

**Potensi Cuka Kayu dari *Eucalyptus pellita* dan
Acacia mangium Wild Sebagai Antimikroba**

**Potential Wood Vinegar from *Eucalyptus pellita* and
Acacia mangium Wild As Antimicrobial**

Sudarnyoto (0906136422)

Vonny Setiarries Johan and Rahmayuni

Ipang.sudar@yahoo.com

ABSTRACT

Waste timber during logging *Eucalyptus pellita* and *Acacia mangium* Wild from plant forest industry has not been in use, where it can processing as wood vinegar. The purposed of this study were to obtain wood vinegar from *Eucalyptus pellita* and *Acacia mangium* Wild and determine the antimicrobial activity from both wood vinegar. Antimicrobial activity conducted with view clear zone around the paper disc soaked in vinegar on a medium *Nutrient Agar* contains microbial pathogens *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Both wood vinegar diluted with distilled water at concentration of 50%, 40%, 30%, 20% and 10% respectively, and had 3 replicates concentration.

The results showed that the yield of wood vinegar from *Eucalyptus pellita* is 32.89% and from *Acacia mangium* Wild is 29.63%. Wood vinegar from *Eucalyptus pellita* at a concentration of 10% has a zone of inhibition against *Staphylococcus aureus* average diameter 3.38 mm and 50% at concentration 7.15 mm, while the concentration of 10% inhibition zone in the bacteri *Escherichia coli* the average diameter 7.24 mm and 50% at concentration 8.79 mm. Wood vinegar from all concentration indication has activity antimicrobial. Growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* was inhibited by both wood vinegar at concentration of 10%.

Keywords: Wood Vinegar, *Eucalyptus pellita*, *Acacia mangium* Wild.

PENDAHULUAN

Cuka kayu merupakan hasil dari dispersi koloid asap kayu dalam air, yang dibuat dengan mengkondensasikan asap dari hasil pembakaran kayu. Cuka kayu dihasilkan dengan proses pembakaran secara tidak langsung dalam reaktor pirolisis dari bahan baku yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Cuka kayu umumnya terbuat dari bahan baku kayu keras diantaranya tusam, jati, bakau dan serbuk penggergajian kayu, karena kayu tersebut memiliki kandungan kimia selulosa, hemiselulosa dan lignin yang tinggi, jika dibandingkan dengan kayu lunak, serta dapat meningkatkan kualitas cuka kayu yang dihasilkan. Kayu keras memiliki kandungan lignin antara 25-35% dari berat kering kayu sedangkan kayu lunak memiliki kandungan lignin dari berat kering kayu berkisar

18-24% (Lestari, 2000). Cuka kayu merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung karbon serta senyawa-senyawa lain.

Cuka kayu dan asap cair merupakan cairan dari hasil proses pirolisis, dalam penggunaannya sama, yang membedakan adalah bahan baku yang digunakan. Cuka kayu dan asap cair banyak dimanfaatkan dan diproduksi secara komersial untuk perdagangan. Dalam pemanfaatannya asap cair dibedakan berdasarkan tingkatan yaitu *Grade 1*, 2 dan 3. *Grade 1* memiliki karakteristik berwarna bening, kualitasnya tinggi dan tidak mengandung senyawa berbahaya hidrokarbon pirosiklik aromatis (HPA) seperti *tar* dan *benzene(a)pyrene* diaplikasikan dalam pengawet makanan seperti tahu dan bakso. *Grade 2* digunakan sebagai pengawet ikan, sedangkan *Grade 3* tidak digunakan pada pengolahan karet sebagai penghilang bau dan pengawet kayu.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan Yulistiani (1997) bahwa asap cair dari tempurung kelapa mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Pujilestari (2007) juga melakukan penelitian cuka kayu galam, akasia dan karet untuk produk pangan sebagai pengawet ikan bandeng, ikan gembung dan ikan gabus dengan kosentrasi 10% dapat mengawetkan ikan selama dua bulan.

Kualitas dan kuantitas unsur kimia dari suatu cuka kayu yang dihasilkan tergantung pada jenis bahan yang digunakan. Bahan baku yang umum digunakan adalah bahan yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Pada umumnya bahan baku dalam pembuatan cuka kayu adalah kayu keras seperti kayu jati, tusam dan sengon, karena kayu tersebut akan menghasilkan kualitas cuka kayu yang tinggi. Salah satu kayu keras yang banyak ditemukan di Riau adalah kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild. Kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild mempunyai sifat mudah tumbuh di berbagai jenis tanah, selama ini kayu tersebut hanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas oleh perusahaan, salah satunya Riau Andalan Pulp and Paper. Selain di manfaatkan oleh perusahaan hutan tanaman industri, kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild juga di gunakan sebagian dalam bidang pertukangan pembuatan mebel.

Sisa tebangan (limbah) seperti ranting, batang atas dan bonggolnya belum banyak dimanfaatkan secara optimal, hanya sebagian kecil yang dimanfaatkan sebagai kompos dan sebagian besar dibakar begitu saja dari total luasan tanaman pokok 225,124 ha, bila tidak ditangani dengan baik maka dapat menjadi masalah lingkungan. Untuk itu perlu dicari solusi bagaimana memanfaatkan limbah tersebut menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi, salah satunya dijadikan sebagai bahan baku untuk menghasilkan cuka kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild. Berdasarkan uraian di atas maka penulis melakukan penelitian dengan judul “Potensi cuka kayu dari *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild sebagai antimikroba.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh cuka kayu dari kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild dan mengetahui aktivitas antimikroba dari kedua cuka kayu yang dihasilkan

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : tabung reaksi, *laminar air flow*, *autoclave*, cawan petri, erlenmeyer, rak tabung reaksi, jangka sorong, jarum ose, aluminium foil, kertas label, kertas saring, pH meter, pinset, kertas *tissue*, gelas ukur, kompor listrik, pipet volumetrik, L-Glass, timbangan analitik, bunsen dan perlengkapan alat tulis lainnya

Bahan yang digunakan yaitu cuka kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild dari batang bagian atas (sisa tebangan) umur tanaman 5 tahun, diperoleh dari Hutan Tanaman Industri Riau Andalan Pulp and Paper dari Pangkalan Kerinci, Kabupaten Pelalawan, Riau. Bakteri *Staphylococcus aureus* yang diisolasi dari sputum dan *Escherichia coli* yang diisolasi dari spesimen urin dalam pengujian antimikroba diperoleh dari laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Riau. Media yang digunakan adalah media *Nutrien Agar* (NA), *Nutrien Broth* (NB), NaCl, akuades dan alkohol 70 %.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melihat zona hambat di sekitar kertas cakram yang ditetesi cuka kayu di dalam cawan petri berisi mikroba patogen *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Kedua cuka kayu yang diencerkan dengan akuades pada konsentrasi 50%, 40%, 30%, 20% dan 10% masing-masing konsentrasi mempunyai 3 ulangan. Parameter yang diamati rendemen cuka kayu, warna cuka kayu, pH cuka kayu dan aktivitas antimikroba.

Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi secara deskriptif

Pelaksanaan penelitian

Cuka kayu disaring dengan kertas saring whatman no 1 dan diukur pH dengan pH meter, kemudian uji antimikroba dilakukan dengan metode difusi agar dengan kertas cakram (Ratan, 2000). Cuka kayu dari *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild diencerkan dengan akuades hingga diperoleh konsentrasi 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dan 50 % masing-masing konsentrasi mempunyai 3 ulangan. Tuangkan medium *Nutrien Agar* (NA) kedalam cawan petri sebanyak 20 ml, ratakan dan biarkan memadat. Kemudian inokulasi dengan suspensi bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dalam cawan petri dan diratakan dengan L- Glass. Selanjutnya masukan kertas cakram steril yang telah ditetesi 0,5 ml cuka kayu dengan konsentrasi sesuai perlakuan, letakkan pada permukaan medium menggunakan pinset steril dan Seal cawan petri dengan plastik wrap. Inkubasi dengan posisi terbalik pada suhu 37 °C selama 24 jam dan diukur zona hambat disekitar kertas cakram dengan menggunakan jangka sorong.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Cuka Kayu

Pada penelitian ini diperoleh rendemen cuka kayu dari kayu *Eucalyptus pellita* adalah sebesar 32,89% dan *Acacia mangium* Wild adalah sebesar 29,63% pada suhu pembakaran 250-400 °C selama 3 jam. Menurut Sulaiman (2004) tinggi rendahnya rendemen cuka kayu pada proses kondensasi dipengaruhi beberapa faktor diantaranya iklim, musim dan umur tanaman serta kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa pada bahan baku kayu yang digunakan dalam pembuatan cuka kayu. Lestari (2000) menyatakan bahwa kandungan lignin kayu *Eucalyptus pellita* adalah sebesar 25,63%. Irwanto (2007) juga menjelaskan kandungan lignin kayu *Acacia mangium* Wild adalah sebesar 24,89%.

Hal di atas menunjukkan bahwa kandungan lignin pada kayu *Eucalyptus pellita* lebih banyak dibandingkan kayu *Acacia mangium* Wild yang berakibat rendemen cuka kayu *Eucalyptus pellita* lebih banyak dibandingkan kayu *Acacia mangium* Wild. Hasil cuka kayu yang diperoleh pada penelitian ini masih dibawah dari hasil penelitian asap cair Tranggono dkk. (1996) adalah sebesar 52,85% digunakan bahan baku tempurung kelapa. Perbedaan pada penelitian tersebut dilakukan pada suhu pembakaran 350-400 °C selama 5 jam.

Warna Cuka Kayu

Hasil pirolisis cuka kayu *Eucalyptus pellita* mempunyai warna kuning kecoklatan sedangkan cuka kayu *Acacia mangium* Wild warna kuning jernih. Berdasarkan hasil penelitian, warna cuka kayu *Eucalyptus pellita* lebih gelap dibandingkan cuka kayu *Acacia mangium* Wild, hal ini di duga bahwa warna kedua cuka kayu dipengaruhi oleh lignin, karena lignin kayu *Eucalyptus pellita* lebih tinggi yaitu sebesar 25,63%, sedangkan lignin kayu *Acacia mangium* Wild adalah sebesar 24,89% dan lignin tersebut akan menghasilkan senyawa fenol dan karbonil. Menurut Pujilestari (2007) standar warna cuka kayu yaitu kuning sampai coklat kemerahan. Darmadji (1996) menyatakan bahwa warna asap cair dipengaruhi bahan-bahan yang terkandung di dalam cuka kayu khususnya fenol dan karbonil, semakin tinggi kandungan fenol dan karbonil, maka warna yang dihasilkan semakin gelap.

Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran pH masing-masing cuka kayu tanpa penambahan akuades menghasilkan pH cuka kayu *Eucalyptus pellita* 2,09 dan pH cuka kayu *Acacia mangium* Wild 2,07. Tabel 5 berikut ini merupakan rata-rata pH cuka kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild.

Tabel 5. Rata-rata pH cuka kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild

Konsentrasi	Rata-rata pH cuka kayu	
	<i>Eucalyptus pellita</i>	<i>Acacia mangium</i> Wild
10%	2,59	2,46
20%	2,43	2,35
30%	2,39	2,25
40%	2,29	2,15
50%	2,23	2,10

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa pH cuka kayu *Eucalyptus pellita* dan cuka kayu *Acacia mangium* Wild secara keseluruhan menghasilkan pH asam. Hal ini disebabkan karena cuka kayu mengandung senyawa asam-asam organik salah satunya asam asetat yang menyebabkan pH cuka kayu menjadi rendah. Pujilestari (2007) menyatakan bahwa pH cuka kayu rendah berkisar antara 1,5-3,7, karena pH tersebut tergolong asam yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk atau mikroba berspora. Seperti pernyataan Nurhayati (2000) jika nilai pH rendah berarti cuka kayu yang dihasilkan berkualitas tinggi terutama dalam hal penggunaannya sebagai bahan pengawet makanan.

Pengamatan Uji Aktivitas Antimikroba Cuka Kayu *Eucalyptus pellita*

Pengujian aktivitas antimikroba dilakukan dengan menggunakan kertas cakram yang telah ditetesi cuka kayu terhadap bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Adanya aktivitas antimikroba diketahui dari terbentuknya zona hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dari cuka kayu *Eucalyptus pellita* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Zona hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* oleh cuka kayu *Eucalyptus pellita*.

Ulangan	Diameter zona hambat (mm) pada konsentrasi cuka kayu									
	<i>Staphylococcus aureus</i>					<i>Escherichia coli</i>				
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
1	3,06	3,03	2,96	5,73	6,90	8,60	8,96	9,60	9,86	9,26
2	2,86	3,23	3,30	5,83	6,86	8,76	9,00	9,30	10,00	9,40
3	4,23	6,56	7,36	8,26	7,70	4,90	5,63	6,76	7,46	7,73
Rat-rata	3,38	4,27	4,54	6,60	7,15	7,24	7,86	8,55	9,10	8,79

Tabel 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi cuka kayu yang diberikan, maka zona hambat terhadap kedua bakteri tersebut semakin besar. Hal ini diduga karena cuka kayu semakin asam atau pH cuka kayu semakin rendah (dapat dilihat pada Tabel 5), sehingga pertumbuhan kedua bakteri dapat dihambat. Cuka kayu *Eucalyptus pellita* konsentrasi 10% menunjukkan zona hambat pada bakteri *Staphylococcus aureus* adalah sebesar 3,38 mm, sedangkan konsentrasi 50% menunjukkan zona hambat pada bakteri *Staphylococcus aureus* adalah sebesar

7,15 mm. Diameter zona hambat yang terbentuk oleh cuka kayu *Eucalyptus pellita* konsentrasi 10% terhadap bakteri *Escherichia coli* adalah sebesar 7,24 mm, sedangkan cuka kayu dengan konsentrasi 50% adalah sebesar 8,79 mm.

Pada konsentrasi 10% zona hambat cuka kayu *Eucalyptus pellita* lebih menghambat bakteri *Escherichia coli* dibandingkan *Staphylococcus aureus*. Hal ini menunjukkan bahwa cuka kayu dari *Eucalyptus pellita* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* bakteri Gram negatif yang memiliki dinding sel yang sederhana dibandingkan bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri Gram positif. Menurut Waluyo (2007) bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang mengandung peptidoglikan lebih tinggi yaitu mencapai 50%, sehingga bakteri Gram negatif sensitif terhadap senyawa bioaktif seperti fenol dan asam organik dari asap cair. Mutmainnah (2010) juga menyatakan bahwa asap cair dapat menghambat bakteri Gram negatif lebih besar dibandingkan bakteri Gram positif.

Cuka kayu mengandung asam organik yang menyebabkan pH cuka kayu menjadi rendah. Zona hambat cuka kayu *Eucalyptus pellita* pada konsentrasi yang rendah, mampu menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Pujilestari (2007) menyatakan bahwa cuka kayu pH dibawah 4,0 atau pH rendah akan menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk dan mikroba pembusuk tidak dapat berkembangbiak pada pH dibawah 4,0.

Tabel 6 di atas menunjukkan bahwa zona hambat cuka kayu *Eucalyptus pellita* konsentrasi 40% pada bakteri *Escherichia coli* menghasilkan zona hambat berbeda dengan konsentrasi 50%. Hal ini menunjukkan bahwa cuka kayu *Eucalyptus pellita* pada konsentrasi 40% lebih optimal menghambat bakteri *Escherichia coli*. Menurut Waluyo (2007) konsentrasi larutan antibakteri memiliki mekanisme kerja bakterisidal atau bakteristatik berbeda yang didasarkan toksitasnya terhadap bakteri pencemar pangan.

Pengamatan Uji Aktivitas Antimikroba Cuka Kayu *Acacia mangium* Wild

Tabel 7. Zona hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia coli* oleh cuka kayu *Acacia mangium* Wild

Ulangan	Diameter zona hambat (mm) pada konsentrasi cuka kayu									
	<i>Staphylococcus aureus</i>					<i>Escherichia coli</i>				
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
1	4,43	5,20	8,13	8,02	9,70	3,20	3,20	4,60	5,26	6,20
2	4,93	5,66	8,66	8,33	9,96	3,20	3,36	4,80	5,10	5,73
3	5,43	6,80	7,86	8,56	8,80	3,80	6,50	7,30	7,93	6,80
Rata-rata	4,93	5,88	8,21	8,30	9,48	3,40	4,25	5,56	6,09	6,24

Data pada Tabel 7 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi cuka kayu yang diberikan, maka zona hambat terhadap kedua bakteri tersebut semakin besar. Hal ini diduga karena cuka kayu semakin asam atau pH cuka kayu semakin rendah), sehingga pertumbuhan kedua bakteri dapat dihambat. Cuka kayu *Acacia mangium* Wild konsentrasi 10% menunjukkan zona hambat pada bakteri *Staphylococcus aureus* adalah sebesar 4,93 mm, sedangkan konsentrasi 50% zona hambat pada bakteri *Staphylococcus aureus* adalah sebesar 9,48 mm. Diameter zona hambat yang terbentuk oleh cuka kayu *Acacia mangium* Wild konsentrasi

10% terhadap bakteri *Escherichia coli* adalah sebesar 3,40 mm, sedangkan konsentrasi 50% sebesar 6,24 mm.

Cuka kayu *Acacia mangium* Wild dengan konsentrasi 10% lebih menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* dibandingkan dengan bakteri *Escherichia coli*. Hal ini menunjukkan bahwa cuka kayu *Acacia mangium* Wild resisten terhadap kerusakan bakteri *Staphylococcus aureus*. Menurut Pujilestari (2007) cuka kayu *Acacia mangium* Wild memiliki 36 senyawa kimia diantaranya asam asetat, fenol dan pentanal didalam cuka kayu yang dihasilkan. Gani (2007) menambahkan bahwa kelarutan pada asap cair yang kuat, sehingga asap cair masih dapat berdifusi ke media percobaan tempat tumbuhnya bakteri dan senyawa kimia pada cuka kayu salah satunya fenol, sehingga zona hambat lebih besar. Barylko dkk. (1998) menambahkan bahwa fenol yang terdapat pada asap cair merupakan komponen utama yang menghambat pertumbuhan populasi bakteri dengan memperpanjang *fase lag* secara proporsional di dalam produk sedangkan kecepatan pertumbuhan dalam *fase eksponensial* tetap tidak berubah kecuali konsentersasi fenol sangat tinggi. Sedangkan fenol pada konsentrasi rendah hanya menambah permeabilitas membran sel, sehingga metabolit sel akan keluar dan menginaktifkan enzim bakteri. Waluyo (2008) dalam Mutmainah (2010) menyatakan pada konsentrasi 1%, fenol berfungsi sebagai bakteristatik (menghambat pertumbuhan mikroba), sedangkan pada konsentrasi yang 1 tinggi berperan sebagai bakterisidal (membunuh bakteri).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Cuka kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild dapat diperoleh melalui proses pirolisis dengan rendemen masing-masing cuka kayu *Eucalyptus pellita* adalah sebesar 32,89%, warna kuning kecoklatan dan *Acacia mangium* Wild adalah sebesar 29,63%, warna kuning jernih.
2. Cuka kayu kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild mempunyai kemampuan antimikroba terhadap bakteri patogen, dalam penelitian ini yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.
3. Aktivitas antimikroba cuka kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild pada konsentrasi 10% masih mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai identifikasi kandungan senyawa-senyawa kimia pada cuka kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia mangium* Wild.

DAFTAR PUSTAKA

- Amritama, 2007. **Asap cair (liquid smoke)**. Diakses dari <http://alcoconut.Multiply.com/journal>. Diakses Tanggal 10 November 2012
- Anonim, 2000. **Wood vinegar**. Forest Energy Forum No. 9. FAO.

- Astuti, 2000. **Pemanfaatan Asap Cair**. Diakses dari <http://alcoconut.multiply.com/journal>. Diakses Tanggal 12 November 2012
- Barylko, F. dan Pikielna, E. 1998. **Phenolic compounds of the mesocarp of cresthauen peaches during storage and ripening**. J. Foods sci. 54 : 1259-1268.
- Darmadji, P. 1996. **Aktivitas antibakteri asap cair yang diproduksi dari bermacam-macam limbah pertanian**. Laporan Penelitian Mandiri, Universitas Gajah Mada, 1996.
- Fardiaz, S. 1993. **Analisis Mikrobiologi Pangan**. Penerbit Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Francis, J.K. 2003. **Tropical tree seed manual, part II, species description**. USDA Forest Service, Washington D.C.
- Gani, 2007. **Karakteristik asap cair hasil pirolisis sampah organik padat**. Jurnal Teknik Industri Pertanian. 16:3 (111-118)
- Ihwan, 2008. **Pembuatan asap cair dari asap pembakaran batu-bata menjadi pestida dan pengawet organik**. Laporan Kegiatan Inisiatif Lokal-Proyek Peningkatan Pendapatan Petani Melalui Inovasi (P4MI), Lombok Timur.
- Irwanto, 2007. **Budidaya Tanaman Kehutanan**. <http://www.irwantoshut.com>. Diakses 20 Desember 2012
- Jawetz, E, J.C. Melnick dan E.A. Adelberg, 2001. **Mikrobiologi Kedokteran**. Salemba Medika, Jakarta.
- Latifah S. 2004. **Pertumbuhan dan hasil tegakan eucalyptus grandis di hutan tanaman industri**. Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Lestari, S.B. dan P. Hastoeti. 2000. **Penelaahan dimensi serat dan komposisi kimia beberapa kayu Eucalyptus**. Buletin Penelitian Hasil Hutan 18 (2): 105-110. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Lucky, H.M, Suharto, Karniasih, dan Mardiasuti, 1993. **Bakteri Gram Negatif dalam Mikrobiologi Kedokteran Edisi Revisi**. Binarupa Aksara, Jakarta
- Mahpudin, S. Soleh, Nurhayati and Saepuloh. 2000. **Improvement on technics of charcoal production**. Scientific Cooperation between RDCFPT and JIFPRO, Bogor.
- Martinez. 2007. **Determining the influence of eucalyptus lignin composition in paper pulp yield using py-GC/MS**. Jurnal. Appl. Pyrolysis 74: 110-115.
- Mutmainnah. 2010. **Uji Aktivitas antibakteri dari asap cair sekam padi grade 1 terhadap beberapa bakteri pencemar pangan**. Skripsi S1. Mataram.
- Nurhayati, T. 2000. **Produksi arang dan destilat kayu Acacia mangium dan Tusam**. Jurnal. Penelitian Hasil Hutan 18 (3): 137-151.
- Oramahi, 2009. **Asap Cair Sebagai Alternatif Pengawet Makanan**, Diakses dari <http://www.pontianakpost.com>.
- Pujilestari, T. 2007. **Pengaruh cuka kayu Galam, Akasia (Acacia mangium), dan Karet terhadap daya simpan ikan segar**. Jurnal industri, vol. 1, No.3, Desember 2007: 147-154 Banjarbaru.

- Purnomo, 1995. **Antibakteri asap cair dari limbah pertanian**. *Agritech* 16(4) 19-22. Yogyakarta.
- Pszczola, D.E. 1995. **Tour highlights production and users of smoke based flavours**. *Food Technology* (1)70-74.
- Prananta, J. 2005. **Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair sebagai Pengawet Makanan Alami**. <http://word-to-pdf.abdio.com> (15 September 2012).
- Qomariyah, N. 2004. **Uji Antimikroba Biosulfaktan *Pseudomonas aeruginosa* IA7d Terhadap *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Candida albicans***. Surabaya: Jurusan Biologi FMIPA UNAIR
- Ratan, 2000. **Parameter standar umum ekstrak tumbuhan obat**. direktorat jenderal pengawasan obat dan makanan. Direktorat Pengawasan Obat Tradisional. Jakarta
- Septa, 2009. **Pertanian tradisional Indonesia**. <http://blogspot.com/journal>. Diakses 15 September 2012.
- Setiawan I, P. Darmaji, dan B. Raharjo. 1997. **Pengawetan ikan dengan pencelupan dalam asap cair**. Skripsi. UGM. Yogyakarta.
- Silitonga, T. 1993. **Cara pengukuran serat kayu di Lembaga Penelitian Hasil Hutan**. Publikasi Khusus 12 (8): 1 – 17. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Supranto, Suhardi, B. Setiadji, P. Darmadji, dan Sudarmanto. 1996. **Identifikasi asap cair dari berbagai jenis kayu dan tempurung kelapa**. *J. Ilmu dan Teknologi Pangan* 1 (2) : 15 – 24.
- Supardi, I. dan Sukamto. 1999. **Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan**. Penerbit Alumni, Bandung.
- Sulaiman, S. 2004. **Penjernihan asap cair hasil pirolisis tempurung kelapa menggunakan kolom kromatografi dengan zeolit alam teraktivasi sebagai fasa diam**. Skripsi, FMIPA, UGM, Yogyakarta.
- Todar, K. 2008. **Mikrobiologi Umum**. Diakses dari <http://text book of bacteriology> University of Wisconsin-Madison. Diakses Tanggal 10 November 2012
- Tranggono, Suhardi, Setiadji, B., Darmadji, P., Supranto., dan Sudarmanto. 1996. **Identifikasi asap cair dari berbagai jenis kayu dan tempurung kelapa**. *J. ilmu dan Tek. Pangan*. Vol. 1(2) : 15-24.
- Wulandari, 1999. **Sifat antioksidan asap cair hasil redestilasi selama penyimpanan**. Prosiding Seminar Nasional Pangan Yogyakarta, 14 September 1999.
- Waluyo, L. 2007. **Mikrobiologi Umum**. UMM Press. Malang.
- Yatagi, 2005. **Miracle Charcoal Water-wood Vinegar**. Characteristics and New Utilization. Bogor.
- Yulistiani, R. 1997. **Kemampuan penghambatan asap cair terhadap pertumbuhan bakteri patogen dan perusak lidah sapi**. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Zuraida, I. 2009. **Daya hambat asap cair tempurung kelapa terhadap bakteri Patogen**. *Jurnal Teknologi Pertanian* 4(2) : 56-62, Maret 2009, Samarinda.