

KARAKTERISTIK ASAP CAIR DARI TIGA JENIS BAMBU (*Characteristics of Liquid Smoke from Three Bamboo Species*)

Sri Komarayati & Santiyo Wibowo

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor
Telp. 0251- 8633378 ; Fax. 0251 – 8633413
e-mail: srikomp3hh@yahoo.com

Diterima 02 Mei 2014, Disetujui 18 Juni 2015

ABSTRACT

Research of liquid smoke from 3 species of bamboo has been conducted by using modified drum furnace. The purpose of this study is to determine the chemical components and other properties of liquid smoke. The results showed that the yield of liquid smoke 3 types of bamboo ranged from 5.00 to 24.00%, a pH of 2.70 to 3.36 has been standardized Japan; gravity of 0.99 to 1.03, acetic acid 31.37 - 83.59%, from 1.37 to 2.07% methanol and 0.56 to 1.24% total phenol. Acetic acid, methanol and total phenol liquid smoke test results of black bamboo has the highest value, followed by liquid smoke and spotted bamboo lowest in the liquid smoke bamboo betung.

Keywords: Liquid smoke, chemical component, bamboo, characteristic, kiln drum

ABSTRAK

Penelitian pembuatan asap cair dari 3 jenis bambu telah dilakukan dengan menggunakan tungku drum modifikasi. Tujuan penelitian untuk mengetahui komponen kimia dan sifat-sifat lainnya yang terkandung dalam asap cair bambu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen asap cair tiga jenis bambu berkisar antara 5,00-24,00% ; pH 2,70-3,36 telah sesuai standar Jepang; berat jenis 0,99-1,03 ; asam asetat 31,37-83,59% ; metanol 1,37-2,07% dan total fenol 0,56-1,24%. Asam asetat, metanol dan total fenol hasil pengujian asap cair bambu hitam mempunyai nilai tertinggi, diikuti oleh asap cair bambu tutul dan terendah ada pada asap cair bambu betung.

Kata kunci : Asap cair, komponen kimia, karakteristik, bambu, tungku

I. PENDAHULUAN

Penelitian produksi arang terpadu dengan cuka kayu/asap cair sudah pernah dilakukan dengan menggunakan berbagai model tungku, dan bahan baku dari bermacam-macam bahan, seperti limbah kayu, limbah tempurung kelapa, limbah tempurung nyamplung, limbah tempurung bintaro dan lain-lain (Nurhayati et al., 2005; 2006) ; Komarayati et al., 2011; Wibowo, 2012; Aisyah et al., 2013). Dari bahan dan model tungku yang berbeda, akan menghasilkan

karakteristik dan sifat yang berbeda. Pada penelitian ini digunakan dua model tungku drum modifikasi yaitu pada tungku pertama dilengkapi dengan pipa pengalir asap berbentuk spiral, tungku kedua adalah tungku yang dilengkapi pipa pengalir asap berbentuk memanjang lurus (sistem *cubing*). Tungku model ke dua dapat menghasilkan rendemen lebih tinggi daripada tungku model pertama.

Tulisan ini mengemukakan karakteristik sifat dan kandungan komponen kimia asap cair dari tiga jenis bambu asal Jawa Barat.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah tiga jenis bambu yang berasal dari Jawa Barat, yaitu bambu hitam (*Gigantochloa atriviolacea* Widjaja), bambu tutul (*Bambusa maculata* Widjaja) dan bambu betung (*Dendrocalamus asper* (Schult. F) Backer ex Heyne).

2. Alat

Peralatan yang digunakan untuk membuat asap cair adalah tungku drum yang sudah dimodifikasi. Tungku terdiri atas dua buah drum (drum ganda). Drum pertama digunakan untuk pembuatan arang, di mana drum tersebut dilengkapi dengan cerobong asap untuk mengalirkan ke udara terbuka gas tidak terkondensasi yang terbentuk selama pengarangan. Drum pertama dilengkapi pipa untuk mengalirkan gas/uap yang dapat terkondensasi, kemudian disambungkan dengan pipa berbentuk spiral yang sudah terpasang dalam drum kedua. Pipa berbentuk spiral berfungsi mendinginkan asap/uap terkondensasi di dalamnya. Pendinginan asap/uap terjadi karena peranan air yang dialirkan dan ditampung dalam drum kedua. Hasil kondensasi asap/uap tersebut ditampung yang disebut asap cair. Ada dua jenis tungku yang digunakan yaitu yang pertama: tungku drum modifikasi dengan pipa pengalir asap berbentuk spiral, tungku kedua adalah tungku yang dilengkapi pipa pengalir asap berbentuk memanjang lurus, di mana di dalam pipa tersebut dilengkapi dengan pipa berukuran kecil, selanjutnya asap dialirkan ke pipa yang direndam air dalam drum volume 200 l, yang berguna untuk mengkondensasikan asap menjadi cairan.

Alat-alat lainnya yaitu timbangan, golok, gergaji, ember plastik, karung, jerigen plastik, termokopel dan lain-lain.

B. Prosedur Penelitian

Potongan bambu dimasukkan tungku, selanjutnya dilakukan pembakaran dengan umpan kayu bakar dan sedikit minyak tanah pada bagian bawah tungku. Proses pengarangan dengan suhu 40° – 45°C. Proses ini menggunakan tungku yang dilengkapi dengan pipa pengalir asap berbentuk spiral yang terpasang dalam drum yang telah diisi

air (Tungku 1). Sedangkan tungku ke 2, menggunakan pipa pengalir asap berbentuk memanjang lurus (sistem *cubing*), yang terpasang dalam drum yang telah diisi air. Asap yang telah dingin dialirkan dan ditampung dalam ember plastik disebut asap cair. Setelah tungku dingin (kurang lebih 24 jam), asap cair diambil dan selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium.

C. Analisis Komponen kimia

Komponen kimia asap cair seperti asam asetat dan fenol dianalisis dengan menggunakan *High performance liquid chromatography* (HPLC), metanol menggunakan *gas chromatography* (GC) di Laboratorium Pasca Panen Bogor, sedangkan komponen kimia organik dan derivatnya dianalisis dengan alat *gas chromatography-mass spectrometer* (GCMS) pyrolisis dilakukan di Laboratorium Instrumentasi dan Proksimat Terpadu, Puslitbang Hasil Hutan Bogor.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen, sifat dan kandungan komponen kimia asap cair dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Rendemen asap cair dari berat kering dan berat basah bambu tutul dan bambu hitam berkisar antara 5,20 - 6,00% dan 4,61 - 5,20%. Bambu hitam dan tutul dibuat asap cair dengan menggunakan tungku yang dilengkapi pipa pendingin berbentuk spiral (Tungku 1). Rendemen asap cair bambu hitam lebih besar dari rendemen asap cair bambu tutul, ini disebabkan karena kadar air bambu hitam (15,54%) lebih tinggi dari kadar air bambu tutul (12,73%). Bila ditinjau dari berat jenis masing-masing bahan, ternyata berat jenis bambu tutul (0,74) lebih tinggi dari berat jenis bambu hitam (0,62). Berat jenis yang lebih tinggi akan menyebabkan laju pembakaran bahan lebih lama, asap yang keluar lebih sedikit sehingga rendemen lebih rendah.

Perbedaan rendemen asap cair disebabkan oleh perbedaan jenis bahan yang digunakan, terutama oleh kandungan kadar lignin dan selulosa, dimana bahan yang mengandung kadar lignin tinggi, maka rendemen asap cairnya tinggi (Trenggono et al., 1997 dalam Wibowo 2012).

Bambu betung menggunakan tungku yang dilengkapi pipa pendingin berbentuk memanjang (*system cubing*), sehingga asap yang didinginkan mengalir ke bawah tanpa hambatan menyebabkan rendemen lebih tinggi. Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian Komarayati et al. (2011). Adanya perbedaan tungku yang digunakan, maka rendemen yang dihasilkan berbeda. Begitu juga dengan kadar air bahan, yang berasal dari bambu hitam dan tutul kadar airnya rendah, karena bahan sudah agak kering, sedangkan kadar air bambu betung kadar airnya tinggi karena bahan masih basah. Bila kadar air bahan tinggi, maka asap yang ke luar dari proses pembuatan arang akan tinggi, sehingga asap cair yang diperoleh akan banyak.

Nilai pH asap cair tiga jenis bambu berkisar antara 2,70-3,36 kisaran nilai pH tersebut

memenuhi mutu asap cair yang berlaku di Jepang dengan kisaran pH 1,50-3,70 (Yatagai, 2002). Semakin rendah pH asap cair maka semakin tinggi kualitas asap cair tersebut. Asap cair dengan pH rendah berperan sebagai antibakteri dan antioksidan (Komarayati et al., 2012). Bila dibandingkan dengan penelitian Wijaya (2008), ternyata pH asap cair bambu hitam, bambu tutul dan bambu betung ini hampir sama yaitu berkisar 3,08 - 3,93.

Berat jenis asap cair yang dihasilkan sekitar 0,99-1,03, lebih rendah dari mutu asap cair Jepang. Warna asap cair adalah kuning coklat muda dan tidak keruh. Bila dibandingkan dengan standar Jepang ternyata tidak sesuai karena asap cair standar Jepang memiliki warna kuning coklat kemerahan.

Tabel 1. Rendemen dan sifat asap cair
Table 1. Yield of liquid smoke and its properties

Jenis analisis (<i>Kinds of analysis</i>)	Contoh (<i>Sample</i>)			Mutu asap cair Jepang *) (<i>Quality of Japan wood vinegar</i>)
	1**)	2**)	3***)	
Rendemen dari berat kering (<i>Yield based on dry weight</i>), %	6,00	5,20	24,00	-
Rendemen dari berat basah (<i>Yield based on wet weight</i>), %	5,20	4,61	21,56	-
pH	2,70	2,80	3,36	1,50 – 3,70
Berat jenis (<i>Specific gravity</i>)	1,01	0,99	1,03	> 1,05
Bau (<i>Smell</i>)	Lemah (<i>Weak</i>)	Lemah (<i>Weak</i>)	Lemah (<i>Weak</i>)	-
Warna (<i>Colour</i>)	Kuning coklat muda (<i>Light brownies yellow</i>)	Kuning coklat muda (<i>Light brownies yellow</i>)	Kuning coklat muda (<i>Light brownies yellow</i>)	Kuning coklat kemerahan (<i>Yellow-reddish brown</i>)
Transparansi (<i>Transparency</i>)	Tidak keruh (<i>No cloud</i>)	Tidak keruh (<i>No cloud</i>)	Tidak keruh (<i>No cloud</i>)	Tidak keruh, tidak ada suspensi (<i>No cloud, no suspended particles</i>)

Keterangan (*Remarks*):

1 = bambu hitam (*black bamboo*)

2 = bambu tutul (*spot bamboo*)

3 = bambu betung (*betung bamboo*)

*) = Yatagai (2002)

***) = Tungku 1 (tungku spiral)

****) = Tungku 2 (tungku sistem *cubing*)

Tabel 2. Komponen utama asap cair
Table 2. Component of smoke liquid

Kompoenen kimia (<i>Chemical component</i>)	Contoh (<i>Sample</i>)		
	1	2	3
Asam asetat (<i>Acetic acid</i>), %	83,59	53,37	31,37
Metanol (<i>Methanol</i>), %	2,07	1,48	1,37
Total fenol (<i>Phenol</i>), %	1,24	1,09	0,56

Keterangan (*Remarks*): 1 = bambu hitam (*black bamboo*)
 2 = bambu tutul (*spot bamboo*)
 3 = bambu betung (*betung bamboo*)

Tabel 3. Komponen kimia asap cair bambu hitam
Table 3. Chemical component of smoke liquid from black bamboo

No.	Turunan komponen kimia (<i>Chemical component</i>)	% Relatif (<i>Relative %</i>)
1.	Acetic acid (CAS) Ethylic acid	2,77
2.	Acetic acid, hydrazide (CAS) 374	1,93
3.	Carbamic acid, monoammonium salt (CAS) ammonium carbamate	6,61
4.	Butanoic acid, 2 propenyl ester (CAS) allyl N Butanoate	19,97
	Total asam :	31,27
5.	Phenol, 4 methoxy (CAS)	2,24
6.	Cyclopentanol 2,4,4 Trimethyl	10,82
7.	3 Methoxy pyrocatechol	1,04
8.	1,4 Benzenediol (CAS) Hydroquinone	2,08
9.	Phenol 2,6, dimethoxy(CAS) 2,6 Dimethoxyphenol	5,51
10.	4 Methoxy 3 (methoxymethyl) phenol	1,02
11.	Butyl alcohol 2.D1	7,16
	Total phenol :	29,87
12.	Pyridine (CAS) Azine	0,61
13.	2 (3H) Furanone, dihydro(CAS) butyrolactone	6,53
14.	3 Acetylpyrole	2,81
15.	2 Cyclopentene 1,2 hydroxy 3 methyl (CAS) Corylon	2,3
16.	2 H Pyran 2, tetrahydro (CAS) 5 Valerolactone	4,22
17.	4 H Pyran 4, 3 hydroxy 2 methyl (CAS) maltol	5,02
18.	3 Hexene (CAS) trans 3 Hexene	0,43
19.	2,3 Octanedione (CAS) 2,3 octandion	0,82
20.	2 Butane 1- ol, propanoate (CAS) 2 buten 1 ol, Propanoate (CAS) 1 propionyl	0,56
21.	Ethanone, 1 (4 hydroxy 3 methoxyphenil) (CAS) Acetovanilone	0,59
22.	Benzene, 1,2,3 trimethoxy 5 methyl (CAS) toluene, 3,4,5-trimethoxy	0,55
23.	1,6 anhydro-beta-D- glucopyranosa	11,63
24.	Ethanone	0,97
25.	Benzaldehyde	0,57
26.	Ethanone ,1- 4 hydroxy 3,5 dimethoxyphenil CAS Acetosyringone	1,42
	Total komponen netral :	38,86

Tabel 4. Komponen kimia asap cair bambu tutul
Table 4. Chemical component of smoke liquid from tutul bamboo

No.	Turunan komponen kimia (<i>Chemical component</i>)	% Relatif (<i>Relative %</i>)
1.	Acetic acid (CAS) Ethylic acid	1,67
2.	Carbamic acid, monoammonium salt (CAS) Ammonium carbamat	1,37
3.	Formic acid (CAS) Bilorin	5,32
4.	Formic acid, ethenyl ester (CAS) vinyl formate	13,35
5.	Benzoic acid, 4 hydroxy, methyl Esther (CAS) Methyl p hydroxy benzoate	0,85
6.	2.4 Hexadienedionic acid, 3.4 diethyl, dimethyl ester	0,57
	Total asam :	23,13
7.	Phenol Izal	2,82
8.	Phenol , 4 methoxy (CAS)	2,53
9.	Phenol, 4 ethyl (CAS) p ethylphenol	0,86
10.	1,4 Benzenediol (CAS)	2,68
11.	3 Methoxy pyrocatechol	3,11
12.	Phenol 2,6. Dimethoxy	5,37
13.	4 methoxy 3	4,13
14.	Cyclopentanol 2.4.4 trimethyl	8,86
	Total phenol :	30,36
15.	Methanamine	2,16
16.	Pyridine	0,45
17.	1 Hydroxy 2 Butanone	0,27
18.	2(3H) Furanone	2,74
19.	2 Cyclopenten	0,41
20.	Piperidine	0,28
21.	2 Cyclopenten	1,76
22.	2 H Pyran 2	2,49
23.	Heptanal (CAS)	20,86
24.	2 Buten 1	2,23
25.	Ethanone	0,92
26.	Benzene	1,20
27.	1 6 Anhydro Beta	6,65
28.	Benzaldehyde	0,30
29.	Ethanone	0,59
30.	Cyclopropane	3,23
	Total komponen netral :	46,51

Kandungan komponen kimia asap cair bambu terdiri dari asam asetat berkisar antara 31,37-83,59%; metanol 1,37-2,07% dan total fenol 0,56-1,24% (Tabel 2). Asap cair bambu hitam mengandung asam asetat, methanol dan total fenol tertinggi, diikuti oleh bambu tutul dan bambu betung. Variasi kandungan komponen kimia asap cair dipengaruhi oleh jenis bahan dan karakteristik kandungan kimia bahan yang digunakan (Wibowo, 2012). Menurut Yatagai (2002), asam asetat dari asap cair berfungsi untuk mempercepat

pertumbuhan tanaman dan pencegah penyakit tanaman. Metanol berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, sedangkan phenol dan turunannya berfungsi untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman.

Asam asetat yang terdapat dalam asap cair merupakan asam organik yang terbentuk akibat proses pirolisis komponen kimia seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa (Wibowo, 2012). Selain asam asetat, terdapat fenol, dalam kehidupan sehari-hari fenol dan turunannya dapat digunakan

untuk bahan desinfektan dan inhibitor (Yatagai, 2002; Nurhayati et al., 2009).

Selanjutnya pada Tabel 3, 4 dan 5 ditampilkan hasil GCMS - pirolisis dari ke tiga jenis bambu.

Dari hasil pengujian GCMS pirolisis (Tabel 3, 4 dan 5), dapat diketahui senyawa turunan asam, phenol maupun komponen lainnya. Dalam asap cair bambu hitam terdapat kandungan asam tertinggi yaitu butanoic acid, 2 propenyl ester (CAS) allyl N butanoate sebesar 19,97% dan yang terendah acetic acid (CAS) ethylic acid 1,46%. Kandungan fenol tertinggi yaitu cyclopentanol 2,4,4 trimethyl 10,82% dan terendah 4 methoxy 3 (methoxymethyl) phenol sebesar 1,02%. Selanjutnya komponen netral tertinggi yaitu 3,4,5 trimethoxy 1,6 anhydro sebesar 11,63% dan yang paling rendah adalah 3 hexene (CAS) trans 3 Hexene sebesar 0,43% (Tabel 3). Sedangkan pada Tabel 4 dapat dilihat komponen asam tertinggi dalam asap cair bambu tutul adalah formic acid,

ethenyl ester (CAS) vinyl formate sebesar 13,35% dan terendah benzoic acid, 4 hydroxy, methyl ester (CAS) methyl p hydroxy benzoate 0,85%. Kelompok phenol tertinggi phenol 2,6 dimethoxy sebesar 5,37% dan yang paling rendah phenol, 4 ethyl (CAS) p ethylphenol 0,86%. Untuk komponen netral yang tertinggi heptanal (CAS) sebesar 20,86% dan yang rendah adalah 1 hydroxy 2 butanone 0,27%. Selanjutnya kandungan asam dalam asap cair bambu betung adalah acetic acid (CAS) ethylic acid sebesar 56,39% yang merupakan satu-satunya kandungan asam dalam asap cair bambu betung. Untuk kelompok phenol tertinggi yaitu phenol (CAS) Izal sebesar 8,62% dan terendah phenol, 2 methyl (CAS) o cresol sebesar 0,81%, dan yang terakhir adalah komponen netral yaitu 2 propanone, 1 hydroxy (CAS) acetol sebesar 3,48% dan terendah adalah pyridine (CAS) Izal 0,44% (Tabel 5). Bila dibandingkan diantara ketiga jenis bambu yang

Tabel 5. Komponen kimia asap cair bambu betung
Table 5. Chemical component of smoke liquid from betung bamboo

No.	Turunan komponen kimia (<i>Chemical component</i>)	% Relatif (<i>Relative %</i>)
1.	Acetic acid (CAS) Ethylic acid	56,39
	Total asam :	56,39
2.	Phenol(CAS) Izal	8,62
3.	Furanmethanol, tetrahydro(CAS) Tetrahydrofurfuryl alcohol	1,45
4.	Phenol, 2 methyl(CAS) o Cresol	0,81
5.	Phenol, 4 methyl(CAS) p Cresol	0,95
6.	Phenol, 3 methyl(CAS) m Cresol	2,32
7.	Phenol, 4 methoxy(CAS) Hqmme	3,82
8.	Phenol, 2 methoxy(CAS) Guaiacol	3,38
9.	Phenol, 3 ethyl(CAS) m Ethylphenol	2,20
10.	2 Methoxy 4 methylphenol	1,95
11.	Phenol, 4 ethyl 2 methoxy(CAS) 2,6 Dimethoxyphenol	4,08
	Total phenol :	30,62
12.	Nitrogen oxide(N ₂ O)(CAS)Nitrous oxide	1,04
13.	2 Propanone, 1 hydroxy(CAS) acetol	3,48
14.	Pyridine(CAS)Izal	0,44
15.	2 (3H) Furanone, dihydro(CAS) Butyrolactone	1,86
16.	2 Cyclopenten1,2 hydroxy 3 methyl(CAS)corylon	2,57
17.	2H pyran 2, tetra hydro(CAS) 5 Valerolactone	1,43
18.	18. Ethylcyclopentenolone	0,62
19.	1,2,4 Trimethoxybenzene	0,99
20.	Benzene,1,2,3 trimethoxy 5 methyl(CAS) Toluene,3,4,5 trimethoxy	0,56
	Total komponen netral :	12,99

dianalisa dengan menggunakan GCMS pyrolisis, ternyata persentase kandungan asam tertinggi terdapat pada asap cair bambu betung (56,39%) dan didominasi oleh asam asetat, diikuti oleh asap cair bambu hitam (31,17%) dan asap cair bambu tutul (23,13%). Kandungan phenol tertinggi ada dalam asap cair bambu betung (30,62%), asap cair bambu tutul (30,36%), bambu hitam (29,87%). Komponen netral tertinggi ada dalam asap cair bambu tutul (46,51%), asap cair bambu hitam (38,96%), asap cair bambu betung (12,98%). Semua asap cair yang dihasilkan dari ketiga jenis bambu, dilihat dari kandungan komponen kimia, dapat digunakan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, pengendali hama dan penyakit tanaman, pengawet makanan, biopestisida dan lain-lain.

Di Jepang, asap cair bambu sudah lama dikenal sejak ratusan tahun silam dan dimanfaatkan untuk bermacam-macam keperluan, antara lain : sebagai obat detoksifikasi. Asap cair dicampur serbuk kayu oak, dimasukkan ke dalam kantong kertas saring. Campuran tersebut kemudian ditempelkan di telapak kaki, biarkan satu malam, keesokan hari kantong yang semula berwarna putih akan berubah warna menjadi hitam/coklat tua/hijau tua. Perubahan warna itu menunjukkan bahwa racun dalam tubuh sudah terserap (Agribisnis Pertanian, 2013). Selain untuk kesehatan, asap cair digunakan sebagai pupuk cair dan pestisida dengan cara pengenceran. Sebagai pencegah hama pada budi daya sayuran, asap cair mampu mematikan hama karena asap cair mengandung senyawa hidrokarbon.

Di bidang pangan, masyarakat di negara Uni Eropa dan Amerika sudah terbiasa menyantap daging panggang yang terlebih dahulu direndam dalam larutan asap cair yang telah dimurnikan melalui penyulingan bertingkat supaya zat yang berbahaya hilang. Selain itu, asap cair dapat berfungsi sebagai pengawet karena adanya senyawa asam, fenol dan karbonil. Phenol dianggap paling berperan karena mempunyai sifat anti bakteri dan anti jamur, serta mampu menghambat oksidasi lemak. Asap cair dengan konsentrasi optimal dapat memberikan manfaat yang sangat besar yaitu sebagai pemberi rasa dan aroma spesifik (Himawati, 2010).

Dari beberapa hasil penelitian aplikasi asap cair bambu pada tanaman di China, diketahui bahwa asap cair bambu dengan pengenceran/konsentrasi rendah dapat memberikan pengaruh

positif pada pertumbuhan akar dan perkecambahan benih (Mu et al., 2003 & 2004).

Jun et al. (2006) menyatakan bahwa asap cair bambu dengan pengenceran 500 kali yang disemprotkan pada tanaman selada, lobak dan mentimun dapat memacu pertumbuhan dan meningkatkan kualitas dan produksi buah. Selain itu, asap cair bambu dapat dimanfaatkan sebagai pengawet bambu untuk mebel, dengan cara batang bambu direndam dalam asap cair selama satu malam (Hidayat, 2011).

IV. KESIMPULAN

Komponen kimia asap cair dari 3 jenis bambu (hitam, tutul dan betung) terdapat 20-27 macam komponen kimia. Komponen kimia utama terdiri dari asam asetat 31,37-83,59%, metanol 1,37-2,07% dan total fenol 0,56-1,24%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agribisnis Pertanian (2013). Manfaat penting asap cair. [www.bebeja.com/manfaat penting - asap cair](http://www.bebeja.com/manfaat_penting-asap_cair). Diakses tanggal 29 Mei 2013.
- Aisyah, I., Juli, N. & Pari, G. (2013). Pemanfaatan asap cair tempurung kelapa untuk mengendalikan cendawan penyebab penyakit antraknosa dan layu Fusarium pada ketimun. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(2),170-178.
- Hidayat. (2011). *Omah Areng*. Yogyakarta. Komunikasi pribadi.
- Himawati. E. 2010. *Pengaruh penambahan asap cair tempurung kelapa destilasi dan redestilasi terhadap sifat kimia, mikrobiologi dan sensoris ikan pindang layang (Decapterus spp.) selama penyimpanan*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Jun, M., Ming, Y.Z., Qiang, W.W. & Li, W.Q. (2006). Preliminary study of application effect of bamboo vinegar on vegetable growth. *Forestry Studies in China*, 8(3), 43- 47.
- Komarayati, S., Gusmailina & Pari, G. (2011). Produksi cuka kayu hasil modifikasi tungku arang terpadu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(3),234-247.

- Komarayati, S., Anggraeni, I. & Pari, G. (2012). Pemanfaatan cuka kayu sebagai pencegah hama/penyakit tanaman. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan Hutan dan Kesehatan Pengusahaan Hutan untuk Produktivitas Hutan*, 221-228. Bogor.
- Mu. J., Uehara T. & Furuno, T. (2003). Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants. *Journal of Wood Sciences*, 49(3), 262 – 270.
- Mu. J., Uehara T. & Furuno, T. (2004). Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and growth of seed plants II: Composition of moso bamboo vinegar at different collection temperature and its effect. *Journal Wood Sciences*, 50(5), 470-476.
- Nurhayati, T., Roliadi, H. & Bermawie, N. (2005). Production of mangium wood vinegar and its utilization. *Journal of Forestry Research*, 2(1),13-26.
- Nurhayati, T., Pasaribu, R. A. & Mulyadi, D. (2006). Produksi dan pemanfaatan cuka kayu dari serbuk gergaji kayu campuran. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(5), 395- 411.
- Nurhayati, T., Jayanto, P. & Sumantoro, P. (2009). Respon cuka kayu terhadap pertumbuhan dan pengendalian penyakit bercak daun bibit tusam. *Buletin Hasil Hutan*, 15(2), 101-116. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Wibowo, S. (2012). Karakteristik asap cair tempurung nyamplung. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 30(3), 217- 228.
- Wijaya, M., Noor, E., Irawadi, T.T. & Pari, G. (2008). Karakterisasi komponen kimia asap cair dan pemanfaatannya sebagai biopestisida. *Bionature*, 9(1), 34-40.
- Yatagai. (2002). *Utilization of charcoal and wood vinegar in Japan*. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.