6, dapat diketahui terjadinya peningkatan kandungan karbon dalam biomas gaharu setelah diberi arang 10 - 30%, yaitu sebesar 106 - 109% bila dibandingkan kontrol. Pemberian cuka kayu 1% dan 3% dapat meningkatkan kandungan karbon sebesar 104 - 107%. Sedangkan pengaruh pemberian arang dan cuka kayu pada kandungan N hanya terjadi pada pemberian arang 20% yaitu sebesar 110%.

Kandungan P dalam biomas gaharu meningkat setelah diberi arang 10 - 30%, peningkatan sebesar 112 - 125%. Sedangkan pemberian cuka kayu 1 - 3% dapat meningkatkan kandungan P sebesar 105 - 126% setelah dibandingkan dengan kontrol. Pada biomas gaharu, ternyata pemberian arang dan cuka kayu dengan berbagai perlakuan tidak dapat meningkatkan kandungan kalium (K).

Selanjutnya bila diamati perbandingan respon pengaruh perlakuan penambahan arang dan cuka kayu pada tanaman sengon, jabon dan pohon penghasil gaharu, ternyata pada jabon, pengaruh perlakuan dapat meningkatkan rata-rata pertumbuhan tinggi sebesar 7,14 cm dan diameter 0,48 cm. Bila dibandingkan dengan sengon dan pohon penghasil gaharu, maka peningkatan pertumbuhan jabon paling tinggi selama enam bulan penelitian. Sedangkan pengaruh perlakuan terhadap peningkatan rata-rata pertumbuhan tinggi maupun diameter pohon penghasil gaharu adalah sebesar 4,33 cm dan 0,40 cm. Dari ketiga jenis tanaman yang diberi perlakuan penambahan arang dan cuka kayu, ternyata sengon merupakan tanaman yang paling rendah peningkatan pertumbuhan tinggi dan diameternya.

Dari ketiga jenis anakan sengon, jabon dan pohon penghasil gaharu yang persentase tumbuhnya tertinggi adalah anakan jabon yaitu sebesar 87,50% ; diikuti oleh anakan pohon penghasil gaharu 81,25% dan anakan sengon 79,16%. Hal ini terjadi karena dipengaruhi banyak faktor, antara lain pada saat penanaman hujan tidak turun (kemarau panjang), juga dipengaruhi kecepatan tumbuh dan tingginya kandungan hara dari masing-masing jenis anakan.

Seperti diketahui bahwa untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman membutuhkan beberapa unsur hara yang meliputi unsur hara

makro : N, P, K, Ca, Mg dan S; dan juga unsur hara mikro : Fe, Mn, B, Mo, Cu, Zn dan Cl. Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa arang mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan tanaman, karena selain arang mengandung karbon (C) yang berfungsi membentuk karbohidrat, lemak, protein dan pembentuk dinding sel, juga karbon merupakan salah satu unsur hara makro yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Begitu juga cuka kayu, walaupun kadar karbonnya lebih rendah dari kadar karbon dalam arang, tetap dapat meningkatkan serapan karbon baik dalam tanah maupun dalam biomas. Unsur lainnya yang terdapat dalam arang adalah kalium (K), yang berfungsi sebagai pembentuk karakter warna pada batang, memperkokoh pertumbuhan tanaman dan juga dapat mengkilapkan daun (Eddy, 2008 dan Sonny, 2008). Begitu juga cuka kayu, dapat memacu pertumbuhan akar tanaman sehingga pertumbuhan tanaman meningkat, selain itu bila tanaman disiram/ disemprot cuka tanaman akan lebih sehat dan daun menjadi mengkilap.

Terjadinya perbedaan peningkatan karbon karena pengaruh pemberian arang dan cuka kayu pada tanah dan biomas tanaman disebabkan adanya perbedaan kandungan karbon pada arang dan cuka kayu, dimana kandungan karbon pada arang sangat tinggi yaitu sebesar 74,16%, sedangkan kandungan karbon pada cuka kayu hanya sebesar 6,12-7,35% (Gusmailina *et al.*, 2002 dan Komarayati *et al.*, 2011).

Walaupun demikian arang dan cuka kayu merupakan sumber karbon yang dapat berfungsi sebagai sumber *carbon store* sehingga dapat mengembalikan senyawa karbon ke dalam tanah yang akan berdampak positif untuk meningkatkan biomas tanaman. Adanya penambahan arang (*biochar*) ke dalam tanah selain untuk *carbon store*, juga dapat mereduksi emisi yang dikeluarkan oleh tanah seperti gas CH₄ dan N₂O yang dapat berpengaruh pada efek rumah kaca, dengan cara mengikat gas tersebut ke dalam pori arang. Selain itu, *biochar* mampu menangkap karbon dari tanaman dan menyimpannya di



Gambar 1. Akar sengon dan jabon yang tumbuh pada media tanam yang diberi campuran arang.

Figure 1. Sengon and Jabon root growth at charcoal media

bawah tanah, sehingga akan terurai secara lambat yang berdampak pada penurunan emisi gas rumah kaca CO₂ (Anonim, 2012).

Penelitian lain yang menggunakan arang sebagai pemacu pertumbuhan tanaman menyebutkan bahwa penambahan arang serbuk gergaji sebesar 20% pada tanaman *Shorea leprosula* dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi sebesar 3,89 kali dan diameter 2,47 kali (Siregar *et al.*, 2003). Selanjutnya Siregar (2005) menyatakan bahwa pemberian arang bongkah yang sudah dibuat serbuk sebesar 10% pada media tanam *Acacia mangium* dan 15% pada *Michelia montana* dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter dan jumlah daun, juga dapat meningkatkan nutrisi tanah.

Dari beberapa penelitian lainnya terbukti bahwa pemberian arang pada tanah dapat meningkatkan sifat kimia tanah seperti pH, kapasitas tukar kation dan kadar Ca. Imanuddin *et al.* (2005), menyatakan bahwa pemberian 10% arang pada *Shorea leprosula* dan *Shorea macrophylla* dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter.

Adanya arang dalam campuran media tumbuh, menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik, karena arang diketahui mempunyai kelebihan antara lain arang mempunyai pori-pori yang dapat menyerap dan menyimpan air serta unsur hara. Adanya campuran arang pada media tumbuh, dapat meningkatkan panjang akar dan bulu-bulu akar karena media tumbuh/tanah akan lebih gembur dan subur, sehingga pertumbuhan tanaman akan lebih baik dan sempurna, juga ketahanan hidup tanaman menjadi lebih lama. Pernyataan ini telah dibuktikan dan dapat dilihat pada Gambar 1.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Penambahan arang dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman sengon dan jabon, kecuali pada pohon penghasil gaharu hanya diameter yang meningkat setelah diberi 20% arang.
2. Penambahan cuka kayu dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman sengon dan jabon, kecuali pada pohon penghasil gaharu tidak terjadi peningkatan.
3. Penambahan arang dan cuka kayu dapat meningkatkan serapan karbon dan kalium dalam tanah, kecuali nitrogen dan fosfor tidak meningkat.
4. Kandungan karbon, nitrogen, kalium dan fosfor pada biomas sengon, jabon dan pohon penghasil gaharu, pada beberapa perlakuan mengalami peningkatan setelah diberi arang dan cuka kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- SEAMEO-BIOTROP. 2000. Pedoman pengharkatan hara kompos.
- Sinar Tani. 2012. Biochar yang tepat untuk tanah yang tepat. Edisi No. 3433, 22 Februari 2012. Diakses tanggal 2 April, 2012.
- Sinar Tani. 2010. Cuka kayu penyubur dan penguat tanaman. Membangun Kemandirian Agribisnis. *Up date* 29/11/2010.
- Eddy. 2008. Pertajam efek legam dengan arang. Agrobisnis Anthurium. Edisi 08/1. 03-16 Januari 2008.
- Gani.A. 2009. Potensi arang hayati sebagai komponen teknologi perbaikan produktivitas lahan pertanian. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan, Vol/No : IT 04/01, tahun 2009. Pusat Litbang Tanaman Pangan. Badan Litbang Pertanian.
- Gusmailina, G. Pari and S. Komarayati. 2002. Implementation study of compost and charcoal compost production. Laporan Kerjasama Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan dengan JIFPRO, Jepang. Tahun 3. Puslitbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor. Tidak dipublikasi.
- Hidayat. 2010. Pemanfaatan arang sebagai *biochar* yang ramah lingkungan. Arief Hidayat Blog, 16 Desember 2010. Di akses tanggal 14 April 2012.
- Imanuddin, R., C.A. Siregar and I. Nobuo. 2005. Growth of *Shorea leprosula* and *Shorea macrophylla* plantation as affected by charcoal application in West Kalimantan.

- Proceeding of the 2nd workshop on demonstration study on carbon fixing forest management in Indonesia. Kerjasama FORDA dan JICA. Bogor, 11 Januari 2005.
- Komarayati, S. dan E. Santoso. 2011. Arang dan cuka kayu : Produk HHBK untuk stimulan pertumbuhan mengkudu (*Morinda citrifolia*). Jurnal Penelitian Hasil Hutan 29 (2) : 155-178. Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.
- _____, Gusmailina dan G. Pari. 2011. Produksi cuka kayu hasil modifikasi tungku arang terpadu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 29 (3): 234-247. Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.
- Madjid. 2011. Mekanisme penyediaan unsur hara untuk tanaman. Sumber : file:///D:/mekanisme penyediaan unsur hara untuk html. Diakses tanggal 16 Pebruari 2012.
- Nurhayati, T. 2007. Produksi arang terpadu dengan cuka kayu dan pemanfaatan cuka kayu pada tanaman pertanian. Makalah pada acara pelatihan pembuatan arang terpadu dan produk turunannya. Di Dinas Kehutanan Kabupaten Bulungan, Kalimantan Timur, 17-26 Juli 2007.
- Ogawa, M. 1994. Symbiosis of people and nature in the tropics. Farming Japan. (Agriculture, Forestry, Fisheries). Vol 28 (5) : 10 - 30. Kansai Environmental Engineering Center Co., Ltd. Japan.
- Ott, R.L. 1994. An introduction to statistical methods & data analyses. Fourth edition. Durbury Press. Belmont, California. USA.
- Pari, G. 2009. Laporan mengikuti 1 st Asia Pasific Biochar Conference Gold Coast. Australia, 17-20 Mei 2009. Tidak Diterbitkan.
- Siregar, C. A.I., Heriansyah and M. Kyoshi. 2003. Studi pendahuluan efek aplikasi arang terhadap pertumbuhan awal *Acacia mangium*, *Pinus merkusii* dan *Shorea leprosula*. Buletin Penelitian Hutan, np. 634, hal 27 - 40. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor. Indonesia.
- Siregar, A. 2005. Effect of charcoal application on early growth stage of *Acacia mangium* and *Michelia montana*. Proceeding of the 2nd workshop on demonstration study on carbon fixing forest management in Indonesia. Kerjasama FORDA dan JICA. Bogor, 11 Januari 2005.
- Sonny. 2008. Teknik pembentuk karakter warna. Manfaat dibalik pekatnya arang. Tabloid Bunga. Gallery. Dwi mingguan / Th I / 08. 10-23 Januari 2008.
- Steel, R.G.D., dan Torrie, J.H. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika (*Terjemahan*) PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sukmana, S. 1983. Evaluation of unit process in the composting of it waste. Fakulteit van de Landbouwwetenschafen Laboratory Voor Bodemfysica, Bodemconditionering en Tuinbouwbodemkunde.
- Yatagai. 2002. Utilization of charcoal and wood vinegar in Japan. Report. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

Lampiran 1. Analisis ragam-peragam terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter anakan sengon

Appendix 1. Analysis of covariance on height and diameter growth of sengon seedlings

Sumber keragaman (Source of variance)	db (df)	Pertumbuhan tinggi (Height growth)			Pertumbuhan diameter (Diameter growth)		
		B	F-hit (F-calc.)	P	β	F-hit (F-calc.)	P
Total (Total)							
Perlakuan (Treatment)	7		13.10	**		8.55	**
Peragam (Adjuster)	1	+0.06475	2.890	*		3.29	*
Galat (Error)							
Rata-rata (Means), Y	-		3.15741 cm			0.2548 cm	
Peragam awal (Initial adjuster), X			26.5741 cm			0.05616 cm	
R ²			0.6203			0.4316	
KK, %			75.1247			26.402	

Keterangan (Remarks) : * = nyata pada taraf 5% (significant at 5%) ; ** = nyata pada taraf 1% (significant at 1%); tn = tidak nyata (not significant); Peragam (Adjuster), untuk pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan diameter adalah berturut-turut tinggi awal dan diameter awal anakan (for height and diameter growths are consecutively initial height and initial diameter of the seedlings) ; β = koef. regresi (regression coeff); R² = koef. determinasi (coeff. of determination) ; KK = koefisien keragaman (coeff. of variation)

Lampiran 2. Uji beda nyata terkecil t-Fisher terhadap pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan diameter anakan sengon

Appendix 2. Fisher's t least significant difference tests on height and diameter growths of sengon seedlings

No	Perlakuan (Treatment)	Pertumbuhan tinggi (Height growth)			Pertumbuhan diameter (Diameter growth)			Total skor (Total score)
		Δh (cm)	Mutu (Grade)	Skor (Score)	Δd (cm)	Mutu (Grade)	Skor (Score)	
0	Bo	2.438	AB	3.5	0.313	B	3	6.5
1	B1	2.244	B	3	0.340	A	4	7
2	B2	3.093	A	4	0.204	C	2	6
3	B3	2.537	A	4	0.301	C	2	6
4	B4	5.080	A	4	0.403	A	4	8
5	B5	3.003	A	4	0.316	AB	3.5	7.5
6	B6	3.763	A	4	0.395	A	4	8
7	B7	2.858	A	4	0.305	BC	2.5	6.5

Keterangan (Remarks) : Bo = kontrol (control); B1 = arang 10% (10% charcoal); B2 = arang 20% (20% charcoal); B3 = arang 30% (30% charcoal); B4 = cuka kayu 1% (1% wood vinegar); B5 = cuka kayu 2% (2% wood vinegar); B6 = cuka kayu 3% (3% wood vinegar); B7 = cuka kayu 4% (4% wood vinegar)

Lampiran 3. Analisis ragam-peragam terhadap pertambahan tinggi dan diameter anakan jabon

Appendix 3. Analysis of covariance on height and diameter growth of jabon seedlings

Sumber keragaman (Source of variance)	Db (df)	Pertumbuhan tinggi (Height growth)			Pertumbuhan diameter (Diameter growth)		
		B	F-hit (F-calc.)	P	β	F-hit (F-calc.)	P
Total (Total)							
Perlakuan (Treatment)	7		73.114	**		45.60	**
Peragam (Adjuster)	1	+0.02574	3.597	*	-0.1777	3.584	*
Galat (Error)							
Rata-rata (Means), Y	-		7.089 cm			0.4805 cm	
Peragam awal (Initial adjuster), X			27.065 cm			0.2409 cm	
R ²			0.4369			0.4952	
KK,%			33.0918			41.948	

Keterangan (Remarks): * = nyata pada taraf 5% (significant at 5%); ** = nyata pada taraf 1% (significant at 1%); tn = tidak nyata (not significant); Peragam (Adjuster), untuk pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan diameter adalah berturut-turut tinggi awal dan diameter awal anakan (for height and diameter growths are consecutively initial height and initial diameter of the seedlings); β = koef. regresi (regression coeff); R² = koef. determinasi (coeff of determination); KK = koefisien keragaman (coeff of variation)

Lampiran 4. Uji beda nyata terkecil t-Fisher terhadap pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan diameter anakan jabon

Appendix 4. Fisher's t least significant difference tests on height and diameter growths of jabon seedlings

No	Perlakuan (Treatment)	Pertumbuhan tinggi (Height growth)			Pertumbuhan diameter (Diameter growth)			Total skor (Total score)
		Δh (cm)	Mutu (Grade)	Skor (Score)	Δd (cm)	Mutu (Grade)	Skor (Score)	
0	Bo	5.40	C	2	0.35	B	3	5
1	B1	6.30	B	3	0.54	A	4	7
2	B2	5.45	BC	2.5	0.58	A	4	6.5
3	B3	6.01	B	3	0.63	A	4	7
4	B4	7.66	B	3	0.38	AB	3.5	6.5
5	B5	8.26	AB	3.5	0.45	A	4	7.5
6	B6	8.31	AB	3.5	0.42	A	4	7.5
7	B7	9.04	A	4	0.45	A	4	8

Keterangan (Remarks): Bo = kontrol (control); B1 = arang 10% (10% charcoal); B2 = arang 20% (20% charcoal); B3 = arang 30% (30% charcoal); B4 = cuka kayu 1% (1% wood vinegar); B5 = cuka kayu 2% (2% wood vinegar); B6 = cuka kayu 3% (3% wood vinegar); B7 = cuka kayu 4% (4% wood vinegar)

Lampiran 5. Analisis ragam-peragam terhadap pertambahan tinggi dan diameter anakan pohon penghasil gaharu

Appendix 5. Analysis of covariance on height and diameter growth of gaharu seedlings

Sumber keragaman (Source of variance)	db (df)	Pertumbuhan tinggi (Height growth)			Pertumbuhan diameter (Diameter growth)		
		B	F-hit (F-calc.)	P	B	F-hit (F-calc.)	P
Total (Total)							
Perlakuan (Treatment)	7		17.126	**		17.262	**
Peragam (Adjuster)	1	+0.05186	3.133	*	+0.1061	4.497	*
Galat (Error)							
Rata-rata (Means), Y	-		3.951 cm			0.4805 cm	
Peragam awal (Initial adjuster), X			35.3167 cm			0.2409 cm	
R ²			0.3827			0.4728	
KK,%			67.396			24.976	

Keterangan (Remarks): * = nyata pada taraf 5% (significant at 5%); ** = nyata pada taraf 1% (significant at 1%); tn = tidak nyata (not significant); Peragam (Adjuster), untuk pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan diameter adalah berturut-turut tinggi awal dan diameter awal semai (for height and diameter growths are consecutively initial height and initial diameter of the seedlings); β = koef. regresi (regression coeff); R² = koef. determinasi (coeff. of determination); KK = koefisien keragaman (coeff. of variation)

Lampiran 6. Uji beda nyata terkecil t-Fisher terhadap pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan diameter anakan pohon penghasil gaharu

Appendix 6. Fisher's t least significant difference tests on height and diameter growths of gaharu seedlings

No	Perlakuan (Treatment)	Pertumbuhan tinggi (Height growth)			Pertumbuhan diameter (Diameter growth)			Total skor (Total score)
		Δh (cm)	Mutu (Grade)	Skor (Score)	Δd (cm)	Mutu (Grade)	Skor (Score)	
0	Bo	8.98	A	4	0.43	A	4	8
1	B1	5.33	BC	2.5	0.41	B	3	5.5
2	B2	5.73	AB	3.5	0.44	A	4	7.5
3	B3	2.59	C	2	0.40	B	3	5
4	B4	2.85	C	2	0.43	A	4	6
5	B5	4.11	C	2	0.37	B	3	5
6	B6	3.27	C	2	0.36	B	3	5
7	B7	3.73	C	2	0.31	B	3	5

Keterangan (Remarks): Bo = kontrol (control); B1 = arang 10% (10% charcoal); B2 = arang 20% (20% charcoal); B3 = arang 30% (30% charcoal); B4 = cuka kayu 1% (1% wood vinegar); B5 = cuka kayu 2% (2% wood vinegar); B6 = cuka kayu 3% (3% wood vinegar); B7 = cuka kayu 4% (4% wood vinegar)