

ANALISIS SIFAT FISIK ASAP CAIR KAYU AKASIA DAUN KECIL (*Acacia auriculiformis*) BERDASARKAN MASA SIMPAN

*Analysis of Physical Properties of Small Liquid Acacia Wood
(Acacia auriculiformis) Based on Shelf Life*

Miftahul Jannah, Henny Arryati, dan Trisnu Satriadi

Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. Indonesia is one of the countries with a tropical climate and has a vast forest area with a distribution that is found throughout the Indonesian region and has so many benefits. One of the abundant wood in Indonesia is acacia wood. The pulp and paper industry makes acacia wood as the main raw material to be made pulp (pulp) and then processed into finished materials in the form of paper. Besides being used as a raw material for processing acacia pulp and paper, it is also used as a raw material for processing liquid smoke. This study aims to determine the quality of the physical properties of liquid smoke of small leaf acacia wood (*Acacia auriculiformis*) based on shelf life. This research was conducted at the Banjarbaru Industrial Standardization and Research Center, for 5 months. The test parameters of the physical properties of liquid smoke such as water content, odor, color, transparency (gross content) and pH are compared to the quality standards of liquid smoke from Japan. Test parameters that almost meet Japanese standards at a shelf life of 3 months compared to a shelf life of 1 and 2 months, the odor produced is typical of liquid smoke, the resulting pH is 3.29, transparency 0.03, the resulting color is brown and the moisture content produced.

Keywords: Liquid smoke; Small Leaf Acacia; Shelf life, Water content; Transparency; pH; Smell; Color

ABSTRAK. Indonesia merupakan salah satu negara dengan iklim tropis dan memiliki kawasan hutan yang sangat luas dengan persebaran yang terdapat di seluruh kawasan Indonesia dan memiliki begitu banyak manfaat. Salah satu kayu yang jumlahnya melimpah di Indonesia adalah kayu akasia. Industri *pulp and paper* menjadikan kayu akasia sebagai bahan baku utama untuk dijadikan *pulp* (bubur kertas) untuk kemudian diolah menjadi bahan jadi berupa kertas. Selain digunakan sebagai bahan baku pengolahan *pulp and paper* kayu akasia juga dimanfaatkan sebagai bahan baku pengolahan asap cair. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas sifat fisik asap cair kayu akasia daun kecil (*Acacia auriculiformis*) berdasarkan masa simpan. Penelitian ini dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru, selama 5 bulan. Parameter uji sifat fisik asap cair seperti kadar air, bau, warna, transparansi (kadar kotor) dan pH dibandingkan dengan standar kualitas asap cair asal Jepang. Parameter uji yang hampir memenuhi standar Jepang pada masa simpan 3 bulan dibandingkan dengan masa simpan 1 dan 2 bulan, bau yang dihasilkan khas dari asap cair, pH yang dihasilkan 3,29, transparansi 0,03, warna yang dihasilkan coklat dan kadar air yang dihasilkan.

Kata kunci: Asap Cair; Akasia Daun Kecil; Masa Simpan; Kadar Air; Transparansi; pH; Bau; Warna.

Penulis untuk korespondensi: surel: miiftahuljannah1997@gmail.com

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan iklim tropis dan memiliki kawasan hutan yang sangat luas dengan persebaran yang terdapat di seluruh kawasan Indonesia dan memiliki begitu banyak manfaat. Salah satu jenis kayu yang jumlahnya melimpah di Indonesia adalah jenis kayu akasia. Industri *pulp dan kertas* menjadikan kayu akasia sebagai bahan baku utama untuk dijadikan

pulp (bubur kertas) kemudian diolah menjadi bahan jadi berupa kertas. Selain digunakan sebagai bahan baku pengolahan *pulp dan kertas* kayu akasia juga dimanfaatkan sebagai bahan baku pengolahan asap cair.

Asap cair umumnya adalah asam cuka yang didapat dari proses kayu terhadap destilasi kering (Wibowo, 2002). Asap cair pada umumnya berupa cairan warna kuning kecoklatan atau coklat kehitaman yang didapatkan dari hasil samping saat proses pengolahan arang (Komarayati *et al.*, 2011).

Asap cair awalnya dimanfaatkan untuk penghilang agen mikroba agen pensteril, bau dan pupuk (Loo, 2008). Rakmai (2009) menyatakan bahwa pemanfaatan asap cair ini semakin melebar ke beberapa bidang rumah tangga, industri, agrikultur dan farmasi.

Asap cair digunakan untuk bahan produksi pengawetan pangan. Penelitian yang dilakukan mengenai produk perikanan yang diawetkan dengan mengaplikasikan asap cair yang dilakukan oleh (Ayudarti dan Sari, 2010). Hal ini dikarenakan asap cair mempunyai komponen yang terdiri dari karbonil seperti vanillin, siringalehida, hidrokarbon polisiklis aromatis (HPA), asam seperti valerat, asam asetat, propionate, butirat, dan fenol. Senyawa berikut digunakan sebagai warna, antimikroba, antioksidan dan *flavor* (Girard, 1992). (Pszczola, 1995) menyatakan komponen asam organik dan fenol asap cair dapat bekerja secara bersamaan mencegah dan menjaga pertumbuhan *mikroba*, yang berarti asap cair sangat potensial diaplikasikan untuk bahan pengawetan.

Menurut pendapat dari Sutrisno (2013) asap cair hasil dari proses pirolisis bahan organik yang dapat diaplikasikan untuk berbagai keperluan karena pada umumnya bersifat asam dan banyak mengandung komponen senyawa fenolik. Secara umum, asap cair dibuat menggunakan tiga tahap yaitu redistilasi, kondensasi dan pirolisis. (Darmadji, 2002; Sari *et al*, 2007). Asap cair mengandung asam organik dan senyawa fenoli, asap cair juga digunakan untuk bahan pengawet pangan, antioksidan dan biopestisida (Nurhayati, 2000). Bahan yang diaplikasikan untuk mengolah asap cair yaitu bahan yang bisa dibuat untuk mengolah arang karena proses pembuatan asap cair terintegrasi dengan proses pengolahan arang.

Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui kualitas sifat fisik asap cair kayu akasia daun kecil (*Acacia auriculiformis*) berdasarkan masa simpan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat pengambilan sampel berupa asap cair kayu akasia daun kecil di PT.

Tunas Inti Abadi Desa Tiwingan Lama Kecamatan Aranio. Pengujian di lakukan di Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru. Waktu penelitian dilaksanakan ± 5 bulan dari bulan Agustus sampai bulan Desember 2019, meliputi persiapan, pengambilan bahan, analisis data sampai dengan penyusunan skripsi.

Objek dan Alat Penelitian

Objek yang digunakan pada penelitian ini yaitu asap cair kayu akasia daun kecil (*Acacia auriculiformis*) yang diperoleh di PT. Tunas Inti Abadi (TIA).

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah

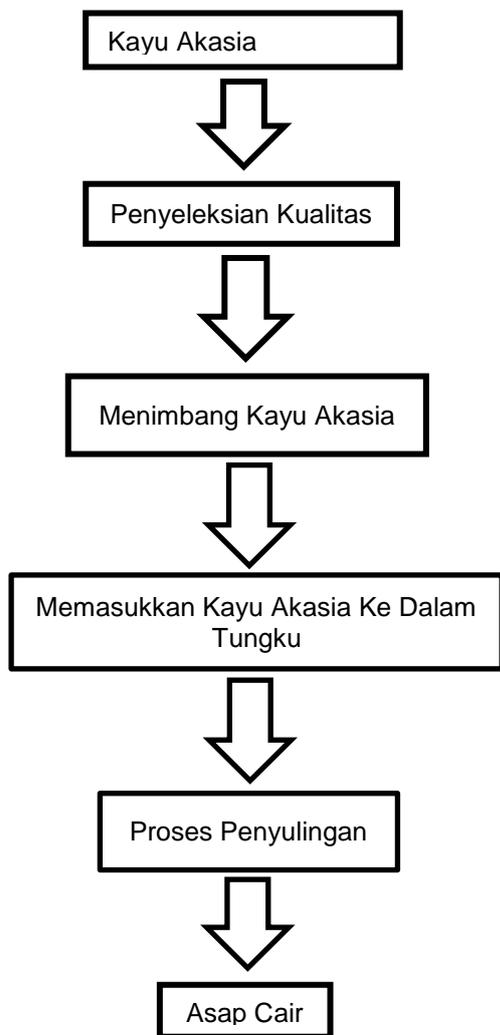
1. pH meter
2. Timbangan
3. Botol kaca
4. Kamera
5. Alat tulis

Pengolahan Sampel (asap cair) :

1. Pertama-tama bahan menyiapkan berupa kayu akasia
2. Kayu akasia daun kecil kemudian diseleksi untuk menentukan kualitas, seperti pemilihan kayu yang dipakai bagian batangnya dan dipilih kayu yang tidak cacat atau tidak rusak dan dipilih bagian yang tidak ada hama dan penyakit.
3. Menimbang kayu akasia untuk mengetahui berat dari kayu tersebut
4. Setelah ditimbang, kayu tersebut dimasukkan ke dalam tungku drum yang berfungsi sebagai tempat pembakaran utama, kemudian dinyalakan dengan cara membakar kayu tersebut.
5. Dilakukan pembakaran tungku drum tersebut agar terjadi proses penyulingan. Lalu setelah kayu akasia menyala dan kayu tersebut tidak akan padam maka ditutup tungku drum tersebut.
6. Selama proses penyulingan dan pengarangan, kayu di dalam tungku drum akan mengalami pemanasan yang akan mengolah uap dimana akan menghasilkan asap cair yang di tampung dalam wadah di ujung cerobong tungku drum. Cerobong asap yang keluar menipis artinya pengarangan dianggap selesai. Lalu tungku diletakkan sejajar dengan tanah

lalu cerobong ditutup menggunakan kain yang basah karena sebelumnya kain sudah dibasahi dengan air.

Secara garis besar proses pembuatan sampel asap cair ini dapat dilihat pada gambar 1:



Gambar 1. Skema Pembuatan Asap Cair

Prosedur penelitian meliputi : (1) Penyiapan bahan, pengambilan contoh uji dilakukan di PT. Tunas Inti Abadi (TIA) Desa Tiwingan Lama Kecamatan Aranio Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. Bahan baku pembuatan asap cair adalah jenis kayu akasia daun kecil (*Acacia auriculiformis*). (2). Pengujian sampel (asap cair) dilakukan di Lab. Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru, meliputi pengujian warna, pH, bau, kadar air dan transparansi (kadar kotor). Adapun prosedurnya sebagai berikut :

1. Warna
Analisis warna dilakukan secara manual dengan menggunakan mata telanjang (indera penglihatan)
2. Bau
Analisis bau dilakukan secara manual dengan menggunakan indera penciuman (hidung)
3. pH
Mengukur keamaman dengan menggunakan alat digital pHmeter dengan cara mencelupkan katoda pada contoh uji.
4. Transparansi (kadar kotor)
 - a. Mengocok contoh uji yang masih berada didalam botol
 - b. Mengambil ± 50 ml contoh uji, kemudian disaring menggunakan kertas saring (bobot kertas harus diketahui lebih dahulu)
 - c. Kemudian mengoven kertas saring tersebut setelah digunakan untuk menyaring ± 1 jam
 - d. Menimbang kertas saring yang sudah dioven
 - e.
$$\text{Transparansi} = \frac{w_2 - w_1}{w} \times 100\%$$
5. Kadar Air (%)
 - a. Menimbang 20gram contoh uji (asap cair) dan dimasukkan ke dalam labu didih 500ml lalu menambahkan 300ml xylol dan batu didih
 - b. Menyambungkan alat Aufhauser, lalu pangkar di atas pemangkas listrik dengan waktu satu jam dari awal mendidih lalu dihitung
 - c. Mematikan alat penangkas listrik lalu diamkan alat Aufhauser sampai dingin
 - d. Membilas alat pendingin menggunakan xylol
 - e. Volume air yang terdapat alat Aufhauser dibaca, lalu
 - f.
$$\text{Kadar air} = \frac{\text{pembacaan volume}}{\text{gram contoh}} \times 100\%$$

Asap cair memiliki standar kualitas yang dinilai dari beberapa parameter yang menyangkut dengan asap cair itu sendiri. Standar asap cair asal Jepang dilihat pada tabel 2:

Tabel 1. Hasil analisis data sifat fisik asap cair.

No	Parameter	Masa simpan 1	Masa simpan 2	Masa simpan 3	Jumlah	Rata-rata
1	Pengujian Warna					
2	Bau					
3	Transparasi					
4	Keasaman (pH)					
5	Kadar Air (%)					

Tabel 2. Standar kualitas asap cair asal Jepang

No	Parameter	Asap Cair Standar Jepang
1	Warna	Kuning-coklat kemerahan pucat-coklat kemerahan
2	Berat Jenis g/cm ³	< 1.005
3	Keasaman (pH)	1.5-3.7
4	Bau	-
5	Kadar Air (%)	1-18
6	Transparansi	Tidak keruh, tidak ada suspense

Keterangan : Sumber Yatagai (2001)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kualitas Sifat Fisik Asap Cair Kayu Akasia Daun Kecil (*Acacia auriculiformis*)

Analisis asap cair kayu akasia daun kecil (*Acacia auriculiformis*) dilakukan dengan membandingkannya dengan menggunakan standar kualitas asap cair (*wood vinegar*) asal Jepang yang dikemukakan oleh Yatagai (2004), yaitu seperti pada tabel 3.

Kadar Air

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 3, masa simpan 1 bulan hasil yang diperoleh

dari kadar air yaitu 94,90%. Masa simpan 2 bulan diperoleh hasil 99,01% dan masa simpan 3 bulan memperoleh hasil kadar air 94,87%. Kadar air asap cair sangat dipengaruhi oleh kadar air awal bahan baku yang digunakan, semakin kering bahan baku maka akan dihasilkan asap cair dengan kadar air rendah. Menurut Yatagai (2004), karakteristik asap cair adalah memiliki kadar air 80% sampai 90% dan memiliki kandungan bahan organik 10% sampai 20% serta memiliki derajat keasaman tinggi yaitu pH 1,5-3,7. Parameter kadar air pada ketiga masa simpan tidak sesuai dengan standar Jepang karena kadar air yang dihasilkan sangat tinggi dibandingkan standar Jepang.

Tabel 3. Analisis kualitas sifat fisik asap cair berdasarkan masa simpan.

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji			Metode Uji
			1 Bulan	2 Bulan	3 Bulan	
1	Kadar Air	%	94,9	99,01	94,87	Gravimetri
2	Bau	-	Khas*	Khas*	Khas*	Organoleptik
3	Ph	-	3,94	3,31*	3,29*	pH meter
4	Transparansi	%	0,1	0,03	0,03	Gravimetri
5	Warna	-	Coklat Kehitaman	Coklat*	Coklat*	Organoleptik

Sumber : Balai Riset dan Standarisasi Industri Bajarbaru 2019.

Keterangan : * = sesuai standar Jepang

Kadar Air

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 3, masa simpan 1 bulan hasil yang diperoleh dari kadar air yaitu 94,90%. Masa simpan 2 bulan diperoleh hasil 99,01% dan masa simpan 3 bulan memperoleh hasil kadar air 94,87%. Kadar air asap cair sangat dipengaruhi oleh kadar air awal bahan baku yang digunakan, semakin kering bahan baku maka akan dihasilkan asap cair dengan kadar air rendah. Menurut Yatagai (2004), karakteristik asap cair adalah memiliki kadar air 80% sampai 90% dan memiliki kandungan bahan organik 10% sampai 20% serta memiliki derajat keasaman tinggi yaitu pH 1,5-3,7. Parameter kadar air pada ketiga masa simpan tidak sesuai dengan standar Jepang karena kadar air yang dihasilkan sangat tinggi dibandingkan standar Jepang.

Bau

Kualitas yang baik dari asap cair menurut Yatagai (2004) memiliki bau yang khas dari asap cair tersebut. Hasil analisis asap cair dari kayu jenis Akasia Daun Kecil (*Acacia auriculiformis*) memiliki bau yang khas dari asap, tetapi karena salah satu sampel asap cair dari masa simpan 1 bulan memiliki nilai keasaman yang cukup tinggi dibanding yang lain maka akan menghasilkan bau yang menyengat (masih khas dari asap cair). Untuk itu perlu dilakukan penyulingan lagi agar nilai keasaman yang dihasilkan berkurang dan bau yang menyengat berkurang. Hal ini diduga bahwa tar juga mempengaruhi bau dari asap cair sehingga pada proses destilasi asap cair berlangsung, kandungan tar terpisah, karena tar ini akan mengendap dan tidak menguap bersama senyawa yang lain seperti fenol, karbonil, dan asam. Dengan terpisahnya kandungan tar, bau asap cair akan semakin lemah.

pH

Berdasarkan pengujian keasaman atau pH pada asap cair kayu Akasia Daun Kecil (*Acacia auriculiformis*) masa simpan 1 bulan 3,94 menunjukkan pH lebih dari standar sedangkan pada masa simpan 2 bulan 3,31 dan 3 bulan 3,29 menunjukkan pH atau keasaman pada asap cair sesuai dengan standar Jepang. Menurut Pujilestari (2007) mengatakan bahwa pH asap cair memiliki kisaran 1,5-3,7, hal ini disebabkan oleh pH yang tergolong asam sehingga

menghambat pertumbuhan mikroba berspora/mikroba pembusuk. Fengel dan Wenegar (1995) menyatakan tingginya nilai dari keasaman atau pH dapat dikarenakan perolehan zat ekstraktif cukup tinggi. Zat ini dapat menghasilkan senyawa-senyawa seperti alkohol, lilin, resin, lemak dan asam lemak. Lilin yang memiliki jumlah banyak dapat memproduksi asam sehingga bisa menaikkan kadar pH asap cair.

Tingkatan pH pada proses penguraian dari komponen kimia kayu yang terjadi memperoleh asam organik yang terdapat pada asap cair. Asap cair dapat diperoleh dari hasil pH yang rendah akan menghasilkan asap cair yang berkualitas sangat tinggi karena secara menyeluruh dapat mempengaruhi daya awet dan masa simpan produk asap cair (Wijaya, *et al*, 2008). Peningkatan pada pH dapat dilakukan dengan cara meningkatkan suhu pembakaran. Menurut (Haji, *et al*, 2007) pembakaran yang sempurna dengan cara meningkatkan suhu yang diperoleh dengan menyebabkan penguraian atau dekomposisi kimia didalam setiap bahan baku akan dihasilkan akan semakin sempurna.

Transparansi (kadar kotor)

Transparansi (kadar kotor) dinilai secara visual, asap cair yang bagus adalah asap cair dengan transparansi yang tidak ada bahan yang tertahan. Asap cair yang jelas tidak bersih atau adanya endapan maka harus dilakukan penyaringan kembali. Tabel 3, terlihat jelas bahwa kadar kotoran paling tinggi terlihat pada asap cair dengan masa simpan 1 bulan 0,10% sedangkan masa simpan 2 bulan dan 3 bulan kadar kotoran yang diperoleh 0,03%. Asap cair kayu akasia daun kecil (*Acacia auriculiformis*) harus dilakukan penyaringan kembali karena masih ada sedikit endapan, bila dibandingkan standar Jepang tidak sesuai dengan hasil pengujian karena standar Jepang kadar kotoran tidak keruh dan tidak ada suspensi. Hasil parameter transparansi (kadar kotor) tidak sesuai dengan standar Jepang pada semua masa simpan.

Warna

Warna yang dihasilkan dari proses penyulingan asap cair dengan masa simpan 1 bulan, 2 bulan dan 3 bulan berbeda secara manual (indera penglihatan) dengan hasil yang diperoleh. Dilihat dari tabel 4,

masa simpan 1 bulan warna yang dihasilkan lebih berwarna coklat kehitaman dibanding dengan masa simpan yang lain, karena pada asap cair dengan masa simpan 1 bulan masih mengandung tar sehingga warnanya lebih gelap. Peningkatan suhu dan waktu pirolisis menghasilkan warna asap cair yang semakin gelap, hal ini dikarenakan pada suhu yang lebih tinggi senyawa-senyawa volatil dan tar akan terbentuk lebih banyak (Ratnawati dan Hartono, 2010). Hasil uji pada tabel 3 jika dibandingkan dengan standar asal Jepang ternyata hasil yang dihasilkan tidak memenuhi standar karena asap cair dari standar jepang memiliki warna yang cenderung kuning dan coklat kemerahan. Semakin lama masa simpan semakin terjadi pengendapan dan warna yang dihasilkan lebih bening dari proses penyulingan. Darmadji (1996) menyatakan bahwa setiap warna asap cair mempengaruhi bahan yang terkandung di dalam asap cair seperti karbonil dan fenol. Semakin tinggi kandungan senyawa fenol dan karbonil maka menghasilkan warna yang semakin gelap. Hasil pada parameter kualitas sifat fisik warna pada masa simpan 2 dan 3 yang termasuk pada standar asal Jepang.

Kadar Air (%)

Hasil dari analisis sifat fisik asap cair menunjukkan bahwa asap cair kayu akasia daun kecil (*Acacia auriculiformis*) yang dihasilkan tidak semua termasuk dalam kualitas yang cukup bagus, karena asap cair kayu akasia daun kecil pada masa simpan 3 bulan memenuhi standar jepang, sedangkan pada masa simpan 1 dan 3 bulan tidak memenuhi standar jepang. Hal ini dapat diatasi dengan dilakukannya perbaikan mutu dari asap cair tersebut dengan cara melakukan proses penyaringan dan penyulingan sehingga mutu asap cair yang dihasilkan lebih baik kualitasnya. Penyaringan dan penyulingan dilakukan berkali-kali sampai warna berubah menjadi bening karena asap cair yang masih berwarna coklat kehitaman dan coklat, sehingga dilakukan proses penyulingan sampai berwarna bening agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet produk pangan. Masa simpan berpengaruh pada beberapa parameter, tetapi yang tidak berpengaruh yaitu kadar air. Kadar air yang dihasilkan pada masa simpan 1, 2 dan 3 hasil yang diperoleh sangat tinggi itu dikarenakan bahan baku mengandung

kandungan air yang tinggi sehingga hasil pada setiap masa simpan tidak sesuai dengan standar Jepang. Karena pada hasil analisis kualitas sifat fisik ini terlihat jelas pada masa simpan 2 bulan lebih tinggi dibandingkan 1 bulan dan 3 bulan. Masa simpan terlihat jelas berpengaruh pada parameter pH, transparansi dan warna.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah kualitas sifat fisik asap cair kayu akasia daun kecil (*Acacia auriculiformis*) dilihat dari parameter uji sifat fisik asap cair seperti warna, bau, kadar air (%), transparansi dan pH pada masa simpan 3 bulan yang hampir sesuai dengan standar Jepang tetapi kadar air yang dihasilkan pada semua masa simpan hasil yang diperoleh sangat tinggi dan pada masa simpan dan 2 bulan tidak sesuai dengan standar Jepang.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang manfaat asap cair digunakan sebagai pengumpul lateks berdasarkan masa simpan dan penelitian lanjutan tentang komposisi asap cair dengan masa simpan yang lebih lama, misal satu tahun. Agar mendapatkan perbandingan yang lebih signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayudarti, D.L & Sari, R.N. 2010. Asap Cair dan Aplikasinya pada Produk Perikanan. *Squalen*.5(3): 101-108
- Haji A.G. Zainal, A. M. Bibiana, W. L. Surjono, H. S. dan Gustan, P. 2007. Karakterisasi Asap Cair Hasil Pirolisis Sampah Organik Padat (*Characterization Of Liquid Smoke Pyrolyzed From Solid Organic Waste*). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 16(3) :111-118.
- Hartono, Singgih dan Ratnawati. 2010, Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia, *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 12 (1): 12-16.

- Komarayati, S, Gusmailina dan Pari, G. 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
- 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
- Rakmai J., C. Ovatlarnporn dan S. Kaewnopparat. 2009. *Antibacteria of Wood Vinegars*. Proceeding 35 th Congress on Svcience and Tehnology of Thailand (STT35) Thailand.
- Sari, R.N., Utomo, B.S.B., dan Sedayu, B.B. 2007. Uji Coba Alat Penghasil Asap Cair Skala Laboratorium dengan Bahan Pengasap Serbuk Gergaji Kayu Jati Sabrang atau Sungkai (*Peronema canescens*). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi*. 2(1): 27–34.
- Sutrisno I. 2013. *Manfaat Cuka Kayu*. Riau: Universitas Riau.
- Wijaya, Y.J., et al 2008, Adsorpsi Zat Organik Nitrobenzene dari Larutan dengan Menggunakan Bubuk Daun Intaran, *Jurnal Teknik Kimia*, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya.
- Yatagai, M 2004. *Utiliza tion Of Charconal and Wood Vinegar in Japan*. RDCFPT in Cooperation Whit JCFA, Bogor.