

STUDI PEMBUATAN ASAP CAIR DARI CANGKANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq) DENGAN CANGKANG KELAPA (*Cocos nucifera* Linn)

(The study of liquid smoke from palm oil shell (*Elaeis guineensis* Jacq) with coconut (*Cocos nucifera* Linn) shell)

Oleh :
Hastanto Bowo Woesono

Staf Pengajar Fakultas Kehutanan
Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

ABSTRACT

Liquid smoke referred in this research is the liquidized smoke obtained from condensed pyrolyses reaction. This research used oil palm shell and coconut shell and aimed to determine liquid smoke rendemen, ter, charcoal, and liquid smoke compositions obtained from each material.

This research was done by pyrolyzing oil palm shell and coconut shell, then obtained liquid smoke was condensed. The crude liquid smoke produced from the condensation then was distilled, producing liquid smoke fraction one, liquid smoke fraction two, and ter. The observation was done on liquid smoke, ter, and charcoal rendemen. GC-MS was used to determine liquid smoke compositions.

The result showed that water content of oil palm shell and coconut shell are respectively 11.67 % and 12.42 %, and the bulk density are respectively 0.573 gram/ml and 0.41 gram/ml. Oil palm shell produced 75.56 % charcoal, 7.32 % liquid smoke, and 0.813 % ter. While coconut shell produced 67.78 % charcoal, 12.39 % liquid smoke, and 0.63 % ter. Liquid smoke prodeded from oil palm shell has higher content of alcohol, phenol, furfural and acetone than liquid smoke prodeded from coconut shell. However the acetic acid content was lower.

Key words : liquid smoke, composition, oil palm shell, coconut shell.

PENDAHULUAN

Asap cair (*Liquid smoke*) adalah suatu campuran larutan dari dispersi koloid asap dalam air yang dibuat dengan mengkondensasikan asap dari hasil pembakaran kayu. Bahan-bahan yang dapat dijadikan asap cair seperti kayu, sabut sawit, kulit kakao, kulit kopi dan tempurung kelapa atau bahan berlignoselulosa lain. Asap cair di peroleh melalui proses pirolisis yang menghasilkan produk berupa gas, cairan dan bahan bakar padat. Produksi asap cair merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna yang melibatkan reaksi dekomposisi karena pengaruh panas, polimerisasi, dan kondensasi.

Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis ini berasal dari bahan selulosa, hemiselulosa dan lignin yang mengalami dekomposisi pada suhu tinggi. Pada proses pembakaran komponen-komponen tersebut akan mengalami pirolisa menghasilkan asap dengan komposisi yang sangat kompleks. Selulosa selama pirolisa akan mengalami hidrolisa menghasilkan glukosa dan reaksi lebih lanjut menghasilkan asam asetat, air dan sedikit fenol. Lignin dalam pirolisa menghasilkan senyawa fenol dan turunannya dan pirolisa pada suhu tinggi akan mengasilkan ter. Sedangkan hemiselulosa selama proses pirolisa akan menghasilkan furfural, furan bersama-sama dengan asam karboksilat.

Asap cair mempunyai kegunaan yang sangat besar sebagai pemberi rasa dan aroma

yang spesifik juga sebagai pengawet karena sifat antimikrobia dan anti oksidannya. Asap cair dapat digunakan sebagai koagulan lateks yang dapat memperbaiki kualitas produk karet yang dihasilkan dan mempunyai ketahanan terhadap serangan rayap pada kayu yang diolesi asap cair.

Sifat-sifat asap cair dipengaruhi oleh banyak faktor. Diantara faktor-faktor tersebut adalah jenis bahan, suhu pirolisa, kadar air, waktu pemasakan dan ruang udara yang digunakan. Asap cair umumnya dibuat dari cangkang kelapa, namun mengingat bahan cangkang kelapa sawit yang melimpah dan karakteristik fisik bahan yang hampir sama antara cangkang kelapa dan cangkang kelapa sawit, maka bahan baku cangkang kelapa sawit sangat mungkin untuk dijadikan alternatif dalam pembuatan asap cair. Namun demikian walaupun secara fisik bahan antara cangkang kelapa dan cangkang kelapa sawit memiliki karakter fisik yang hampir sama, namun secara kimiawi informasi mengenai karakteristik sifat produk asap cair yang dihasilkan informasinya masih terbatas.

Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai pembuatan asap cair dari bahan cangkang kelapa sawit dan cangkang kelapa, yang diharapkan dari penelitian ini dapat memperkaya informasi mengenai karakteristik fisik dan kimia perbandingan produk asap cair dari bahan cangkang kelapa sawit dan cangkang kelapa.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cangkang kelapa sawit dan cangkang kelapa. peralatan reaktor pengarang beserta peralatan kondensasi dan energi pembakaran pirolisis memakai kompor gas minyak tanah

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah acak lengkap (*Completely Randomized Design*) dengan percobaan faktorial. Faktor yang digunakan adalah faktor tunggal (*single factor*) yang meliputi jenis bahan yaitu cangkang kelapa sawit dan cangkang kelapa, dengan

ulangan sebanyak 3 kali. Uji lanjut menggunakan prosedur uji beda terkecil (least significant difference), dengan tingkat kepercayaan 95% dan 99%.

Pelaksanaan penelitian

Berat bahan yang digunakan seberat 6000 gram tiap pemasakan, dengan metode pembuatan asap cair, pembakaran tidak langsung. Proses pirolisis dilakukan dalam reaktor pengarang, asap yang dihasilkan dialirkan dalam pipa kemudian dikondensasi, sehingga menghasilkan produk asap cair (fraksi I), ter dan produk arang. Hasil asap cair (fraksi I) kemudian dilakukan distilasi kembali sehingga diperoleh asap cair (fraksi II) dan residu.

Parameter yang diamati adalah rendemen, berat jenis, dan indeks bias, produk arang, asap cair, ter, serta analisis komponen-komponen kimia produk asap cair dengan menggunakan peralatan GS-MS (Gas Chromatography –Massa Spectrofotometer). Pengujian dilakukan dengan GCMS-QP2010S SHIMADZU dengan kolom Rtx-5MS. Waktu retensi yang digunakan 25 menit dan temperatur kolom dari 60°C-280°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sifat fisik bahan baku

Hasil pengujian sifat fisika cangkang kelapa sawit dan cangkang kelapa yang meliputi kadar air dan berat jenis yang diperoleh masing-masing adalah 11,6663 %, dan berat jenis 1,0717 sedangkan cangkang kelapa rata-rata kadar air 12,4163 %, dan berat jenis 0,928. Kadar air adalah perbandingan berat air dari bahan dengan berat kering tanur bahan yang dinyatakan dalam persen. Dari hasil pengujian diperoleh semakin rendah kadar air tempurung sawit, maka nilai berat jenis yang semakin tinggi. Kadar air cangkang baik kelapa sawit maupun kelapa, dalam pembuatan asap cair dapat mempengaruhi proses dan rendemen asap cair yang dihasilkan. Kadar air yang tinggi membutuhkan waktu pemasakan yang lebih lama karena proses karbonisasi akan lebih lama dan tidak sempurna, serta membutuhkan

suhu pirolisis yang lebih tinggi yang nantinya akan menghasilkan rendemen asap cair yang rendah dan rendemen arang yang tinggi.

Untuk pengujian berat jenis menunjukkan bahwa tempurung kelapa sawit lebih tinggi dari tempurung kelapa, hal ini menunjukkan bahwa tempurung sawit lebih keras sehingga untuk terjadinya proses karbonisasi akan lebih lama dan membutuhkan suhu pirolisis yang lebih besar, sehingga asap cair yang dihasilkan bisa lebih besar.

2. Rendemen Arang, Ter dan Asap Cair

Rendemen arang merupakan hasil dari perbandingan antara output yang berupa arang dengan input yang berupa bahan baku. Faktor yang mempengaruhi karbonisasi adalah kecepatan pemasakan dan tekanan udara dalam tanur. Semakin cepat pemasakan semakin sukar pengamatan tahap-tahap karbonisasi dan rendemen arang yang dihasilkan lebih rendah. Rendemen arang dapat digunakan sebagai ukuran keberhasilan pembuatan arang yang kurang baik, ini karena adanya proses karbonisasi yang tidak sempurna yang akibatnya sebagian besar fraksi bahan masih dalam bentuk semula. Sebaliknya rendemen yang terlalu kecil menghasilkan arang dengan struktur rapuh (Hartoyo dan Nurhayati, 1987). Rata-rata rendemen arang pada tempurung sawit 75,556 % dan tempurung kelapa 67,778 %. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa faktor bahan memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap rendemen arang yang dihasilkan.

Ter dan minyak merupakan campuran yang sangat kompleks yang terutama terdiri dari atas komponen-komponen minyak ringan dan berat yang dapat digunakan untuk tujuan impregnasi dan dalam penggunaan obat-obatan. Ter pirolisis dapat juga digunakan sebagai perekat untuk kayu lapis Soltes (1980) dalam Fengel dan Wegener, (1995). Berdasarkan hasil data (tabel 1) rata-rata rendemen ter pada tempurung sawit 0,8127 % dan tempurung kelapa 0,6337 %. Hasil analisis keragaman rendemen ter menunjukkan bahwa jenis bahan memberikan pengaruh yang tidak nyata.

Rendemen asap cair merupakan hasil perbandingan antara output yang berupa asap

cair dengan input yang berupa bahan baku. Faktor yang mempengaruhi rendemen asap cair yang dihasilkan adalah suhu pirolisa, kadar air, waktu pemasakan dan ruang udara yang digunakan. Kadar air yang tinggi akan menghasilkan asap cair yang mengandung air dari penguapan yang terjadi pada proses karbonisasi. Disamping itu kadar air juga akan mempengaruhi waktu pemasakan, semakin tinggi kadar air bahan maka waktu pemasakan akan semakin lama. Semakin besar ruang udara yang digunakan, semakin tinggi rendemen asap cair yang dihasilkan. Hal ini disebabkan proses karbonisasi berlangsung sempurna namun akan menghasilkan rendemen arang yang lebih rendah. Berdasarkan hasil data (tabel 1) rata-rata rendemen asap cair secara berturut-turut pada tempurung sawit 7,3158 % dan tempurung kelapa 12,3870 %. Hasil analisis varian yang dilanjutkan dengan uji LSD menunjukkan bahwa jenis bahan memberikan pengaruh yang nyata terhadap rendemen asap cair. Dari rata-rata rendemen asap cair terlihat bahwa rendemen asap cair tempurung kelapa lebih tinggi dari tempurung sawit.

3. Sifat fisika asap cair tempurung kelapa sawit dan kelapa

Berat jenis merupakan perbandingan berat jenis bahan dengan berat jenis air. Ciri transmisi panas kayu naik dengan berat jenis seperti halnya panas persatuan volume yang dihasilkan dalam pembakaran (Haygreen and Bowyer, 1996). Berdasarkan hasil data (tabel 1) Rata-rata berat jenis asap cair tempurung sawit fraksi I yaitu 0,96982 dan indeks bias 1,3492. sedangkan asap cair tempurung sawit fraksi II (tabel 2) dengan berat jenis 1,00557 dan indeks bias 1,340. Pengujian indek bias merupakan kriteria penting yang dapat digunakan untuk menentukan kemurnian asap cair. Semakin panjang rantai karbon dan semakin banyak ikatan rangkap maka indek bias bertambah besar. Indek bias juga dipengaruhi oleh faktor seperti kadar asam lemak bebas (Ketaren. S, 1986). Asap cair fraksi I merupakan asap cair yang diperoleh dari tetesan awal asap cair hasil penyulingandan asap cair fraksi II adalah hasil penyulingan tahap berikutnya. Berdasarkan

hasil yang diperoleh, asap cair fraksi II memiliki berat jenis yang lebih tinggi dan indeks bias yang lebih rendah dibandingkan asap cair fraksi I. Hal ini menunjukkan bahwa asap cair tempurung kelapa sawit fraksi II lebih murni dari fraksi I yang memiliki komponen utama dengan persentase yang merata diantara komponen yang terdeteksi. Asap cair tempurung sawit fraksi II memiliki senyawa utama dominan dengan rantai karbon yang pendek, sehingga komponen utama yang lain memiliki persentase yang lebih kecil.

Sedangkan berdasarkan hasil data (tabel 2) berat jenis asap cair tempurung kelapa fraksi I 0,97924 dan indeks bias 1,3483 dan asap cair fraksi II (tabel 2) dengan berat jenis 1,03168 dan indeks bias 1,3413. Berat jenis

asap cair tempurung kelapa fraksi II lebih besar dan nilai indeks bias yang lebih rendah dari fraksi I. Hal ini dipengaruhi oleh fraksi II yang lebih murni, sehingga komponen utama yang dominan akan memiliki persentase yang tertinggi. Pengujian sifat fisika menunjukkan tempurung kelapa memiliki berat jenis yang lebih tinggi dan indeks bias yang lebih rendah dari tempurung sawit baik pada fraksi I ataupun fraksi II. Hal ini menunjukkan bahwa asap cair tempurung kelapa yang diperoleh lebih murni dari tempurung sawit.

Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisika bahan baku dan produk asap cair kasar

Bahan	Sifat Fisika Bahan Baku		Hasil Produk Asap Cair Kasar							
	Kadar Air (%)	Berat Jenis	Asap cair (ml)	Ter (ml)	Arang (gr)	Rendemen Arang (%)	Rendemen Asap Cair (%)	Rendemen Ter (%)	Berat jenis	Indeks Bias
Sawit 1	11.9	1.054	304	35	4700	78.33	4.812	0.592	1.01	1.345
Sawit 2	11.4	1.09	565	60	4300	71.67	9.175	1.113	1.006	1.344
Sawit 3	11.7	1.071	488	44	4600	76.67	7.956	0.733	1.003	1.341
Rerata	11,67ns	1,072 a	452,33 a	46,33 a	4533,3	75,56 ns	7,314 a	0,813 ns	1,006 ns	1,343ns
Kelapa 1	12.4	0.978	849	51	4000	66.67	14.01	0.892	1.014	1.345
Kelapa. 2	12.6	0.879	721	33	3700	61.67	11.92	0.592	1.013	1.344
Kelapa. 3	12.3	0.927	690	24	4500	75	11.23	0.417	1.006	1.345
Rerata	12,43ns	0,928 b	753,33b	36 b	4066,67	67,78 ns	12,39 b	0,634 ns	1,011ns	1,345ns

Ketrangan : angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan beda nyata.

Ns = non significant

4. Analisis komponen Kimia Asap Cair

Asap Cair Fraksi Pertama,- Analisis komponen kimia yang dilakukan pada hasil penyulingan tahap II terdiri dari asap cair tempurung kelapa sawit dan tempurung kelapa dimana hasil penyulingan tahap II menghasilkan asap cair fraksi pertama dan fraksi kedua. Fraksi pertama asap cair tempurung sawit terdiri 45 puncak, dimana 7 puncak tertinggi yang diambil secara berurutan dari kandungan tertinggi adalah Ethanol, Phenol, Ethylic acid, 2-Propanon, Methyl ester, Furfural dan Guaiacol. Fraksi pertama asap cair tempurung kelapa terdeteksi 36 puncak, dimana puncak dari yang tertinggi adalah Methyl ester, Ethylic acid, Furfural, Ethanol, 2-Propanon, Phenol dan 2-methyl-2-Cyclopentenone. Komponen kimia utama fraksi pertama bahan tempurung sawit menunjukkan ethanol, phenol dan ethylic acid memiliki proporsi yang lebih besar. Ethanol merupakan pelarut yang penting dan merupakan sebagai bahan persediaan kimia potensial untuk memproduksi etana dan butadiene (Fangel dan Wegener, 1995).

Proporsi ethanol yang besar merupakan peluang pemanfaatan tempurung sawit sebagai sumber bahan baku energi alternatif. Berdasarkan data hasil analisis diperoleh ethanol asap cair tempurung sawit 15,25 % dan 10,85 % pada asap cair tempurung kelapa. Etanol merupakan senyawa kimia yang mudah terbakar, tak berwarna, salah satu dari beberapa macam alkohol, yang sering ditemukan dalam minuman beralkohol.

Ethanol efektif melawan kebanyakan bakteri dan jamur serta berbagai virus, namun kurang efektif melawan spora bakteri (Litbangpati, 2005). Dengan melakukan uji pembakaran menggunakan kertas yang dicelupkan pada asap cair tempurung sawit, kandungan ethanol yang diperoleh belum cukup bagus ditandai kertas yang belum terbakar sebagaimana layaknya sifat dari

etanol yang mudah terbakar. Phenol dan pemanfaatan untuk bahan pengawet kayu lebih besar karena kandungan fhenol yang tinggi yang dapat bersifat racun terhadap organisme perusak kayu seperti jamur, rayap dan kumbang bubuk. Persentase terbesar komponen kimia utama pada asap cair tempurung kelapa adalah asam asetat, dan furfural. Asam asetat baik sebagai methyl ester atau ethylic acid lebih mendominasi, sehingga pemanfaatan asap cair yang diperoleh dapat dimanfaatkan untuk tujuan pengawet makanan.

Dalam industri makanan, asam asetat digunakan sebagai pengatur keasaman. Di rumah tangga, asam asetat encer juga sering digunakan sebagai pelunak air. Asam asetat digunakan sebagai pereaksi kimia untuk menghasilkan berbagai senyawa kimia. Sebagian besar (40-45%) dari asam asetat dunia digunakan sebagai bahan untuk memproduksi monomer vinil asetat (*vinyl acetate monomer*, VAM). Selain itu asam asetat juga digunakan dalam produksi anhidrida asetat dan juga ester. Penggunaan asam asetat lainnya, termasuk penggunaan dalam cuka relatif kecil (Wikipedia, 2007). Komponen ketiga terbesar adalah furfural. Kandungan furfural yang tinggi pada asap cair tempurung kelapa disebabkan oleh kandungan pentosan yang cukup tinggi (27,7 %). Furfural merupakan produk dehidrogenasi xilosa yang dapat dirunkan dari xilan. Karena sifat-sifat karakteristiknya, furfural digunakan sebagai pelarut dalam industri, disinfektan atau pengawet, pelarut dalam penyulingan minyak bumi dan sebagai pelarut yang reaktif dalam produksi dan pemrosesan resin fenol (Fangel dan Wegener, 1995).

Tabel . 2 Komponen Kimia Asap Cair Fraksi I

No.	Komponen Kimia Utama	Berat Molekul	Kelapa Sawit (%)	Kelapa (%)
1	Ethanol (C ₂ H ₆ O)	46	15,25	10,85
2	2-Propanon (C ₃ H ₆ O)	58	12,63	6,56
3	Acetid acid, methil ester (C ₃ H ₆ O ₂)	74	11,54	25,79
4	Acetic acid, ethilic acid (C ₂ H ₄ O ₂)	60	13,94	22,23
5	2-Furancarboxaldenid (Furfural) (C ₅ H ₄ O ₂)	96	10,10	13,61
6	Phenol (C ₆ H ₆ O)	94	14,76	4,34
7	Phenol,2-Methoxy-(Guaiacol) (C ₇ H ₈ O ₂)	124	4,37	0,62

Tabel .3 Komponen Kimia Asap Cair Fraksi II

No.	Komponen Kimia Utama	Berat Molekul	Kelapa Sawit (%)	Kelapa (%)
1	Acetic acid (Ethilic acid) (C ₂ H ₄ O ₂)	60	51,47	73,22
2	2-Butanone-, 3-hydroxy (Acetoin) (C ₄ H ₈ O ₂)	88	1,72	0,58
3	2-Furancarboxaldenid (Furfural) (C ₅ H ₄ O ₂)	96	3,15	5,56
4	Phenol (C ₆ H ₆ O)	94	33,13	12,60
5	Phenol, 2-Methoxy-(Guaiacol) (C ₇ H ₈ O ₂)	124	2,83	3,15
6	Phenol, 2-Methoxy-4-methyl (C ₈ H ₁₀ O ₂)	138		0,43

Asap Cair Fraksi kedua,- Komponen utama fraksi kedua tempurung sawit dari 15 puncak terdeteksi diambil 5 puncak mulai dari yang tertinggi adalah Ethylic acid, Phenol, Furfural, Guaiacol dan 3 hidroxy-2-butanone. Pada fraksi kedua asap cair tempurung kelapa diperoleh 17 puncak, dimana 7 dari puncak yang tertinggi secara berurutan adalah Ethylic acid, Phenol, Furfural, Guaiacol, 3 hidroxy-2-butanone dan phenol, 2-Methoxy-4-methyl. Berdasarkan hasil analisis diperoleh komponen kimia utama terbesar yang sama pada asap cair tempurung sawit dan tempurung kelapa yaitu ethylic acid, phenol dan furfural. Kandungan acetic acid secara berturut-turut pada tempurung sawit 51,47 % dan pada tempurung kelapa 73,22 %, kandungan phenol 33,13 %, 12,60 % dan furfural 3,15 % dan 5,56 %.

Komponen kimia utama yang terdapat pada tempurung kelapa memiliki persentase acetate acid yang lebih tinggi sehingga pemanfaatan asap cair untuk penggunaan pengawetan makanan lebih memungkinkan. Hal ini disebabkan kandungan asap cair tempurung kelapa memiliki kandungan fenol yang tinggi dapat bersifat racun sehingga tidak dapat dikonsumsi manusia .

Kandungan penol yang tinggi pada tempurung sawit, memungkinkan penggunaannya untuk bahan pengawet kayu. Hal ini dapat diamati dengan pengujian pengolesan asap cair pada permukaan kulit yang menyebabkan kulit terasa panas. Fenol yang terkonsentrasi dapat mengakibatkan pembakaran kimiawi pada kulit yang terbuka(wikipedia, 2007).

Komponen ketiga terbesar adalah furfural 3,15 % pada tempurung sawit dan 5,56 % pada tempurung kelapa. Furfural merupakan produk dehidrogenasi xilosa yang dapat dirunkan dari xilan. Furfural memiliki aplikasi yang cukup luas dalam beberapa industri dan juga dapat disintesis menjadi turunan-turunannya seperti : Furfuril Alkohol, Furan, dll. Salah satu polisakarida yang terdapat dalam Cangkang sawit dan tempurung kelapa adalah pentosan. Kandungan pentosan yang cukup tinggi tersebut memungkinkan untuk diolah menjadi Furfural. Bahan baku lain yang dapat digunakan untuk memproduksi Furfural adalah : tongkol jagung, sekam padi, kayu, rami dan sumber lainnya yang mengandung pentosan (Winito, 2004). Karena sifat-sifat karakteristiknya, furfural digunakan sebagai pelarut dalam industri, disinfektan atau pengawet, pelarut dalam penyulingan minyak bumi dan sebagai pelarut yang reaktif dalam produksi dan pemrosesan resin fenol (Fangel dan Wegener, 1995). Tandan Kosong Sawit (TKS) merupakan komponen potensial sebagai bahan baku produksi furfural. Kadar hemiselulosa dalam TKS adalah 258,5 g/kg (Wicaksono, 2005).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, studi pustaka dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kadar air dan berat jenis tempurung kelapa sawit dan kelapa berturut-turut masing masing 11,6663 %, dan 12,4163 %, dan berat jenisnya adalah 1,0717 dan 0,928.
2. Rendemen arang dari bahan tempurung kelapa sawit dan kelapa berturut-turut adalah 75,556 %, dan 67,778 %, ter adalah 0,8127 % dan 0,6336 % serta asap cair adalah 7,316 % dan 12,387 %. Rendemen asap cair dari bahan cangkang sawit dan tempurung kelapa menunjukkan perbedaan yang nyata.

3. Hasil pengujian sifat fisik asap cair menunjukkan bahwa Asap cair tempurung sawit fraksi I mempunyai berat jenis 0,96982 dan indeks bias 1,3492 sedangkan asap cair tempurung sawit fraksi II mempunyai berat jenis 1,00557 dan indeks bias 1,340. Asap cair tempurung kelapa fraksi I mempunyai berat jenis 0,97924 dan indeks bias 1,3483 sedangkan asap cair tempurung kelapa fraksi II mempunyai berat jenis 1,03168 dan indeks bias 1,3413.
4. Berdasarkan uji GC-MS (*Gas Cromatografi-Massa Spectrofotometer*) asap cair tempurung sawit fraksi I dari terbesar ethanol, phenol dan acetic acid. sedangkan asap cair tempurung kelapa fraksi I dari terbesar methyl ester, ethylic acid dan furfural. Asap cair tempurung sawit fraksi II dari terbesar acetic acid, phenol dan furfural. Sedangkan asap cair tempurung kelapa dari terbesar acetic acid, phenol dan furfural.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2007, *Fenol*,
<http://en.wikipedia.org/wiki/Fenol>,
 (online, accessed 26 April 2007).
- Anonim, 2007, *Asam asetat*,
http://en.wikipedia.org/wiki/asam_asetat,
 (online, accessed 26 April 2007).
- Darmadji, P. 1996. *Aktivitas Antibakteri Asap Cair Yang Diproduksi Dari Berbagai Macam Limbah Pertanian*. Agritech 16 (4) 19-22.
- Fengel, D. dan Wegener, G. 1995. *Kayu, kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*, Penerjemah Hardjono Satrohamidjojo, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Girard, J.P., 1992. Smoking, In : *Technology of Meat and Meat Product*, J.P. Girard (ed), Ellis Horwood, New York.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid I*. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Haygreen, J.G. dan Bowyer, J.L, 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*, suatu pengantar. Terjemahan Sutjipto, A.H. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan*. Penerbit Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Litbangpati, 2005, *Kelompok Home Industri Ethanol*,
<http://www.litbangpati.jawatengah.go.id>
, (online, accessed 28 April 2007).
- Mangoensoekarjo, S dan Semangun, H. 2005. *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Rudman, K. 2005. *Aplikasi Asap Cair Untuk Koagulan Lateks Sebagai Bahan CREPE : Aspek Teknis dan Finansial*. Tesis. Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Samosir, Y.MS. 1991. *Kelapa (Cocos nucifera L)*. Asosiasi Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan Marihat-Bandar Kuala. Pematang Siantar. Sumatera Utara.
- Sunarta, S. 2006. *Pembuatan Biopreservative Asap Cair Tempurung Kelapa Sawit dan Aplikasinya Untuk Pengawetan Kayu*. Tesis. Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Sutarta, E.S. 1990. *Kelapa (Cocos nucifera L)*. Asosiasi Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan Marihat-Bandar Kuala. Pematang Siantar. Sumut.
- Tranggono, Suhardi, Setiaji B, Darmadji P, Supranto dan Sudarmanto, 1996. *Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa*. J. Ilmu dan Teknologi Pangan I (2) 15-24.