

REKAYASAALAT PENGHASIL ASAP CAIR UNTUK PRODUKSI IKAN ASAP

1. UJI COBAALAT PENGHASIL ASAP CAIR SKALA LABORATORIUM

Rodiah Nurbaya Sari^{*)}, Bagus Sediadi Bandol Utomo^{*)} dan Tri Nugroho Widiyanto^{*)}

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah melakukan uji coba alat penghasil asap cair skala laboratorium dengan bahan pengasap tempurung kelapa. Suhu pirolisis diset antara 200–250°C dan 300–450°C. Parameter yang diuji adalah banyaknya asap cair yang dihasilkan, sisa pembakaran berupa arang yang terbentuk, jumlah komponen asap yang hilang, kinerja alat dan susunan senyawa kimia asap cair yang dihasilkan. Analisis susunan senyawa kimia asap cair yang dihasilkan menggunakan *Gas Chromatography–Mass Spectrophotometry* (GC-MS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada suhu pembakaran 200–250°C, tempurung kelapa dengan kadar air 11,40% menghasilkan asap cair sebanyak 48,10%, sisa pembakaran berupa arang sebanyak 31,33%, jumlah komponen yang hilang sebanyak 20,56% dengan kinerja alat sebesar 250,52 g/jam.m kondensor. Komponen terbanyak asap cair yang dihasilkan adalah senyawa 9-octadecenoic acid (Z)-, tetradecyl ester (C₃₂H₆₂O₂) sebanyak 71,68%. Pada suhu pembakaran 300–450°C asap cair yang dihasilkan sebanyak 48,66%, sisa pembakaran berupa arang sebanyak 26,30%, komponen asap yang hilang sebanyak 25,04% dengan kinerja alat 253,44 g/jam.m kondensor. Pada suhu tersebut komponen terbanyak asap cair adalah senyawa 2-lauro-1,3-didecain yaitu 37,53%.

ABSTRACT: *Design of liquid smoke generator for producing smoked fish*
1. Trial test of laboratory scale liquid-smoke generator. By: Rodiah Nurbaya Sari, Bagus Sediadi Bandol Utomo and Tri Nugroho Widiyanto

The purpose of this study was to carry out test of a laboratory scale liquid smoke generator using coconut shell as raw material. Pyrolysis temperatures were set in the range of 200–250°C and 300–450°C. The parameters analyzed were the amount of liquid smoke and charcoal produced as well as the weight loss of smoke component, performance of liquid smoke generator and chemical composition of the liquid smoke. Liquid smoke composition was analyzed using Gas Chromatography-Mass Spectrophotometry (GC-MS). Results showed that at pyrolysis temperature of 200–250°C, coconut shell of 11.40% moisture content produced liquid smoke as much as 48.10% with 31.33% charcoal, loss of smoke component was 20.56% and liquid smoke generator performance of 253.44 g/hour.m condenser. The liquid smoke composition was dominated by 9-octadecenoic acid (Z)-, tetradecyl ester (C₃₂H₆₂O₂) as much as 71.68%. Meanwhile, at pyrolysis temperature of 300–450°C produced 48.66% liquid smoke, 26.30% charcoal, loss of smoke component was 25.04% and liquid-smoke generator performance of 253.44 g/hour.m condenser. At this temperature, the highest proportion of liquid smoke component was 2-lauro-1,3-didecain (C₃₂H₆₂O₂) as much as 37.53%.

KEYWORDS: *liquid smoke, coconut shell, pyrolysis temperature*

PENDAHULUAN

Teknologi pengasapan dengan menggunakan asap cair mempunyai keuntungan yaitu menghemat biaya yang dibutuhkan untuk kayu dan peralatan pembuat asap, dapat mengatur cita rasa produk yang diinginkan, dapat mengurangi komponen yang berbahaya, mudah diterapkan pada masyarakat awam dan mengurangi polusi udara (Pszczola, 1995).

Asap cair adalah cairan kondensat dari asap yang telah mengalami penyimpanan dan penyaringan untuk memisahkan tar dan bahan-bahan partikulat (Pszczola, 1995). Salah satu cara untuk membuat asap cair adalah dengan mengkondensasikan asap hasil pembakaran tidak sempurna dari kayu. Selama pembakaran, komponen kayu seperti hemiselulosa, selulosa dan lignin akan mengalami pirolisis yang menghasilkan tiga kelompok senyawa yaitu senyawa

^{*)} Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan

mudah menguap yang dapat dikondensasikan, gas-gas yang tidak dapat dikondensasikan dan zat padat berupa arang (Maga, 1988).

Pirolisis adalah proses penguraian yang tidak teratur dari bahan-bahan organik atau senyawa kompleks menjadi zat dalam tiga bentuk yaitu padatan, cairan dan gas yang disebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar pada suhu yang cukup tinggi (Sulaiman, 2004). Menurut Tranggono *et al.* (1996), pada proses ini diperlukan sistem peralatan yang terdiri dari pirolisator, pemanas, pipa penyalur asap, kolom kondensasi dan penampung destilat.

Kondensor atau pengembun adalah bagian dari metode pendinginan yang menerima uap berupa bahan panas dari kompresor lalu menghilangkan panas pengembunan tersebut dengan cara mendinginkan uap ke titik embunnya. Hilangnya panas laten pada uap bahan itu mengembun menjadi cairan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kondensor antara lain adalah luas permukaan, waktu dan suhu kondensasi serta panjang kondensor (Ilyas, 1993).

Senyawa-senyawa yang terdapat di dalam asap dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan, yaitu fenol, karbonil (terutama keton dan aldehid), asam, furan, alkohol dan ester, lakton, hidrokarbon alifatik dan hidrokarbon polisiklis aromatis (Girard, 1992). Namun komponen utama yang menyumbang dalam reaksi pengasapan hanya tiga senyawa, yaitu: asam, fenol dan karbonil (Hollenbeck, 1977). Komposisi asap dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah jenis kayu, kadar air dan suhu pembakaran yang digunakan.

Tempurung kelapa dan kayu mempunyai komponen-komponen utama yang relatif sama yaitu selulosa sekitar 26,6–33,6%, hemiselulosa 27,7–29,3% dan lignin 29,4–40,0% (Suhardiyono, 1988; Woodroff, 1970 dalam Darmadji, 2002). Tempurung kelapa merupakan 12–15% bagian dari buah kelapa yang berfungsi sebagai pelindung inti buah (Tahir, 1992).

Tujuan penelitian ini adalah melakukan uji coba alat penghasil asap cair skala laboratorium dengan bahan pengasap tempurung kelapa dan variasi suhu pirolisis.

Penelitian mengenai asap cair dengan bahan pengasap tempurung kelapa sudah pernah dilakukan di UGM, Yogyakarta. Hasil-hasil penelitian yang berupa peralatan dan karakteristik asap cair tersebut (Darmadji *et al.*, 1999; Darmadji, 2000; Darmadji, 2002) dijadikan input untuk mendesain alat penghasil asap cair skala laboratorium di Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Jakarta. Asap cair yang telah dihasilkan,

sedang dalam tahap uji coba untuk pembuatan ikan asap.

BAHAN METODE

Bahan baku yang digunakan untuk menghasilkan asap dalam penelitian ini adalah tempurung kelapa yang diperoleh dari pasar Palmerah, Jakarta Pusat. Sedangkan bahan kimia yang digunakan untuk analisis komponen asap adalah metanol, gas helium dan kertas saring *Whatman* No 42.

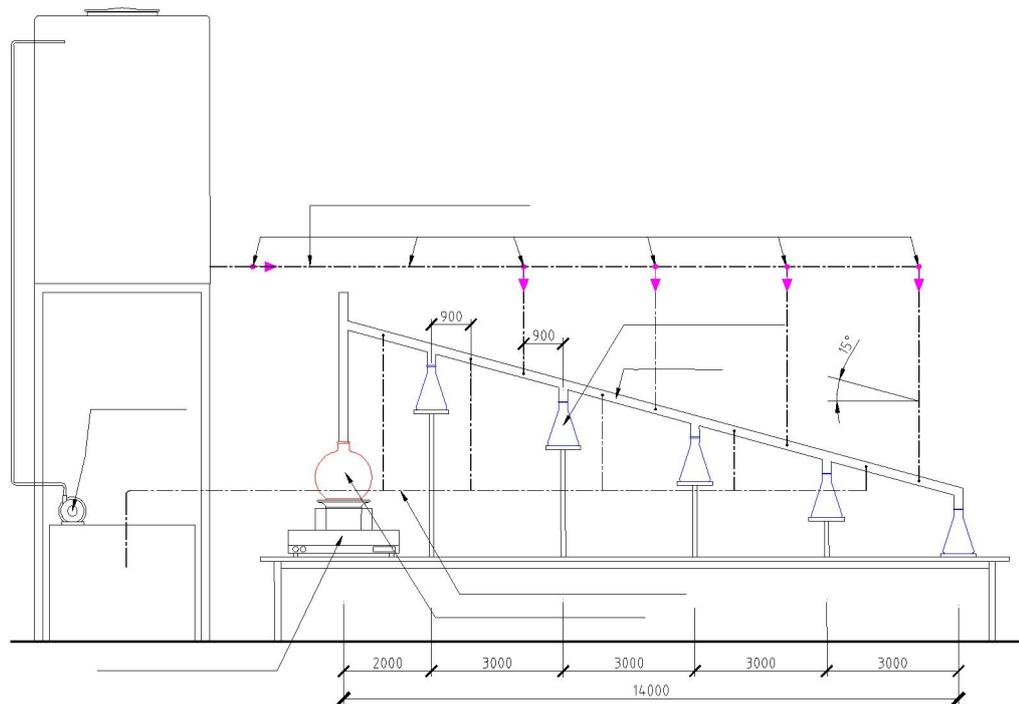
Alat-alat yang digunakan di antaranya adalah : labu ukur 2000 ml (pirolisator) bertutup, kondensor (pengembun) lurus panjang 30 cm dan diameter 29/32 mm, pipa-pipa kaca penyalur asap panjang 20 dan 30 cm dengan diameter 29/32 mm, penampung destilat (asap cair), kompor gas 1 tungku (pemanas/*burner*), pompa air, penampung air (sebagai sumber air) tinggi 275 cm dari permukaan lantai, selang air, stop kran, pipa pvc, tiang penyangga, penjepit, termometer digital, kabel, jek, *stopwatch*, gelas ukur, *microliter syringes* 10 mL, *syringe filters* dia. 25 mm 0.45 mm PVDF, *syringe luer-lok* 10 ml, *vials* 8X40 mm dan GC-MS QP2010.

Disain Alat

Gambar alat penghasil asap cair skala laboratorium yang digunakan di dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Proses Destilasi Tempurung Kelapa

Lima ratus (500) gram tempurung kelapa kering dipotong-potong dengan ukuran kecil (sekitar $\frac{1}{2}$ –1 cm) dimasukkan dalam pirolisator dengan ditutup rapat lalu dipanaskan. Suhu pembakaran dikondisikan antara 200–250°C dan 300–450°C (Darmadji *et al.*, 1999; Darmadji, 2000). Pada dua suhu perlakuan tersebut diharapkan tiga komponen yang berpengaruh pada komposisi fraksi asap cair yaitu hemiselulosa, selulosa dan lignin telah mengalami pirolisis. Untuk menghasilkan suhu antara 200–250°C, kompor sebagai *burner* ditutup sekelilingnya dengan rapat setinggi 20 cm sedangkan untuk suhu antara 300–400°C ditutup setinggi 35 cm. Pompa digunakan untuk mengalirkan air dari sumber air ke kondensor. *Burner* dan pompa dinyalakan secara bersamaan. Proses destilasi dilakukan sampai semua bahan menjadi arang (selama 8 jam). Penampung destilat (asap cair) dipasang di beberapa titik. Suhu diukur dengan menggunakan termometer digital dan pengukuran dilakukan setiap $\frac{1}{2}$ jam dengan menggunakan termokopel yang dipasang di beberapa tempat yaitu dalam pirolisator, penampung destilat serta sumber air, *inlet* dan *outlet* kondensor.



Gambar 1. Alat penghasil asap cair skala laboratorium.
 Figure 1. Laboratory scale liquid smoke generator.

Destilat asap cair yang tertampung diukur volumenya dan arang yang dihasilkan (setelah dingin) ditimbang. Semua data diperoleh dengan perlakuan tiga kali ulangan. Asap cair yang dihasilkan dengan volume terbanyak dianalisis komposisi kimianya dengan menggunakan GC-MS.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap suhu dalam pirolisator, suhu air untuk kondensor yaitu suhu di sumber air, suhu air masuk kondensor (*inlet*) dan suhu air keluar kondensor (*outlet*) serta destilat dalam penampung, volume destilat di setiap penampung, bobot arang dan komposisi kimia untuk destilat terbanyak yang dianalisis dengan menggunakan GC-MS.

Persentase jumlah destilat (asap cair) yang dihasilkan, produksi arang dan komponen yang hilang dihitung dengan menggunakan rumus (Firmansyah, 2004) :

$$\text{Persentase destilat} = \frac{\text{bobot dest. tertampung (g)}}{\text{jumlah tempurung kelapa (g)}} \times 100\%$$

Bobot destilat (m) dalam gram dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\rho \text{ (massa jenis) destilat (g/ml)} = \frac{\text{m destilat (g)}}{\text{v destilat (ml)}}$$

sehingga : $m \text{ destilat} = \rho \times v$

$$\text{Produksi arang (\%)} = \frac{\text{bobot arang (g)}}{\text{bobot tempurung kelapa (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Komponen yang hilang (\%)} = 100\% - (\% \text{ destilat} + \% \text{ arang})$$

Kinerja Alat

Kinerja alat penghasil asap cair terutama didasarkan pada bobot destilat yang tertampung setiap satu jam yang dihasilkan oleh kondensor. Rumus yang digunakan adalah (Hanendyo, 2005) :

$$\text{Kinerja alat} = \frac{\text{jumlah dest. tertampung (g)}}{\text{wkt. pirolisis (jam) X panj. kondensor (m)}}$$

Analisis Komposisi Kimia Asap Cair

Preparasi sampel

Asap cair yang terbentuk diendapkan satu malam lalu disaring dengan menggunakan kertas saring *Whatman* No. 42. Penyaringan diulangi lagi dengan menggunakan *microliter syringes* dan *syringe filters*. Hasil saringan diencerkan dengan metanol sampai 1000 kali, kemudian dimasukkan dalam tabung sampel lalu diinjeksikan ke GC-MS QP2010.

Kondisi pengoperasian GC-MS QP2010

Kondisi pengoperasian GC-MS QP2010 saat digunakan untuk analisis adalah sebagai berikut : suhu oven 75°C dipertahankan selama 2 menit, kemudian ditingkatkan menjadi 130°C dengan kecepatan peningkatan suhu 8°C/menit dan dipertahankan selama 3 menit, ditingkatkan lagi menjadi 290°C dengan kecepatan peningkatan suhu 10°C/menit yang dipertahankan selama 3 menit dan kemudian ditingkatkan lagi menjadi suhu 300°C selama 24 menit. Suhu sumber ion 200°C. Helium yang digunakan dalam analisis ini memiliki kemurnian 99,999%. Tekanan gas diatur 75,0 kPa dan laju alir gas 0,57 ml/menit, sedangkan suhu injektor 250°C. Sampel

yang dimasukkan dalam kromatografi gas sebanyak 1 µl. Analisis dilakukan dari berat molekul 50,00 sampai 500,00 mulai dari 5 menit sampai 55,50 menit (Variasi dari Guillen & Ibargoitia, 1999).

HASIL DAN BAHASAN

Bahan pengasap tempurung kelapa yang digunakan mempunyai kadar air sebesar 11,4%. Nilai ini berada pada selang nilai kadar air yang sudah pernah dilakukan penelitiannya pada bahan pengasap tempurung kelapa yaitu 9,4–14,0% (Darmadji, 2002).

Kenaikan kadar air pada bahan baku akan menurunkan kandungan fenol, asam-asam dan formaldehid dalam asap (Gorbatov *et al.*, 1971 dalam Guillen & Ibargoitia, 1999). Sedangkan jumlah kadar air yang meningkat selain menyebabkan kadar fenol yang rendah juga meningkatkan kadar senyawa karbonil dan flavor produknya lebih asam (Maga, 1988; Girard, 1992).

Dari kegiatan penelitian ini, suhu pirolisis yang tercatat adalah 227,0–251,8°C dan 336,6–427,8°C, sedangkan suhu sumber air di kondensor adalah 27,2–29,2°C. Hasil pencatatan suhu di beberapa titik penting pada alat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Suhu di beberapa titik penting pada alat penghasil asap cair (°C).
Table 1. Temperatures at important points of the smoke generator (°C).

Suhu Pirolisis (°C)/ <i>Pyrolysis Temperature (°C)</i>	227.0-251.8*	336.6 – 427.8**
Penampung Destilat I (°C)/ <i>Distillate Temperature I (°C)</i>	38.6–48.4	38.8–52.1
Penampung Destilat II (°C)/ <i>Distillate Temperature II (°C)</i>	29.7–34.6	29.1–35.4
Penampung Destilat III (°C)/ <i>Distillate Temperature III (°C)</i>	29.4–33.2	28.3–34.0
Penampung Destilat IV (°C)/ <i>Distillate Temperature IV (°C)</i>	28.8–32.9	28.2–33.5
Penampung Destilat V (°C)/ <i>Distillate Temperature V (°C)</i>	29.4–33.4	28.1–33.7
Inlet Air Kondensor (°C)/ <i>Water Inlet Condenser (°C)</i>	28.3–31.8	29.6–32.1
Outlet Air Kondensor (°C)/ <i>Water Outlet Condenser (°C)</i>	30.0–32.7	30.5–33.0

* Suhu diatur dalam range 200–250°C tapi pencapaian antara 227,0–251,8°C/
Temperature setting 200–250°C temperature observed 227.0–251.8°C

** Suhu diatur dalam range 300–450°C tapi pencapaian antara 336,6–427,8°C/
Temperature setting 300–450°C temperature observed 336.6–427.8°C

Tabel 2. Volume destilat, produksi arang serta bobot asap yang hilang
 Table 2. Volume of distillate, charcoal and smoke component weight loss

Suhu Pirolisis/ <i>Pyrolysis Temperature (°C)</i>	227.0-251.8*	336.6 – 427.8**
Volume Destilat I/ <i>Distillate Volume I (ml)</i>	14.0±3.5	7.0±0.0
Volume Destilat II/ <i>Distillate Volume II (ml)</i>	162.3±14.6	178.5±14.8
Volume Destilat III/ <i>Distillate Volume III (ml)</i>	55.8±10.9	57.8±1.1
Volume Destilat IV/ <i>Distillate Volume IV (ml)</i>	Sedikit sekali/ <i>Very little</i>	Sedikit sekali/ <i>Very little</i>
Volume Destilat V/ <i>Distillate Volume V (ml)</i>	8.4±5.5	Sedikit sekali/ <i>Very little</i>
Total Destilat terukur/ <i>Total of Distillate (ml)</i>	240.5±5.5	243.3±13.8
Persentase Destilat/ <i>Percentage of Distillate (%)</i>	48.1	48.7
Produksi Arang/ <i>Charcoal Production (g)</i>	156.7±11.5 (31.33%)	131.5±2.1 (26.3%)
Komponen asap yang hilang/ <i>Loss of smoke component (%)</i>	20.56	25.04

* Suhu diatur dalam *range* 200–250°C tapi pencapaian antara 227,0–251,8°C/
Temperature setting 200–250°C temperature observed 227.0–251.8°C

** Suhu diatur dalam *range* 300–450°C tapi pencapaian antara 336,6–427,8°C/
Temperature setting 300–450°C temperature observed 336.6–427.8°C

Catatan : massa jenis (ρ) destilat diasumsikan = 1,01 g/ml
 (PT. Global Deorub Industry, Palembang)/

Note : *distillate density (ρ) assumption* = 1.01 g/ml
 (PT. Global Deorub Industry, Palembang)

Destilat yang dihasilkan berwarna coklat pekat. Tetesan destilat pertama yang keluar pada suhu pirolisis 227,0–251,8°C adalah pada menit ke-2 sedangkan pada suhu 336,6–427,8°C adalah pada menit ke-8. Volume dan persentase destilat, produksi arang serta komponen yang hilang dapat dilihat pada Tabel 2.

Suhu pirolisis 227,0–251,8°C menghasilkan persentase destilat 48,10% dengan produksi arang 31,33%, sedangkan pada suhu pirolisis 336,6–427,8°C persentase destilat yang diperoleh adalah 48,66% dengan produksi arang 26,30%. Terlihat bahwa pada suhu pirolisis yang lebih tinggi, persentase

destilat yang diperoleh juga lebih tinggi tetapi dengan produksi arang yang lebih rendah.

Menurut Somaatmadja (1978) dalam Fatimah, (1998), persentase destilat hasil proses destilasi kering akan mengalami kenaikan dengan kenaikan suhu proses. Namun demikian suhu pirolisis yang terlalu tinggi juga akan menurunkan jumlah produk degradasi monomer organik (Sastrohamidjojo, 1995 dalam Fatimah, 1998). Adapun produksi arang yang semakin kecil berhubungan dengan semakin berkurangnya komponen-komponen organik dalam sel-sel tempurung kelapa akibat bertambah besarnya suhu pirolisis.

Peningkatan suhu pirolisis juga ternyata meningkatkan komponen yang hilang. Pada suhu pirolisis 227,0–251,8°C komponen yang hilang tercatat 20,56% sedangkan pada suhu pirolisis 336,6–427,8°C komponen yang hilang mencapai 25,04%. Saat pelaksanaan percobaan, pada suhu pirolisis 336,6–427,8°C; masih terlihat asap yang keluar dari ujung kondensor pada 2 jam pertama, dan destilat yang tertampung pada penampung keempat dan kelima hanya sedikit sekali. Pada suhu pirolisis yang lebih rendah, asap yang keluar dari ujung kondensor tidak terlalu banyak sehingga destilat yang tertampung pada penampung kelima pun lebih banyak. Suhu *inlet* air kondensor yang terukur adalah 29,6–32,1°C tetapi suhu *outlet*nya masih tinggi, yaitu 30,5–33,0°C. Hal ini diduga karena kondensor lurus yang berjumlah 4 buah dengan panjang total 120 cm belum mampu mengembunkan asap yang melaluinya secara sempurna.

Pada waktu burner dinyalakan hingga 20 menit setelah proses berlangsung, terjadi penyebaran asap yang keluar dari pirolisator dan mengalir melalui pipa penyalur asap menuju kondensor untuk didinginkan sehingga dihasilkan kondensat berupa asap cair dan tertampung dalam penampung. Sebagian asap yang tidak terkondensasi merupakan komponen asap yang hilang. Komponen yang hilang merupakan komponen yang tersusun dari senyawa yang mudah menguap dan tidak dapat dikondensasikan dengan air pendingin sehingga tidak tertampung pada penampung destilat (Fatimah, 1998; Firmansyah, 2004). Termasuk dalam komponen yang hilang adalah gas CO₂ dan sebagian

gas-gas yang mudah terbakar seperti CO, CH₄, H₂ dan hidrokarbon tingkat rendah lainnya (Tahir, 1992).

Faktor-faktor yang berpengaruh pada besarnya komponen yang hilang ini adalah proses teknis, kondisi konstruksi alat penghasil asap cair, kondensor (pengembun) dan suhu sumber air awal.

Kinerja Alat Penghasil Asap Cair

Hasil perhitungan kinerja alat dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Hasil perhitungan yang diperoleh menunjukkan, kinerja alat untuk suhu pirolisis 336,6–427,8°C lebih tinggi dibandingkan suhu 227,0–251,8°C. Dengan panjang kondensor dan waktu pirolisis yang sama, maka kinerja alat ini hanya dipengaruhi oleh jumlah destilat yang dihasilkan.

Komposisi Kimia

Komposisi kimia destilat yang dianalisis menggunakan GCMS dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Komponen yang banyak terkandung dalam destilat hasil pirolisis pada suhu 227,0–251,8°C adalah 9-*octadecenoic acid (Z)*-, *tetradecyl ester* (C₃₂H₆₂O₂) dengan konsentrasi 71,68%. Komponen-komponen yang dihasilkan adalah kelompok asam, ester dan alkohol. Pada suhu pirolisis ini diduga hanya hemiselulosa yang mengalami pirolisis.

Fatimah (1998) menjelaskan tahapan reaksi pirolisis dimulai dengan proses endotermik pelepasan air yang terjadi pada suhu 120–150°C, reaksi

Tabel 3. Kinerja alat penghasil asap cair skala laboratorium
 Table 3. Performance of laboratory scale liquid smoke generator

Suhu Pirolisis (°C)/ <i>Pyrolysis Temperature (°C)</i>	227.0-251.8*	336.6 – 427.8**
Panjang Kondensor (m)/ <i>Length of Condenser (m)</i>	0.12	0.12
Waktu Pirolisis (jam)/ <i>Pyrolysis Time (hours)</i>	8	8
Total Destilat terukur (ml)/ <i>Total of Distillate (ml)</i>	240.5 ± 5.5	243.3 ± 13.8
Kinerja Alat (gram/jam.m)/ <i>Performance (gram/hour.m)</i>	250.52	253.44

* Suhu diatur dalam range 200–250°C tapi pencapaian antara 227,0–251,8°C/
Temperature setting 200–250°C temperature observed 227.0–251.8°C

** Suhu diatur dalam range 300–450°C tapi pencapaian antara 336,6–427,8°C/
Temperature setting 300–450°C temperature observed 336.6–427.8°C

Tabel 4. Komposisi kimia destilat dengan suhu pirolisis 227,0-251,8°C*
 Table 4. Chemical composition of liquid smoke at pyrolysis temperature of 227.0-251.8°C*

No/ No	Nama Senyawa/ Compound	Konsentrasi/ Concentration (%)	Keterangan/ Note
1	9-Octadecenoic acid (Z)-, tetradecyl ester (Oleic acid, tetradecyl ester) - C ₃₂ H ₆₂ O ₂	71.68	Peak 11, 17, 20
2	Glyceryl tridodecanoate (Dodecanoic Acid, 1,2,3-propanetriyl ester) (Trilaurin) - C ₃₉ H ₇₄ O ₆	7.73	Peak 9, 10, 15
3	Dodecanoic Acid, ethenyl ester (Lauric acid, vinyl ester) - C ₁₄ H ₂₆ O ₂	5.90	Peak 7, 8
4	Glyceryl tridecanoate (Decanoic Acid, 1,2,3-propanetriyl ester) (Tricaprin) - C ₃₃ H ₆₂ O ₆	4.93	Peak 14
5	Cyclododecanemethanol - C ₁₃ H ₂₆ O	2.68	Peak 19
6	Palmitic acid (Hexadecanoic acid) (Oleic acid) - C ₁₆ H ₃₂ O ₂	1.45	Peak 6
7	Palmitic acid, hexadecyl ester - C ₃₂ H ₆₄ O ₂	1.29	Peak 13
8	9-Hexadecenoic acid, eicosyl ester, (Z) - C ₃₆ H ₇₀ O ₂	1.27	Peak 12
9	Chondrillasterol - C ₂₉ H ₄₈ O	1.19	Peak 18
10	Glyceryl tridecanoate (Decanoic acid) - C ₃₃ H ₆₂ O ₆	0.71	Peak 5
11	1,22-Docosanediol - C ₂₂ H ₄₆ O ₂	0.60	Peak 16
12	1,2-Benzenedicarboxyl acid, diethyl ester (solvanol) - C ₁₂ H ₁₄ O ₄	0.38	Peak 2, 3
13	Dodecanoic Acid (Lauric acid) - C ₁₂ H ₂₄ O ₂	0.11	Peak 1
14	Tetradecanoic acid - C ₁₄ H ₂₈ O ₂	0.08	Peak 4

* Suhu diatur dalam range 200–250°C tapi pencapaian antara 227,0–251,8°C/
 Temperature setting 200–250°C temperature observed 227.0–251.8 °C

eksotermik hemiselulosa, selulosa dan lignin serta pembentukan arang kayu. Menurut Maga (1988) dan Girard (1992), hemiselulosa mengalami pirolisis pada suhu 200–260°C. Hemiselulosa terdiri dari pentosan (silan dan araban) dan heksosan (mannan dan galaktosan). Pentosan akan menghasilkan furfural, furan dan turunannya beserta satu seri panjang asam-asam karboksilat sedangkan heksosan menghasilkan asam asetat dan homolognya.

Komponen yang banyak terkandung dalam destilat hasil pirolisis bersuhu 336,6–427,8°C adalah 2-*lauro-1,3-didecoin* (C₃₅H₆₆O₆) dengan konsentrasi 37,53%. Komponen lainnya adalah kelompok asam, ester dan gas. Gas yang teridentifikasi adalah *propane*, 2, 2-*difluoro-* atau *dimethyldifluoromethane* (C₃H₆F₂). Tidak

ditemukan kelompok fenol atau lainnya yang merupakan hasil dekomposisi sempurna selulosa atau lignin. Hal ini diduga kondensor belum mampu mengembunkan asap yang melaluinya sehingga menjadi bagian dari komponen yang hilang atau tidak menjadi cair.

Menurut Maga (1988) dan Girard (1992) pirolisis selulosa terjadi pada suhu 260–310°C dan lignin mengalami pirolisis pada suhu 320–400°C. Pirolisis selulosa menghasilkan glukosa (gula) sederhana, oligosakarida, asam asetat, furan, karbonil (glioksal, metilglioksal, diasetil, formaldehid), penguapan air, karboksil, hidroperoksid, produksi CO dan CO₂ (dan fase gas lainnya) serta sisa arang. Menurut Rozum dalam Shahidi (1998), hasil pirolisis selulosa di

Tabel 5. Komposisi kimia destilat dengan suhu pirolisis 336,6–427,8°C**

Table 5. Chemical composition of liquid smoke at pyrolysis temperature of 336.6–427.8°C**

No/ No	Nama Senyawa/ Compound	Konsentrasi/ Concentration (%)	Keterangan/ Note
1	2-Lauro-1,3-Didecoin - $C_{35}H_{66}O_6$	37.53	Peak 5, 17, 19, 21
2	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (Glyceryl tridodecanoate (Trilaurin) - $C_{39}H_{74}O_6$	37.18	Peak 18, 20, 22
3	Octanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (Glyceryl trioctanoate) - $C_{27}H_{50}O_6$	15.25	Peak 4, 12
4	Tetradecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester - $C_{17}H_{34}O_4$	2.32	Peak 13
5	Tidak teridentifikasi/Unidentified	1.60	Peak 10
6	Propane, 2, 2-difluoro- (Dimethyldifluoromethane) - $C_3H_6F_2$	1.37	Peak 1
7	Tidak teridentifikasi/Unidentified	1.16	Peak 14
8	Tidak teridentifikasi/Unidentified	0.70	Peak 11
9	Tidak teridentifikasi/Unidentified	0.48	Peak 15
10	Tidak teridentifikasi/Unidentified	0.43	Peak 23
11	24(Z)-Methyl-25-homocholesterol - $C_{29}H_{50}O$	0.41	Peak 6
12	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl- (Squalene) - $C_{30}H_{50}$	0.41	Peak 8, 9
13	Tidak teridentifikasi/Unidentified	0.39	Peak 16
14	Tidak teridentifikasi/Unidentified	0.29	Peak 24
15	Tidak teridentifikasi/Unidentified	0.14	Peak 25
16	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester (Solvanol) - $C_{12}H_{14}O_4$	0.13	Peak 2
17	Tidak teridentifikasi/Unidentified	0.12	Peak 3
18	Stigmasta-5,24(28)-dien-3-ol, (3.beta.,24E)- (Fucosterol) - $C_{29}H_{48}O$	0.12	Peak 7

** Suhu diatur dalam range 300–450°C tapi pencapaian antara 336,6–427,8°C/
Temperature setting 300–450°C temperature observed 336.6–427.8°C

antaranya adalah alkohol dengan konsentrasi 2,6%. Sedangkan lignin pada suhu tersebut menghasilkan fenol (guaiakol, siringol, eugenol, pirokatekol), hidroquinon, vanilin dan vanilat serta air dan di atas 400°C dihasilkan Polisiklis Aromatis Hidrokarbon (PAH) dan senyawa kompleks lainnya.

KESIMPULAN

Suhu pembakaran 227,0–251,8°C menghasilkan persentase destilat 48,10%, produksi arang 31,33% dan komponen yang hilang 20,56%. Komponen asap cair terbesar adalah 9-octadecenoic acid (Z)-, tetradecyl ester ($C_{32}H_{62}O_2$) dengan konsentrasi

71,68%. Sedangkan pada suhu pembakaran 336,6–427,8°C dihasilkan persentase destilat 48,66%, produksi arang 26,30% dan komponen yang hilang 25,04%. Komponen terbesarnya adalah 2-lauro-1,3-didecoin dengan konsentrasi 37,53%. Perlu dilakukan penyaringan dan redistilasi destilat yang sudah dihasilkan untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan dan membuat warnanya dari coklat pekat menjadi lebih menarik, kuning kecoklatan.

DAFTAR PUSTAKA

Darmadji, P., Supriyadi dan Hidayat, C. 1999. Produksi asap rempah cair dan limbah padat rempah dengan

- cara pirolisis. *Agritech*. Fakultas Teknologi Pertanian. UGM. Yogyakarta. 19(1): 148: 12.
- Darmadji, P. 2000. Optimasi produksi dan sifat fungsional asap cair kayu karet. *Agritech*. Fakultas Teknologi Pertanian. UGM. Yogyakarta. 20(3): 148.
- Darmadji, P. 2002. Optimasi proses pembuatan tepung asap. *Agritech*. Fakultas Teknologi Pertanian. UGM. Yogyakarta. 22(4): 174–175.
- Fatimah, F. 1998. *Analisis Komponen-Komponen Penyusun Asap Cair Tempurung Kelapa*. Tesis. Program Pasca Sarjana. UGM. Yogyakarta.
- Firmansyah. 2004. *Penggunaan Kombinasi Serbuk Kayu Jati dan Cangkang Telur Ayam pada Produksi Asap Cair*. Skripsi. Fapet-IPB. Bogor.
- Girard, J.P. 1992. *Technology of Meat and Meat Products*. New York. Ellias Howard Ltd.
- Guillen, M.D. and Ibargoitia, L. 1999. Influence of the moisture content on the composition of the liquid smoke produced in the pyrolysis of *fagus sylvatica* L. Wood. *J. Agric. Food Chem.* 47: 4126–4136.
- Hanendyo, C. 2005. *Kinerja Alat Ekstraksi Asap Cair dengan Sistem Kondensasi*. Skripsi. Faperikan-IPB. Bogor.
- Hollenbeck, C.M. 1977. Novel concept in technology and design of machinery for production and application of smoke in the food industry. A. Rutkowski. (ed.). *Advance in smoking of foods*. Oxford. Pergamon Press.
- Ilyas, S. 1993. *Teknologi Refrigrasi Hasil Perikanan*. Jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Maga, J.A. 1988. *Smoke in Food Processing*. CRC Press, Boca Raton. Florida.
- Pszczola, D.E. 1995. Tour highlights production and uses of smoke base flavors. *J. Food Tech.* (49): 70–74.
- Shahidi, F. 1998. *Flavor of Meat, Meat Products and Seafoods*. Second Edition. Blackie Academic & Professional. London. p. 343–354.
- Suhardiyono, L. 1988. *Tanaman Kelapa, Budidaya dan Pemanfaatannya*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. p. 153–156.
- Sulaiman, S. 2004. *Penjernihan Asap Cair Hasil Pirolisis Tempurung Kelapa Menggunakan Kolom Kromatografi dengan Zeolit Alam Teraktivasi sebagai Fasa Diam*. Skripsi. F-MIPA. UGM. Yogyakarta.
- Tahir, I. 1992. *Pengambilan Asap Cair secara Destilasi Kering pada Proses Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa*. Skripsi. F-MIPA. UGM. Yogyakarta.
- Tilgner, D.J. 1977. The Phenomena of Quality in Smoke Curing Process. A. Rutkowski (ed.). *Advances in Smoking of Foods*. Oxford. Pergamon Press.
- Tranggono, Suhardi, Setiadji, B., Darmadji, P., Supranto dan Sudarmanto. 1996. Identifikasi asap cair dari berbagai jenis kayu dan tempurung kelapa. *J. Ilmu Tekn. Pangan*. Yogyakarta. 1(2): 15–24.

