

## PENGARUH SUHU PIROLISIS CANGKANG SAWIT TERHADAP KUANTITAS DAN KUALITAS ASAP CAIR

**Ratnawati dan Singgih Hartanto**

*Program Studi Teknik Kimia, FTI-ITI*

*Jl. Raya Puspiptek Serpong 15320, Tangerang*

*Email: rnmt63@yahoo.co.id*

### ABSTRAK

**PENGARUH SUHU PIROLISIS CANGKANG SAWIT TERHADAP KUANTITAS DAN KUALITAS ASAP CAIR.** Pembuatan asap cair merupakan salah satu usaha pemanfaatan cangkang sawit menjadi produk yang mempunyai nilai guna, dilakukan dengan cara mengkondensasi asap yang terbentuk dari proses pirolisis cangkang sawit. Dalam penelitian ini diproduksi asap cair dari hasil pirolisis 5 kg cangkang sawit pada suhu 200 °C, 300 °C dan 400 °C selama 4 jam, dan komposisi asap cair yang diperoleh dianalisis dengan alat *Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)*. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa pirolisis pada suhu 200 °C, 300 °C dan 400 °C, didapatkan volume asap cair masing masing sebanyak 460 mL, 510 mL dan 550 mL dengan rendemen arang sebesar 3,98 kg, 3,24 kg dan 1,49 kg. Komponen asap cair hasil pirolisis pada suhu 200 °C yang bisa digunakan sebagai antioksidan dan menambah citarasa makanan (*guaiacol*, *2,3-butanedione*, *furfural* dan *2-methyl-2-cyclopentenone*) sebesar 30,73 %berat dan komponen yang berbahaya bagi kesehatan (*phenol*, *2-propanone*, *2-butanone* dan *cyclopentanone*) sebesar 34,31 %berat. Sedangkan pada suhu 400 °C diperoleh komponen yang bisa digunakan pada produk makanan sebesar 27,39 %berat dan komponen yang berbahaya sebesar 26,51 %berat. Asap cair yang diperoleh dari penelitian ini belum dapat digunakan pada produk makanan karena masih terdapat senyawa yang berbahaya bagi kesehatan sehingga perlu proses pemisahan lebih lanjut.

**Kata kunci :** Cangkang sawit, Pirolisis, Kondensasi, Asap cair

### ABSTRACT

**THE EFFECT OF PYROLYSIS TEMPERATURE OF PALM OIL SHELL ON QUANTITY AND QUALITY OF LIQUID SMOKE.** Palm oil shell can be processed into carbon and liquid smoke through pyrolysis reaction where liquid smoke was obtained by condensation of smoke produced. In this research, liquid smoke was produced by pyrolysis of 5 kg palm oil shell at temperature of 200 °C, 300 °C, and 400 °C for 4 hours and the composition of liquid smoke was analyzed with Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS). The pyrolysis processes at 200 °C, 300 °C, and 400 °C produced 460 mL, 510 mL, and 550 mL of liquid smoke and 3.98, 3.24 and 1.49 kg of carbon respectively. The result of liquid smoke with pyrolysis process at 200 °C were 30.73 % (w/w) of antioxidant and food flavor component (*guaiacol*, *2,3 - butanedione*, *furfural* and *2-methyl-2-cyclopentenone*), and 34.31 % (w/w) of harmful components (*phenol*, *2-propanone*, *2-butanone* and *cyclopentanone*). At 400 °C, 27.39 % (w/w) of components can be used in food products and 26.51 % (w/w) of components was harmful for health. Liquid smoke produced from this experiment cannot yet be used as food preservative because it still contains harmful components which are dangerous for health, therefore it needs further separation.

**Key words :** Palm oil shell, Pyrolysis, Condensation, Liquid smoke

### PENDAHULUAN

Perkembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia berjalan sangat pesat sehingga berdampak pada banyaknya limbah kelapa sawit. Limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal [1], sehingga perlu proses pengolahan lebih lanjut untuk meningkatkan nilai ekonominya. Pembakaran cangkang sawit menghasilkan arang yang bila diaktifkan akan mendapatkan arang aktif

yang dapat digunakan untuk katalisator [2], penyerap untuk menghilangkan warna, bau dan rasa tidak enak pada makanan dan minuman, juga bisa digunakan untuk membersihkan air buangan dari pencemar warna, bau, zat beracun, dan logam berat [3]. Hasil pembakaran juga menghasilkan asap yang dapat dikondensasi sehingga terbentuk asap cair yang dapat digunakan di berbagai

industri yaitu sebagai koagulan lateks, membantu ketahanan kayu terhadap serangan rayap dan pengawet makanan pengganti formalin apabila diproses lebih lanjut, dan bisa digunakan juga sebagai pengawet bahan pangan dan menambah citarasa pada makanan sehingga mengganti cara tradisional yaitu pengasapan [1,4].

Dengan asap cair ini warna dan citarasa makanan dapat dikendalikan dan bahaya karsinogen menjadi lebih kecil. Komponen-komponen penyusun asap cair terdiri dari asam (2,8 % hingga 9,5 %) yang dapat mempengaruhi citarasa, pH dan umur simpan produk asap, karbonil (2,6 % hingga 4,0 %) yang bereaksi dengan protein dan membentuk pewarnaan coklat, fenol (0,2 % hingga 2,9 %) yang merupakan pembentuk utama aroma dan menunjukkan aktivitas antioksidan [3]. Terdapat juga air (11 % hingga 92 %), tar (1 % hingga 7 %) serta senyawa hidrokarbon polisiklis aromatis (HPA) seperti benzopirene yang berbahaya bagi kesehatan karena bersifat karsinogen. Komponen asap cair sangat bervariasi tergantung jenis kayu, umur, iklim dan jenis tanah [5].

Pirolisis adalah proses pemanasan suatu zat tanpa adanya oksigen sehingga terjadi penguraian komponen-komponen penyusun kayu keras dan menghasilkan zat dalam tiga bentuk yaitu padatan, cairan dan gas [5]. Adapun pada proses pirolisis terjadi dekomposisi senyawa-senyawa penyusunnya, yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Hasil pirolisis berupa gas yang tak terkondensasi, distilat (asap cair dan tar) serta residu yang berupa karbon [6].

Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis perlu dilakukan proses pemurnian dimana proses ini menentukan jenis asap cair yang dihasilkan.

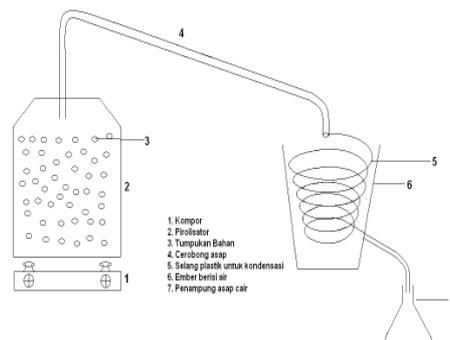
Asap cair *grade 1* (warna kuning pucat) merupakan hasil dari proses destilasi dan penyaringan dengan zeolit yang kemudian dilanjutkan dengan destilasi fraksinasi yang dilanjutkan dengan penyaringan dengan karbon aktif. Asap ini tepat digunakan untuk makanan siap saji seperti mie basah, bakso dan tahu.

Asap cair *grade 2* (warna kuning kecoklatan) yang telah melewati tahapan destilasi kemudian dilakukan penyaringan dengan zeolit dimana asap ini diorientasikan untuk pengawetan bahan makanan mentah.

Asap cair *grade 3* (warna coklat pekat) yang dibuat melalui proses pemurnian dengan mendestilasi asap untuk menghilangkan tar dan asap ini diorientasikan untuk pengawetan karet [1].

Penelitian tentang pembuatan asap cair dari cangkang kelapa sawit dengan metode pirolisis telah banyak dilakukan oleh peneliti lain, masing-masing dengan kondisi proses serta peralatan yang digunakan [1,7]. Dengan menaikkan kapasitas pirolisator dan menurunkan suhu pirolisis diharapkan akan menaikkan efisiensi proses pembuatan asap cair.

Penelitian ini bertujuan memproduksi asap cair dari bahan berupa cangkang sawit dengan peralatan pirolisator (Gambar 1.) dan menganalisis pengaruh suhu



Gambar 1. Skema peralatan pembuatan asap cair

pirolisis terhadap kuantitas dan kualitas senyawa yang terdapat dalam asap cair yang dihasilkan.

## METODE PERCOBAAN

### Pembuatan dan Karakterisasi Asap Cair

Pembuatan asap cair dilakukan dengan menggunakan peralatan yang didesain seperti Gambar 1. Cangkang sawit yang sudah dikeringkan dan dibersihkan dari serabutnya sebanyak 5 kg dimasukkan ke dalam pirolisator (2), kemudian pirolisator ditutup rapat. Pipa *stainless steel* penyalur asap (4) dihubungkan dengan *socket* yang ada di bagian atas pirolisator. Ujung lainnya dari pipa *stainless steel* tersebut dihubungkan dengan selang plastik (5) yang terhubung dengan penampung (7). Seluruh bagian selang tercelup dalam ember yang berisi air (6). Selama proses sintesis asap cair, suhu air di kondensor dijaga dengan menambahkan es batu apabila suhu air sudah terasa hangat. Setelah rangkaian alat terpasang dengan baik, kompor gas (1) yang digunakan sebagai sumber pemanas dinyalakan. Pemanasan dilakukan dengan variasi suhu pada 200 °C, 300 °C dan 400 °C, dengan pemanasan selama 4 jam.

Arang hasil pirolisis ditimbang dan asap cair yang dihasilkan diukur volumenya, kemudian disimpan dan didedantasi untuk dipisahkan dengan tar-nya sebelum didestilasi. Selanjutnya asap cair ini dianalisis kandungannya dengan alat *GC-MS*, *Shimadzu GC-2010*.

Senyawa hasil destilasi yang sudah bebas dari endapan tar diberi pelarut *dichloromethane* sebelum diinjeksikan ke kolom *GC-MS*, dengan kondisi operasi alat, sebagai berikut :

Suhu injeksi	= 250 °C
Tekanan	= 69,4 kPa
Suhu	= 50 °C
Waktu	= 3 menit
Kecepatan	= 1,22 mL/menit

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembuatan asap cair dengan metode pirolisis, api tidak langsung kontak dengan bahan yaitu cangkang kelapa sawit. Variabel suhu yang digunakan adalah 200 °C, 300 °C dan 400 °C. Walaupun

tidak langsung menyentuh api, cangkang kelapa sawit dalam pirolisator memanaskan dan asap yang terbentuk terdorong ke pipa penyalur asap, dan terkondensasi menjadi cair dalam sistem kondensor. Selama proses pirolisis berlangsung, terjadi beberapa tahap pirolisis yaitu tahap awal dimana terjadi pelepasan gas-gas ringan seperti CO, CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> yang tidak dapat terkondensasi oleh air pendingin. Tahap kedua adalah proses dekomposisi unsur-unsur cangkang sawit seperti hemiselulosa, selulosa dan lignin [6]. Asap hasil dari dekomposisi ini dapat dicairkan dalam sistem kondensor. Asap cair yang dihasilkan berwarna coklat dan masih tercium bau asap yang kemudian diukur volumenya dan dianalisis lebih lanjut.

### Pengaruh Suhu Terhadap Jumlah Asap Cair dan Rendemen Arang

Pada suhu api 200 °C pirolisis cangkang sawit menghasilkan gas berwarna putih yang tidak dapat terkondensasi. Gas ini kemungkinan adalah CO, CO<sub>2</sub> atau H<sub>2</sub> [6]. Asap cair yang dihasilkan berwarna kuning kecoklatan karena konsentrasi tar masih besar dan senyawa-senyawa volatil yang terbentuk masih sedikit. Volume asap cair yang diperoleh pada suhu 200 °C dengan waktu pembakaran selama 4 jam adalah sebanyak 460 mL dan residu arang yang diperoleh sebanyak 3,98 kg.

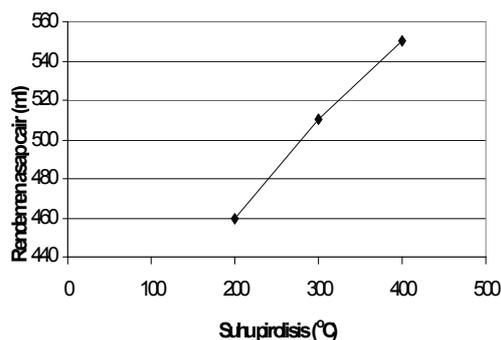
Pada suhu api 300 °C, asap cair yang didapatkan berwarna kuning tua karena bertambahnya senyawa-senyawa volatil dalam asap cair. Volume asap cair yang diperoleh sebanyak 510 mL dan residu arang yang diperoleh sebanyak 3,24 kg. Untuk suhu api 400 °C, diperoleh destilat berwarna kuning cerah sebanyak 550 mL dan residu arang yang diperoleh sebanyak 1,49 kg.

Pengaruh suhu pembakaran terhadap jumlah asap cair dan arang yang dihasilkan bisa dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Semakin tinggi suhu pirolisis semakin banyak volume asap cair yang dihasilkan, akan tetapi jumlah arang yang dihasilkan semakin sedikit. Hal ini disebabkan semakin tinggi suhu pirolisis, semakin banyak cangkang yang terdekomposisi sehingga semakin besar volume asap cairnya dan rendemen arang (residu) semakin kecil.

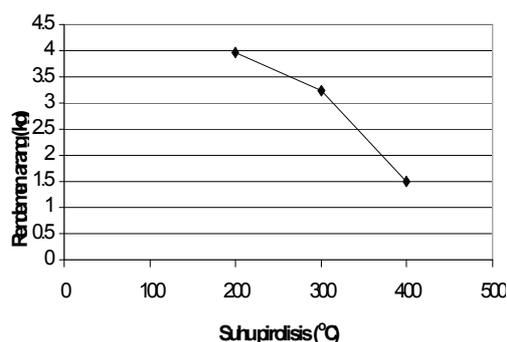
Rendemen hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian lain [1] walaupun pada suhu pirolisis yang sama. Volume asap cair yang diperoleh lebih sedikit dan rendemen arang lebih besar, hal ini berkaitan dengan desain pirolisator yang digunakan. Dari hasil ini dapat dilihat perlunya penyempurnaan kondisi proses sehingga diperoleh hasil yang lebih optimal.

### Karakterisasi GC-MS pada Asap Cair

Asap cair yang diperoleh dari hasil pirolisis pada suhu 200 °C dan 400 °C dianalisis dengan GC-MS.



Gambar 2. Pengaruh suhu pirolisis terhadap rendemen asap cair yang dihasilkan.



Gambar 3. Pengaruh suhu pirolisis terhadap rendemen arang yang dihasilkan.

Tabel 1. Perbandingan kuantitas asap cair antara hasil penelitian sebelumnya dan hasil percobaan.

Suhu Pirolisis (°C)	Rendemen	Literatur [1]	Hasil Penelitian
200	Asap cair (mL)	-	460
	Arang (%)	-	79,6
300	Asap cair (mL)	632	510
	Arang (%)	25,3	64,8
400	Asap cair (mL)	682	550
	Arang (%)	22,6	29,8

Senyawa-senyawa penyusun asap cair beserta fraksi massa dan jenis senyawa masing-masing yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Terdapatnya beberapa senyawa-senyawa pada hasil analisis yang persen masanya pada suhu pirolisis 200 °C lebih besar dari suhu pirolisis 400 °C atau sebaliknya ini kemungkinan disebabkan pada suhu yang lebih tinggi senyawa-senyawa tersebut terdekomposisi menjadi senyawa-senyawa lain sehingga persen masanya menjadi berubah.

Senyawa-senyawa seperti *acetaldehyde*, *2,3-butanedione*, *dimethylacetal*, *3-methyl-2-butanone*, *2,3-pentanedione*, *methylbutanoate*, dan *butanoic acid* hanya terdapat pada asap cair hasil pirolisis dengan suhu pirolisis 200 °C, pada suhu yang lebih tinggi senyawa-senyawa ini terdekomposisi lanjut menjadi senyawa lain sehingga tidak terdapat pada asap cair hasil pirolisis pada suhu 400 °C [4]. Kandungan air pada asap cair tidak dapat terdeteksi pada hasil GC-MS karena pelarut yang digunakan pada analisis GC-MS tidak mengikat air.

**Tabel 2.** Komposisi senyawa-senyawa asap cair pada suhu pirolisis 200 °C dan 400 °C

No.	Nama Senyawa	%Massa		Titik didih (°C)	Fungsi
		200 °C	400 °C		
<b>Phenol</b>					
1	<i>Phenol</i>	<b>17.49</b>	<b>12.9</b>	182	Berbahaya bagi kesehatan
2	<i>o-Cresol</i>	0.75	0.64	191.5	
3	Guaiacol	<b>4.86</b>	<b>5.14</b>	204 - 206	sebagai antioksidan pada produk makanan
4	<i>p- Methylguaiacol</i>	0.7	0.49	220 - 222	
5	<i>p-Ethylguaiacol</i>	0.13	0.12	234 - 236	
<b>Karbonil</b>					
1	Acetaldehyde	0.54	-	20.2	
2	<i>2-Propanone(Acetone)</i>	<b>9.61</b>	<b>4.39</b>	56.53	berbahaya bagi kesehatan
3	2,3-Butanedione	<b>4.31</b>	-	88	sebagai cita rasa pada produk makanan
4	2-Butanone	<b>6.04</b>	<b>6.75</b>	79.6	berbahaya bagi kesehatan
5	Dimethylacetal	1.19	-	102	
6	<i>Methyl propanoate</i>	2.23	0.94	79	
7	3-Methyl-2-butanone	0.64	-	93 - 95	
8	<i>Methyl isopropenyl ketone</i>	0.59	0.55	98	
9	2-Pentanone	0.67	1.64	101 - 105	
10	2,3 - Pentanedione	0.88	-	110 - 112	
11	Methyl butanoate	0.3	-	102 - 103	
12	Cyclopentanone	1.17	<b>2.47</b>	130 - 131	berbahaya bagi kesehatan
13	<i>Furfural</i>	<b>20.44</b>	<b>20.36</b>	54 - 56	sebagai cita rasa pada produk makanan
14	2- Methyl- 2- cyclopentenone	<b>1.12</b>	<b>1.89</b>	158 - 161	sebagai cita rasa pada produk makanan
15	2-Acetylfuran	0.68	1.19	67	
16	5-methyl furfural	0.82	1.32	187 - 189	
17	Diethyl phthalate	0.14	0.32	298 - 299	
18	2-Butenal	-	0.4	104	
19	Isopropyl methyl ketone	-	0.47	94 - 95	
20	2-Cyclopentenone	-	1.01	64 - 65	
21	2-Methylcyclopentanone	-	1.6	139	
22	Acetol acetate	-	0.76	174 – 176	
<b>Asam</b>					
1	Butanoic acid, anhydride	0.09	-	198 - 199	
2	Propanoic acid	-	1.38	141	
<b>Alkohol</b>					
1	Methanol	-	0.64	65.4	

Senyawa-senyawa penyusun asap cair yang mempunyai persen massa tinggi ada yang dapat digunakan pada produk makanan, akan tetapi ada juga senyawa yang berbahaya bagi kesehatan. Senyawa *furfural*, *2-methyl-2-cyclopentenone*, *guaiacol*, *2,3-butanedione* aman digunakan pada makanan. Senyawa *furfural* dan *2-methyl-2-cyclopentenone* merupakan senyawa penting untuk citarasa pada produk makanan, *guaiacol* merupakan salah satu komponen *phenol* yang penting sebagai antioksidan pada produk makanan sehingga memperpanjang masa simpan produk makanan dan *2,3-butanedione* biasa digunakan untuk menambah cita rasa pada produk mentega.

Senyawa *2-propanone*, *2-butanone*, dan *cyclopentanone* merupakan senyawa yang berbahaya bagi kesehatan jika digunakan pada produk makanan. Senyawa *acetone* digunakan sebagai pelarut, *2-butanone* sebagai bahan tambahan pada plastik, *cyclopentanone* digunakan untuk parfum karena mempunyai bau yang khas.

Pada Tabel 2 terlihat senyawa-senyawa yang mempunyai persen masa tertinggi dan bermanfaat jika diaplikasikan pada produk makanan yaitu *furfural*, dimana persen masa pada kedua suhu tersebut tidak jauh berbeda. Ini berarti pada suhu api yang rendah yaitu 200 °C sudah dapat dihasilkan senyawa-senyawa

bermanfaat dengan persen masa cukup besar sehingga untuk memproduksi asap cair untuk produk makanan tidak memerlukan suhu api yang tinggi sehingga dapat menghemat energi.

Asap cair yang dihasilkan pada percobaan ini termasuk *grade 3*, jadi belum bisa digunakan pada produk makanan karena masih terdapat senyawa yang berbahaya. Untuk itu perlu dilakukan proses pemurnian lebih lanjut.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa faktor suhu pirolisis sangat mempengaruhi volume dan komposisi asap cair serta rendemen arang yang dihasilkan. Volume asap cair yang dihasilkan pada suhu pirolisis 200 °C, 300 °C dan 400 °C masing-masing sebesar 460 mL, 510 mL dan 550 mL, sedangkan rendemen arang masing-masing sebesar 3,98 kg, 3,24 kg dan 1,49 kg. Untuk meningkatkan rendemen masih perlu penyempurnaan desain pirolisator dan prosesnya. Asap cair yang dihasilkan pada percobaan ini (*grade 3*) belum bisa digunakan pada produk makanan karena masih terdapat senyawa yang berbahaya. Untuk itu perlu dilakukan proses pemurnian lebih lanjut.

## **DAFTAR ACUAN**

- [1]. J. PRANATNA, *Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa Serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair Sebagai Pengawet Makanan Alami*, Universitas Malikussaleh Lhokseumawe, Aceh, (2008)
- [2]. ENJARLIS, S.BISMO, SLAMET, ROEKMIJATI, *World Appl. Sci. J.*, **3** (6) (2008) 979-984
- [3]. R.WAHI, Z.NGAINI, V.U.JOK, *World Appl. Sci. J.*, **5** (Special Issue for Environment) (2009) 84-91
- [4]. J.P. GIRRARD, *Technology of Meat and Meat Products*, Ellis Horwood, New York (1992)
- [5]. D. TILMAN, *Wood Combution : Principles, Processes and Economics*, Academic Press Inc., New York, (1981) 74-93
- [6]. I. TAHIR, Pengambilan Asap Cair Secara Distilasi Kering Pada Proses Pembuatan Carbon Aktif Dari Tempurung Kelapa, *Skripsi FMIPA-UGM*, (1992)
- [7]. E.TEJO, Pirolisis Cangkang Sawit Menjadi Asap Cair (Liquid Smoke) dengan Adsorpsi Langsung, *Skripsi Universitas Riau*, (2009)