

## KARAKTERISTIK ASAP CAIR TEMPURUNG NYAMPLUNG (Characteristic of Smoke liquid from Nyamplung Shell)

Santiyo Wibowo

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan  
Jl. Gunung Batu No. 5. Bogor. 16610. Telp./Fax:0251 8633413, 8633378.  
e-mail: santiyowibowo1973@yahoo.co.id

Diterima 10 Januari 2012, disetujui 15 Januari 2012

### ABSTRACT

*Smoke liquid can be used as a food preservative. One of material used to produce smoke liquid is nyamplung shell waste that is still unused yet. The purpose of this experiment was to look at the effect of pyrolysis temperature and duration of pyrolysis time to physico chemical properties of smoke liquid from nyamplung shell. Smoke liquid processing to be arranged at pyrolysis temperature level of 200°C, 300°C, 400°C, 500°C and time of processing 5 hours and 7 hours. The results showed that the highest quality of smoke liquid obtained at condition of temperature 500°C and 5 hours i.e: yield 45,3%, density 1,009 g/ml, fenol value 3,95%, and acid value 9,47%.*

*Key words: Pyrolysis, smoke liquid, nyamplung shell, charcoal*

### ABSTRAK

Asap cair dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet pangan. Salah satu bahan penghasil asap cair adalah limbah tempurung nyamplung yang pemanfaatannya masih belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama pirolisis terhadap sifat fisiko kimia asap cair tempurung nyamplung. Penelitian asap cair dilakukan terhadap level suhu 200°C, 300°C, 400°C, 500°C dan waktu proses 5 jam dan 7 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asap cair terbaik diperoleh pada suhu perlakuan 500°C selama 5 jam yaitu; rendemen 45,3%, berat jenis 1,009 g/ml, kadar fenol 3,95%, dan kadar asam 9,47%.

Kata kunci : Pirolisis, asap cair, tempurung nyamplung, arang

### 1. PENDAHULUAN

Asap cair (*smoke liquid*) merupakan hasil samping dari proses karbonisasi (pengarangan) atau pembakaran bahan berlignoselulosa dengan udara terbatas (pirolisis), yang melibatkan reaksi dekomposisi karena pengaruh panas, polimerisasi, dan kondensasi/pengembunan asap menjadi bentuk cairan (Yatagai, *et al.*, 1988; Darmadji, 2002).

Asap cair bermanfaat sebagai bahan pengawet pangan seperti ikan segar, daging, mie basah, baso, dan tahu, serta penghilang bau busuk pada

pengolahan karet (Darmadji, 2002; Gumanti, 2006). Senyawa kimia yang berperan dalam pengawetan bahan pangan adalah asam organik, fenol, karbonil yang merupakan hasil pirolisis dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Senyawa tersebut berbeda proporsinya tergantung pada jenis, kadar air kayu, dan suhu pirolisis yang digunakan serta ukuran partikel kayu/bahan (Guillen dan Ibargoita, 1999).

Bahan baku yang dapat digunakan untuk pembuatan asap cair antara lain kayu, pelepah/tandan kosong kelapa sawit, serbuk gergajian atau limbah pertanian/kehutanan yang

mengandung senyawa karbon, selulosa, hemiselulosa dan lignin (Darmadji, 2002; Amritama, 2007). Saat ini yang sudah dikembangkan adalah asap cair dari tempurung kelapa.

Salah satu bahan yang berpotensi digunakan sebagai penghasil asap cair adalah tempurung biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn). Tanaman nyamplung mulai dikembangkan sebagai penghasil bahan bakar alternatif biodiesel. (Sudradjat *et al.*, 2007). Adanya pengusaha biji nyamplung sebagai bahan biodiesel akan menghasilkan limbah tempurung sekitar 30 - 40%. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama pirolisis terhadap sifat fisiko kimia asap cair tempurung nyamplung.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempurung nyamplung. Bahan kimia yang digunakan antara lain etanol, metanol, HCl, asam sulfat, air suling, natrium hidroksida, natrium karbonat, natrium tio sulfat, yod, kertas pH, dan bahan kimia analisis lainnya.

Peralatan yang digunakan antara lain alat pirolisis, pendingin tegak, alat distilasi, labu ukur, timbangan, kertas saring, oven, piknometer, erlenmeyer, dan lain-lain.

### B. Metode

Proses pengarangan menggunakan reaktor pirolisis dengan suhu 200°C, 300°C, 400°C, dan 500°C, selama 5 jam dan 7 jam, selanjutnya distilat ditampung, disaring untuk memisahkan ter dan dimurnikan dengan cara distilasi. Kemudian asap cair diuji sifat fisiko-kimianya meliputi rendemen, kadar asam, total fenol, berat jenis.

#### 1. Rendemen asap cair

Botol berwarna gelap yang bersih ditimbang dengan teliti, dan diisi dengan asap cair, lalu botol ditimbang lagi. Selanjutnya ditentukan rendemen-nya dengan formula berikut:

Rendemen (% b/b) =

$$\frac{\text{berat asap cair (botol isi-botol kosong)} \times 100}{\text{berat bahan baku}}$$

#### 2. Total asam (metode titrasi AOAC, 1990)

Sampel sebanyak 10 g diencerkan dengan akuades menjadi 100 ml. Larutan sampel sebanyak 10 ml ditambahkan indikator fenolphthalein sebanyak 2-3 tetes dan dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai titik akhir titrasi, yaitu ditambahn dengan berubahnya warna sampel menjadi merah keunguan dan stabil (tidak berubah bila dihomogenkan). Total asam tertitrasi dinyatakan sebagai persen asam asetat.

$$\% \text{ Total asam} = \frac{V \times N \times \text{BM} \times 100\%}{\text{BC}}$$

V = volume titer NaOH

N = normalitas NaOH

BM = berat molekul asam asetat

BC = berat contoh (g)

#### 3. Kadar total fenol (AOAC, 1990)

Sebanyak 0,5 g distilat ditambah 5 ml NaOH 2 N, kemudian diencerkan sampai 250 ml. Sebanyak 25 ml larutan tersebut ditambah 10 ml larutan bromida kromat, 5 ml HCl pekat dan 50 ml aquades, kemudian dikocok selama 1 menit dan didiamkan selama 5-30 menit. Sebanyak 5 ml larutan KI 15% ditambahkan ke dalam larutan, lalu dikocok 1 menit, kemudian dititrasi dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N. Perlakuan yang sama dilakukan terhadap blanko.

Kadar fenol total =

$$\frac{(b-a) \times N \times \text{BM} \times \text{fp}}{1000 \times S} \times 100\%$$

b = ml Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> untuk blangko

a = ml Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> untuk contoh

BM = berat molekul fenol

N = normalisasi Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

S = berat sampel

fp = faktor pengenceran

4. Berat jenis

Berat jenis asap cair dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat jenis} = \frac{Bc - Bp}{Ba - Bp}$$

Bc = Berat piknometer + contoh (gram)

Bp = Berat piknometer kosong

Ba = Berat piknometer + air suling

5. Analisa Py-GCMS

Asap cair tempurung nyamplung dianalisa kandungan senyawa kimianya dengan menggunakan Py-GCMS Shimadzu QP 5050 A. Kondisi alat memakai suhu kolom 60 °C, suhu detector 300 °C, suhu injector 280 °C dan waktu analisa 60 menit. Asap cair disaring dengan kertas saring, kemudian diinjeksikan ke dalam GC sejumlah 0,2 µL sehingga terkromatografi dengan komponen yang terpisah. Selanjutnya spektrum puncak kromatogram dari sampel akan dicocokkan dengan spektrum yang ada dalam *Library* GCMS yang menyimpan berbagai jenis senyawa.

C. Rancangan dan Analisis Data

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial. Faktor perlakuan yang digunakan adalah:

A = Suhu karbonisasi 200°C (A<sub>1</sub>), 300°C (A<sub>2</sub>), 400°C (A<sub>3</sub>) dan 500°C (A<sub>4</sub>).

B = Waktu karbonisasi, yaitu; 5 jam (B<sub>1</sub>) dan 7 jam (B<sub>2</sub>)

Model rancangan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Y<sub>ijkl</sub> = Pengamatan karena pengaruh bersama taraf ke-i faktor A, taraf ke- j faktor B, yang terdapat pada ulangan ke-l

μ = nilai rata-rata umum

A<sub>i</sub> = Pengaruh perlakuan A pada taraf ke-i

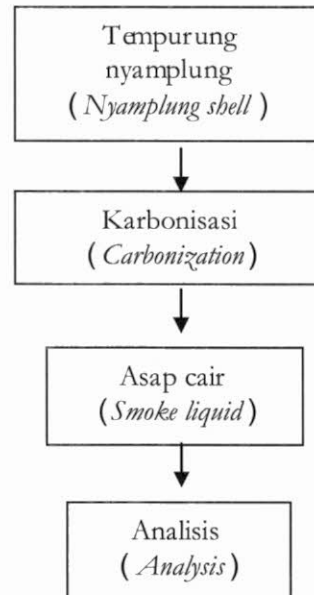
B<sub>j</sub> = Pengaruh sebenarnya perlakuan B pada taraf ke-j

Ab<sub>ij</sub> = Pengaruh sebenarnya interaksi antara taraf ke-i faktor A dengan taraf ke-j faktor B

ε<sub>ij</sub> = Pengaruh sebenarnya daripada unit eksperimen ke- l dikarenakan oleh kombinasi perlakuan.

Jika hasil analisis sidik ragam menunjukkan perbedaan nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda Duncan (DMRT) (Sudjana, 1980).

Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1: Diagram alir penelitian asap cair  
Figure 1: Flow diagram of smoke liquid research

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Asap Cair Tempurung Nyamplung

1. Rendemen asap cair

Rendemen asap cair tempurung nyamplung berkisar antara 19,8 - 48,8% (Tabel 1). Rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 500°C, selama 7 jam yaitu sebesar 48,8% dan yang terendah diperoleh pada perlakuan suhu 200°C selama 5 jam. Terdapat kecenderungan semakin tinggi suhu dan lama waktu pirolisis, asap cair yang dihasilkan semakin tinggi. Hasil analisis sidik ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa hanya faktor suhu, waktu dan interkasi keduanya yang berpengaruh nyata. Hasil uji lanjut Duncan

diketahui bahwa tidak semua perlakuan memberikan rendemen yang nyata. Suhu 200°C, 5 dan 7 jam berada dalam satu grup, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, perlakuan 300°C, 7 jam berada dalam satu grup dengan suhu 400°C, 5 dan 7 jam serta suhu 500°C, 5 jam, sedangkan suhu 500°C, 7 jam berbeda nyata dengan yang lainnya. Dari hasil rendemen pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa rendemen asap cair sebenarnya sudah tidak mengalami peningkatan yang berarti setelah suhu 400°C sampai suhu 500°C kecuali pada suhu 500°C, 7 jam.

Rendemen asap cair yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih besar dari asap cair yang dihasilkan oleh Haji *et al.*, (2007) pada pirolisis sampah organik dengan suhu 350-510°C menghasilkan asap cair antara 31,24-37,83%. Tetapi lebih rendah dari asap cair yang dihasilkan Wijaya *et al.*, (2008) pada pirolisis kayu jati, pinus dan bambu dengan suhu 110-500°C menghasilkan asap cair rata-rata 55,20, 58,33 dan 62,89%.

Menurut Tranggono *et al.*, (1997), perbedaan rendemen asap cair disebabkan oleh jenis kayu/bahan baku yang digunakan, terutama disebabkan oleh kadar lignin dan selulosa dalam bahan, yang bervariasi antara 38,98-63,89% selulosa dan 19,35-50,44% lignin. Kayu atau bahan berselulosa yang mempunyai kadar lignin yang tinggi umumnya akan menghasilkan asap yang banyak, sehingga hasil asap cairnya lebih banyak.

Selain dihasilkan asap cair, proses pirolisis juga menghasilkan arang yang juga bernilai ekonomi tinggi. Arang dapat digunakan sebagai bahan bakar atau dimanfaatkan untuk pembuatan arang aktif. Hasil arang kemudian dibandingkan dengan SNI 01-1682-1996. Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa hanya perlakuan suhu 500°C yang memenuhi standar SNI 01-1682-1996 dimana arang yang dihasilkan sudah terbentuk sempurna dengan warna hitam merata, sedangkan arang yang dihasilkan pada suhu 200°C sampai dengan

**Tabel 1. Karakteristik asap cair nyamplung**  
*Table 1. Characteristic of nyamplung smoke liquid*

No.	Perlakuan (Treatment)	Rendemen (Yield) (%)	Kadar asam (Acid value) (%)	Kadar fenol (Fenol value) (%)	Berat jenis (Density) (g/ml)	Sifat arang <sup>1</sup> (Charcoal properties)
1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	19,8	4,19	0,66	1,005	belum terbentuk arang (Charcoal has not been formed)
2	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	21,7	5,11	1,69	1,006	belum terbentuk arang (Charcoal has not been formed)
3	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	33,7	8,33	2,87	1,012	belum sempurna (Undercooked) (± 65%)
4	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	43,6	8,37	2,88	1,013	belum sempurna (Undercooked) (± 70%)
5	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	44,4	8,53	3,73	1,010	belum sempurna (Undercooked) (± 80%)
6	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	45,3	8,56	3,66	1,009	belum sempurna (Undercooked) (± 90%)
7	A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	45,3	9,47	3,95	1,009	hitam merata (Uniformly black)
8	A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	48,8	9,48	4,19	1,011	hitam merata (Uniformly black)

Keterangan (Remarks):

1 = Persyaratan (requirements) SNI 01-1682-1996 : hitam merata (Uniformly black color)

A1 = Suhu (Temperature) 200°C

A2 = Suhu (Temperature) 300°C

A3 = Suhu (Temperature) 400°C

A4 = Suhu (Temperature) 500°C

B1 = Waktu aktivasi (Activation time) 5 jam (hours)

B2 = Waktu aktivasi (Activation time) 7 jam (hours)

suhu 400°C belum sesuai dengan standar SNI, dimana arang yang dihasilkan belum sempurna seratus persen dan warnanya belum hitam merata, bahkan pada suhu 200°C tempurung nyamplung berwarna kecoklatan dan inti tempurung belum menjadi arang.

## 2. Kadar fenol

Hasil analisa asap cair tempurung nyamplung menggunakan reaktor pirolisis pada suhu yang berbeda menghasilkan kadar fenol yang berbeda (Tabel 1). Kadar fenol terendah diperoleh pada suhu 200°C dengan waktu pirolisis 5 jam yaitu 0,66% dan kadar fenol tertinggi diperoleh pada suhu 500°C dengan waktu pirolisis 7 jam yaitu 4,19%. Terdapat kecenderungan bahwa semakin tinggi suhu pirolisis kadar fenol semakin bertambah. Hasil analisis sidik ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa hanya faktor suhu yang berpengaruh nyata, sedangkan waktu pirolisis dan interaksi suhu dan waktu tidak berbeda nyata.

Hasil uji lanjut Duncan (Tabel 3) diketahui bahwa tidak semua perlakuan suhu memberikan kadar fenol yang nyata. Hanya pada suhu 200°C yang berbeda dengan suhu lainnya, sedangkan pada suhu 300 - 500°C, kadar fenol berada dalam satu grup atau tidak berbeda nyata. Kadar fenol asap cair hasil penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Marasabessy (2007) pada pirolisis tempurung kelapa dengan suhu 200-400°C yang menghasilkan fenol asap cair antara 0,6-2,76%. Kadar total fenol dalam asap cair tidak bergantung pada kadar air bahan baku dan persentase rendemen yang dihasilkan. Jumlah asap yang dihasilkan sangat bergantung pada karakteristik kandungan kimia bahan baku yang digunakan dan suhu yang dicapai selama proses pirolisis (Djarmiko *et al.*, 1985; Haji *et al.*, 2007).

Kadar atau kandungan fenol dalam asap cair dipengaruhi oleh kandungan lignin bahan dan

**Tabel 2. Analisis sidik ragam sifat fisiko-kimia asap cair nyamplung**

**Table 2. Analysis of variance of nyamplung smoke liquid**

No.	Sumber (Source)	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Kuadrat tengah (Mean square)	F-hitung (F-calculated)
1.	Rendemen (Yield), %			
	- Suhu (Temperature)	1699,574	566,525	543,451
	- Waktu (Time)	65,101	65,101	62,449
	- Suhu x Waktu ( Temperature vs Time)	49,124	16,375	15,708
2	Kadar fenol (Fenol value), %			
	- Suhu (Temperature)	19,958	6,653	10,848
	- Waktu (Time)	0,357	0,357	0,583
	- Suhu x Waktu ( Temperature vs Time)	0,765	0,255	0,416
3	Kadar asam (Acid value), %			
	- Suhu (Temperature)	54,325	18,108	1240,060
	- Waktu (Time)	0,238	0,238	16,325
	- Suhu x Waktu ( Temperature vs Time)	0,593	0,198	13,546
4	Berat jenis (Density), g/ml			
	- Suhu (Temperature)	8,619E-5	2,873E-5	153,222
	- Waktu (Time)	5,625E-7	5,625E-7	3,000
	- Suhu x Waktu ( Temperature vs Time)	3,187E-6	1,062E-6	5,667

**Tabel 3. Uji Duncan (DMRT) terhadap parameter kualitas asap cair**  
**Table 3. Duncan test of smoke liquid quality parameters**

No	Parameter	Nilai rata-rata untuk uji beda dari setiap perlakuan (Result of Duncan significant test)							
1	Rendemen (Yield)	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>
		19,8	21,7	33,7	43,6	44,4	45,3	45,3	48,8
		a <sup>1</sup>	ab	c	d	de	defg	def	h
2	Kadar fenol (Fenol value)	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>
		0,66	1,69	2,87	2,88	3,73	3,66	3,95	4,19
		a	ab	bc	bc	cdef	cde	cdefg	cdefg
3	Kadar asam (Acid value)	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>
		4,19	5,11	8,33	8,37	8,53	8,56	9,47	9,48
		a	b	c	cd	cde	cde	f	f
4	Berat jenis (Density), g/ml	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>
		1,005	1,006	1,012	1,013	1,010	1,009	1,009	1,011
		a	b	c	cd	de	cde	f	f

Keterangan (Remarks) : 1). Huruf yang sama tidak berbeda nyata (Mean value with the same letter are not significantly different) 2). Perlakuan (treatment) A<sub>1</sub> = Suhu (Temperatur) 200°C, A<sub>2</sub> = Suhu (Temperatur) 300°C, A<sub>3</sub> = Suhu (Temperatur) 400°C, A<sub>4</sub> = Suhu (Temperatur) 500°C B<sub>1</sub> = Waktu aktivasi 5 jam (Activation time 5 hour) B<sub>2</sub> = Waktu aktivasi 7 jam (Activation time 7 hour)

suhu pirolisis (Girard, 1992 dalam Marasabessy, 2007). Lignin sangat stabil dan sukar dipisahkan dan mempunyai bentuk yang bermacam-macam, sehingga baru akan terurai pada suhu tinggi. Lignin pada dasarnya adalah suatu fenol yang dihasilkan dari terpecahnya lignin pada proses pirolisis suhu 300 - 500°C (Djarmiko *et al.* 1985; Heygreen dan Bowyer, 1996). Pada suhu 200°C, lignin belum terurai, sehingga berpengaruh terhadap kadar fenol yang dihasilkan. Menurut Simon *et al.*, (2005), pirolisis lignin akan menghasilkan fenol dan senyawa turunannya yang penting sebagai bahan pengawet.

### 3. Kadar asam

Kadar asam asap cair tempurung nyamplung berkisar antara 4,19 - 9,48 % (Tabel 1). Kadar asam tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 500°C dengan waktu pirolisis 7 jam. Kadar terendah adalah pada perlakuan suhu 200°C dengan waktu pirolisis 5 jam.

Hasil analisis sidik ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa faktor suhu dan waktu serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar asam asap cair. Hasil uji Duncan (Tabel 3) menunjukkan bahwa tidak semua interaksinya menyebabkan perbedaan kadar asam yang nyata. Perlakuan suhu 500°C, waktu 5 jam dan 7 jam berada dalam satu grup dengan kadar asam antara 9,47 - 9,48%, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi optimal pembuatan asap cair dapat dilakukan pada suhu 500°C dengan waktu 5 jam, karena kadar asam yang dihasilkan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 500°C, waktu 7 jam, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Terdapat kecenderungan semakin tinggi suhu dan waktu pirolisis, kadar asam semakin meningkat, terutama menjelang suhu 300°C dan terus meningkat sampai suhu 500°C, meskipun peningkatannya tidak terlalu besar. Senyawa asam yang terdapat dalam asap cair merupakan asam organik yang terbentuk akibat proses pirolisis

komponen kayu seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Asam yang berperan penting dalam asap cair adalah asam asetat. Kadar asam asap cair tempurung nyamplung memenuhi persyaratan standar Jepang asap cair kayu yaitu antara 1 - 18% (Tabel 4).

Kadar asam penelitian ini lebih rendah dari hasil Marasabessy (2007) pada pirolisis tempurung kelapa dengan suhu 200-400°C yang menghasilkan kadar asam antara 9,45 -10,15%. Hal ini mungkin karena perbedaan kadar lignoselulosa bahan baku.

#### 4. Berat jenis

Berat jenis menunjukkan banyaknya komponen yang ada di dalam asap cair yang mempengaruhi berat asap cair. Berat jenis asap cair nyamplung dapat dilihat dalam Tabel 1. Berdasarkan analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor suhu dan interaksi suhu dan waktu, memberikan pengaruh nyata terhadap berat jenis, tetapi faktor waktu tidak berbeda nyata (Tabel 2). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa tidak semua perlakuan memberikan hasil yang berbeda nyata. Berat jenis terendah diperoleh pada perlakuan suhu 200°C yaitu sebesar 1,005 g/ml dan yang tertinggi diperoleh pada suhu 300°C (5 dan 7 jam) yaitu 1,012 dan 1,013 g/ml, hal ini dimungkinkan karena penguraian lignin mulai terjadi pada suhu 300°C, sehingga berat jenisnya lebih tinggi dari perlakuan suhu lainnya. Hasil berat jenis asap cair redestilasi tempurung nyamplung dari penelitian ini memenuhi

persyaratan standar cuka kayu (*wood vinegar*) redestilasi Jepang (Tabel 4) yang bernilai >1.001 (Yatagai, 2000).

## B. Senyawa Kimia Asap Cair

Hasil analisis GCMS pada asap cair yang sudah di redestilasi dapat dilihat pada Lampiran 1. Senyawa kimia tersebut berasal dari degradasi pirolisis selulosa dan hemiselulosa seperti senyawa asam dan turunannya (asam asetat, propionat), keton (aseton), aldehyd (furfural) serta kelompok senyawa hasil degradasi lignin seperti fenol dan turunannya. Perbedaan suhu pirolisis 200 – 500°C menghasilkan komposisi senyawa kimia asap cair yang berbeda (Lampiran 1), meskipun secara umum didominasi oleh senyawa phenol dan asam organik. Phenol merupakan senyawa pembentuk aroma spesifik produk asap seperti bau terbakar, terutama jenis fenol guaiacol, eugenol dan siringol. Senyawa furan, lacton dan karbonil dapat memunculkan flavor karakteristik asap pada bahan pangan, selain itu ada senyawa minor yang memegang peranan penting dalam asap yaitu karbonil dan lakton titik didih tinggi, meliputi homolog 1,2 siklopentadion dan 2-butanoin (Darmadji, 2009).

Hasil analisis menunjukkan perlakuan suhu 500°C selama 5 jam menghasilkan kadar fenol tertinggi yaitu 50,79% (% relatif) dibandingkan perlakuan lainnya. Selain itu juga teridentifikasi senyawa kimia acetoin (2-butanon, 3-hidroxy) yang tidak teridentifikasi pada perlakuan lainnya

**Tabel 4. Standar mutu cuka kayu asal Jepang**  
**Table 4. Quality standard of wood vinegar from Japan**

Paramater (Parameters)	Cuka kayu (Crude wood vinegar)	Distilat cuka kayu (Wood vinegar distilat)
pH (pH)	1,5 - 3,7	1,3 - 3,7
Berat jenis (Density)	> 1,005	> 1,001
Warna (Color)	Kuning-coklat kemerahan sampai pucat – coklat kemerahan (Reddish yellow-brown-to reddish pale-brown)	Tak berwarna-kuning pucat sampai coklat-kemerahan pucat (Colorless-pale yellow, brownish pale-red)
Transparansi (Transparency)	Tidak keruh (Transparent)	Tidak keruh (Transparent)
Kadar asam organik (Organic acid value)	1 - 18%	1 - 18%

Sumber (Source): Yatagai (2000)

(Lampiran 1). Acetoin merupakan senyawa yang memberikan flavor pada makanan dan bau yang enak (fragrance), senyawa tersebut ditemukan juga pada apel, butter, yogurt, asparagus, kismis hitam, blackberry, gandum, brokoli, dan belewah (Anonim, 2011).

Hasil analisis menunjukkan bahwa senyawa PAH (Polycyclic aromatic hydrocarbon) seperti benzo(a)pirena tidak ditemukan dalam asap cair tempurung nyamplung yang sudah diredestilasi. Senyawa PAH diketahui sebagai polutan yang toksik, karsinogenik dan mutagenik. Senyawa PAH dapat terbentuk secara alami maupun karena rekayasa. Sebagai contoh kebakaran hutan atau lahan adalah sumber yang potensial terjadinya senyawa PAH. Lava gunung berapi merupakan penyumbang besar terjadinya PAH yaitu 2 - 14 ton per tahun (Sierle, 1976; Harvey, 1985 dalam Wahyuni (1997). Terdapat 16 senyawa primer PAH yaitu; naftalena, asenaftilena, flourena, asenaftena, fenantrena, antrasena, fluorantena, pirena, benzo (a) antrasena, krisena, benzo (b) fluorantena, benzo (k) fluorantena, benzo (a) pirena, dibenzo (a,h) antrasena, indenol (1.2.3-cd) pirena, dan benzo (ghi) pirilena (Wahyuni, 1997).

#### IV. KESIMPULAN

Perlakuan suhu pirolisis 500°C selama 5 jam merupakan kondisi terbaik untuk memproduksi asap cair tempurung nyamplung, dengan rendemen 45,3%, kadar asam 9,47%, kadar fenol 3,95% dan berat jenis 1,009. Berdasarkan analisis GCMS, kandungan utama asap cair suhu 500°C adalah phenol 50,79%, karbonil dan asam organik (asam asetat, asam butanoat, dan asam malonat) 39,57%, keton 8,86% dan alkil aril eter 3,99%. Asap cair yang dihasilkan tidak mengandung senyawa polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) benzo (a) piren, sehingga aman digunakan sebagai bahan aditif dalam pangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

[AOAC]. 1990. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods on Analysis. 18<sup>th</sup> ed. Benjamin Franklin. Washington DC. USA.

Anonim. 2011. Acetoin. <http://en.wikipedia.org/wiki/Acetoin>. Diakses 30 Oktober 2011.

Amritama D. 2007. Asap Cair. <http://tech.groups.yahoo.com/message/7945>. Diakses tanggal 29 April 2011.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1996. Arang tempurung kelapa. Jakarta: BSN. (SNI 01-1682-1996).

Darmadji, P. 2009. Teknologi asap cair dan aplikasinya pada pangan dan hasil pertanian. Pidato pengukuhan Jabata Guru Besar, Bidang Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. UGM. Yogyakarta.

Darmadji, P. 2002. Optimasi pemurnian asap cair dengan metoda redistilasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 13(3), 267-271. Jakarta.

Djarmiko B, Ketaren S, Setyahartini S. 1985. Pengolahan Arang dan Kegunaannya. Agro Industri Press. Bogor.

Haji, AG, ZA. Masud, BW. Lay, SH. Sutjahjo dan G. Pari. 2007. Karakteristik asp cair hasil pirolisis sampah organik padat. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 16(3): 111-118. Bogor.

Guillen MD dan ML. Ibargoita. 1999. Influence of the moisture content on the composition of the smoke liquid produced in the pyrolysis procees of *Fagus sylvatica* L. *Journal Agri Food Chem* 47 : 4126-4136. California.

Gumanti, FM. 2006. Kajian sistem produksi destilat asap tempurung kelapa dan pemanfaatannya sebagai alternatif bahan pengawet mie basah. Skripsi. FPIK. IPB. Bogor.

Heygreen JG dan Bowyer JL. 1996. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Suatu Pengantar. Hadikusomo SA, Penerjemah; Yogyakarta. Gajah Mada University Press. Terjemahan dari: Forest Product and wood science, an introduction.

Marasabessy I. 2007. Produksi asap cair dari limbah pertanian dan penggunaannya dalam pembuatan ikan tongkol (*Euthynnus*



- affinis) asap. Tesis. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Simon R, B Calle, S Palme, D Meler, dan E Anklam. 2005. Composition and analysis of smoke liquid flavouring primary products. *Journal Food Science* 24(1): 143-148. North Carolina.
- Sudjana. 1980. *Disain dan Analisa Eksperimen*. Tarsito. Bandung.
- Sudradjat, R., Sahirman dan D. Setiawan. 2007. Pembuatan biodiesel dari biji nyamplung. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 25 (1): 41-56. Bogor.
- Tranggono, S., B. Setiadji, P. Darmadji, Supranto, dan Sudarmanto. 1997. Identifikasi asap cair dari berbagai jenis kayu dan tempurung kelapa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 1(2):15-24. Bogor.
- Wahyuni, WT. 1997. Penentuan berbagai senyawa polisiklik aromatik hidrokarbon dalam air limbah menggunakan kromatografi cairan kolom mikro dengan detektor flourometry. *Buletin IPT*. No.1 Vol.3 hal 2-5. Bandung.
- Wijaya, M., E.Noor, TT. Irawadi dan G.Pari. Karakterisasi komponen kimia asap cair dan pemanfaatannya sebagai biopestisida. *Bionature* 9(1): 34-40. Makasar.
- Yatagai, M. 2000. Utilization of charcoal and wood vinegar in Japan. Graduate School of Agricultural and Life Sciences. The University of Tokyo.

Lampiran 1 : Senyawa kimia asap cair nyamplung  
Appendix : Chemical compounds of nyamplung smoke liquid

Kelompok senyawa kimia (Chemical group)	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	(%) relatif	(%) relatif	(%) relatif	(%) relatif
Karbomil dan asam (Carbonyl and acid)	Acetic acid	13,56	Propanoic acid (CAS)	Acetic acid, methyl ester (CAS)	1,18	Methyl acetate	Acetic acid, methyl ester (CAS)	2-Propanon (CAS)
	Acetic acid, mercapto-, 1,2-ethanedil ester (CAS)	8,82	2,3-Butanedione (CAS)	Ethylacetic acid	1,07			Acetone
	Glycol dimercaptoacetate	3,41	Acetic acid (CAS)	374	17,44			Acetic acid, methyl ester (CAS)
	Acetic acid, methyl ester (CAS)	2,3	Ethylacetic acid		3,43			Methyl acetate
	1-Hydroxy-2-butanone	3,16	1,2-Diethylborane-D10		0,62			O'-Diamino-1,2-ethylenglycol
	Propanoic acid, 2-methyl-, anhydride (CAS)	23,34	Hydrazine, methyl-, (CAS)	3,5-	13,03			1-Hydroxy-2-Butanone
	Isobutyric anhydride	1,01	Acetic acid (CAS)		2,36			Propanoic acid (CAS)
	Acetic acid (CAS)	0,89	Ethylacetic acid		0,6			Malonic acid
	2-Heptanone, 3-methyl-, (CAS)	0,97	tidak terdeteksi		2,57			N-Nitroso-N-ethylurea
	heptanone	2,55	1-Pyrrolidincarboximide (CAS)		0,73			2-Butanon, 3-hidroksi-
	Pyridine (CAS)	1,45	N-Cyanopyrrolidime		0,57			(CAS) Acetoin
	2,3-Butanedione (CAS)	1,16	Butanoic acid (CAS)		0,64			Pyridine (CAS)
	Furfural	1,93	n-Butyric acid		1,73			Azine
	2-Furanocarboxaldehyde (CAS)	0,48	2-Furanmethanol, tetrahydro- (CAS)		1,08			Butanoic acid
	Furfural	1,25	Tetrahydrofurfuryl alcohol		1,74			2-Furanol, tetrahydro-
	2(3H)-Furanone, dihydro- (CAS)	0,98	2(3H)-Furanone, dihydro- (CAS)		0,68			(CAS) 2-Hidroxytetrahydrofuran
	Butyrolactone	3,78	Butyrolactone		0,64			2(3H)-Furanone, dihydro-
	2(3H)-Furanone, dihydro- (CAS)	0,41	5 Methyl furfural		0,73			(CAS) Butyrolactone
	tidak terdeteksi	0,23	2-Propanol, 1-[(1-methyl-2-propenyl)oxy]-, acetate		1,09			(CAS) Butyrolactone
	Pentane, 2,4-dimethyl- (CAS)	4,21	2,4-Dimethylfuran		1,20			2-Cyclopenten-1-one (CAS)
Dimethylpentane	5,61	2-Butanone, 1-(acetyloxy)- (CAS)		0,59			2-Cyclopenten-1-one	
3-Ethyl-2-hydroxy-2-cyclopenten-1-one	9,16	1-Acetoxy-2-butanone		0,78			(CAS) 3-Methyl-2-cyclopentanone	
2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl- (CAS)	0,83	2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl- (CAS)		0,23			2,4-Hexadiene, 2,5-dimethyl-	
(CAS) Corylon	1,06	Corylon		0,23			(CAS) 2,5-Dimethyl-2,4-hexadiene	
Benzene, 1,2,3-trimethoxy-5-methyl- (CAS)	3,34	Ethanone, 1-cyclopentyl- (CAS)		0,41			2-Cyclopenten-1-one, 2-hidroksi-3-methyl-3-methyl-(CAS) Corylon	
Toluene, 3,4,5-trimethoxy-1,2,4-trimethoxybenzene	1,55	Cyclopentylmethanone		0,59			2-Cyclopenten-1-one, 2-hidroksi-3-methyl-3-methyl-(CAS) Corylon	
1,2,4-Trimethoxybenzene	3,21	1,2,4-Trimethoxybenzene		1,73			2,3-Dimethyl-2-cyclopenten-1-one	
Phenol (Phenol)	4,21	Phenol (CAS)		1,14			Ethanone, 1-cyclopentyl- (CAS)	
Phenol, 3-methyl- (CAS)	5,61	Phenol, 2-methyl- (CAS)		1,38			(CAS) Cyclopentylmethanone	
Phenol, 2-methoxy- (CAS)	9,16	Phenol, 2-methoxy- (CAS)		2,17			Phenol (CAS)	
Phenol, 2,4-dimethyl- (CAS)	0,83	Guaiacol		32,62			Phenol, 2-methyl- (CAS)	
Phenol, 3-ethyl- (CAS)	1,06	Phenol, 2,4-dimethyl- (CAS)		1,42			Phenol, 4-methyl- (CAS)	
2-Methoxy-4-methylphenol	3,34	Ethylcyclopentenolone		0,90			Phenol, 2-methyl- (CAS)	
Phenol, 4-ethyl-2-methoxy- (CAS)	1,55	2-Methoxy-4-methylphenol		8,66			Phenol, 4-methyl- (CAS)	
p-Ethylguaiacol	3,21	Phenol, 4-ethyl-2-methoxy- (CAS)		3,15			Phenol, 2,6-dimethoxy- (CAS)	
Phenol, 2,6-dimethoxy- (CAS)	3,21	Ethylguaiacol		1,07			Phenol, 2,6-dimethoxy- (CAS)	
2,6-Dimethoxyphenol	3,21	Phenol, 2,6-dimethoxy- (CAS)		1,07			2,6-Dimethoxyphenol	
		2,6-Dimethoxyphenol						