



## PENDAHULUAN

Kelapa hibrida merupakan varietas hasil persilangan kelapa *Tall* (lokal) dengan kelapa *Dwarf* yang berumur genjah (Woodroof, 1979). Sebagaimana halnya kelapa lokal, kelapa hibrida juga memiliki banyak manfaat antara lain daging buahnya merupakan bahan baku minyak dan kelapa parut kering. Menurut Gratuito dkk. (2008) bahwa pemanfaatan daging buah kelapa senantiasa menyisakan sabut dan tempurung yang sebagian besar pemanfaatannya masih sebagai bahan baku industri arang tempurung. Namun sejalan dengan berkembangnya teknologi pengolahan maka pemanfaatan tempurung kelapa semakin beraneka ragam antara lain sebagai bahan baku arang aktif, asap cair dan tepung asap. Khususnya pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan baku asap cair, produk tersebut telah dikembangkan sejak lama bahkan beberapa perusahaan telah mengeksport asap cair ke mancanegara.

Pengasapan pada berbagai produk pangan merupakan metode pengawetan yang tidak hanya meningkatkan daya simpan tetapi juga memberikan perisa dan warna khas pada produk (Sikorski, 2005; Visciano dkk., 2008). Dalam perannya sebagai perisa, pengasapan menghasilkan beragam sifat organoleptik di dalam produk yang disebabkan antara lain oleh perbedaan komposisi asap, perbedaan jenis dan asal bahan serta kondisi pirolisis (Guillén dan Manzanos, 2002; Maga, 1988). Keragaman sifat organoleptik tersebut meliputi rasa, aroma dan warna, bergantung pada jenis dan jumlah senyawa asam, karbonil dan fenol serta senyawa aromatik dari asap cair. Hal ini sejalan dengan pernyataan Kostyra dan Pikielna (2006) bahwa keaneka ragaman bahan baku dan preparasi asap cair menghasilkan komposisi kimiawi kompleks yang merupakan campuran berbagai struktur senyawa volatil dan non volatil dengan berbagai karakteristik sensoris. Adapun senyawa-senyawa tersebut antara lain fenol, syringol dan guaiakol serta masing-masing derivatnya.

Secara umum, asap cair mempunyai aroma yang kuat/tajam, asam, berbau hangus, menyerupai bau disinfektan, atau berbau obat-obatan (Kostyra dan Pikelna, 2006; Siskos dkk., 2006; Varlet dkk., 2007). Seluruh volatil dapat dianggap sebagai kontributor potensial terhadap aroma asap cair. Oleh karena itu, jenis dan kombinasi senyawa yang memberikan kontribusi tipikal dan karakteristik sensoris produk asap yang dapat diterima oleh konsumen dipelajari dalam penelitian ini. Namun demikian, penelitian ini masih berupa tahap awal yaitu untuk menentukan senyawa yang berperan sebagai kontributor aroma asap cair.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Tempurung kelapa yang digunakan di dalam penelitian ini adalah tempurung kelapa varietas hibrida dengan umur panen 2 bulan setelah pembungaan, diperoleh dari PT Pagilaran Kecamatan Segayung, Kabupaten Batang, Jawa Tengah.

### Produksi Asap Cair

Sebanyak 3 kg tempurung kelapa dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis yang dilengkapi dengan rangkaian kondensasi dan kondensor pendingin. Reaktor tersebut berbentuk silinder dengan tinggi 40 cm dan diameter 20 cm serta dilengkapi dengan 2 buah termokopel yang dihubungkan dengan readout meter. Pemanas listrik berbentuk selubung reaktor dengan kapasitas 3 kW. Pipa penyalur asap berdiameter 2,5 cm dan panjang sekitar 150 cm, sedang pipa penyalur asap sisa diameternya 1,5 cm. Kolom pendingin memiliki diameter 20 cm dan tinggi 100 cm termasuk tipe *double pipe heat exchanger* dengan air dialirkan pada sisi pipa luar. Sebagai penampung asap cair kasar digunakan botol kaca standar ukuran 1000 mL. Pirolisis berlangsung selama 90 menit pada suhu 400 °C dan berakhir setelah tidak ada asap cair yang menetes ke dalam penampung sehingga total waktu yang diperlukan lebih kurang 2 jam.

### Fraksinasi Asap Cair

Asap cair hasil pirolisis diendapkan selama 24 jam dengan cara presipitasi untuk memisahkan asap cair kasar dari senyawa tar, kemudian dilakukan sentrifugasi 4000 rpm selama 20 menit agar diperoleh supernatan (asap cair kasar) yang bebas tar. Selanjutnya fraksinasi asap cair kasar dilakukan dengan metode redistilasi bertingkat dengan menggunakan labu distilasi masing-masing berdiameter 15 cm yang disusun secara bertingkat mulai dari fraksi I (labu bagian bawah alat redistilasi), fraksi II (labu bagian tengah) dan fraksi III (labu bagian atas). Masing-masing labu dihubungkan oleh kondensor pendingin dengan panjang sekitar 70 cm dan diameter 2,5 cm. Pipa penyalur asap berdiameter 1,5 cm dan panjang sekitar 100 cm. Alat redistilasi tersebut dilengkapi dengan 2 buah termokopel. Dapur pemanas berupa kompor gas yang dihubungkan dengan termostat. Adapun asap cair kasar yang akan diredistilasi dimasukkan ke dalam bejana aluminium berkapasitas 2 L di dalam ketel yang berisi minyak kelapa sebagai bahan penghantar panas. Redistilat asap cair ditampung dalam botol kaca standar ukuran 250 mL. Proses redistilasi dilakukan hingga suhu yang ditentukan tercapai yakni <100 °C, 100-110 °C dan >110 °C dengan mengabaikan lama waktu redistilasi tiap perlakuan.

### Analisis Komponen Kimiawi Tempurung Kelapa

Analisis komponen kimiawi tempurung kelapa meliputi kadar air (AOAC, 1990), kadar abu (AOAC, 1990), kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin dilakukan dengan menggunakan metode fraksinasi menurut Cheeson (1978) dalam Datta (1981).

### Analisis Komponen Kimiawi Asap Cair Kasar dan Redistilat

Pengujian komponen kimiawi asap cair kasar dan redistilat meliputi kadar fenol (Senter dkk., 1989), karbonil (Lapin dan Clark, 1951), dimana keduanya menggunakan spektrofotometer UV-Vis Shimadzu 1601 dan keasaman (AOAC, 1990) dengan metode titrasi.

### Pengujian Aroma Asap Cair

Pengujian aroma asap cair dilakukan oleh 15 panelis terseleksi berdasarkan penilaian konsisten yang diberikannya terhadap sampel yang sama pada tahap latihan pengujian. Adapun intensitas aroma menggunakan skor (-4) yang berarti sangat lemah sampai dengan (+4) yaitu amat sangat kuat/keras. Hasil pengujian aroma asap cair oleh panelis tersebut kemudian dikonfirmasi dengan hasil analisis GC-MS serta beberapa referensi sebagaimana yang dikemukakan oleh Cardinal dkk. (2006); Guillén dan Manzanos (2002); Kostyra dan Pikielna (2006); Martinez dkk. (2007); Ojeda dkk.

(2002), sebagai acuan dalam mengidentifikasi senyawa kimia di dalam redistilat asap cair terpilih.

### Analisis Komponen Volatil Asap Cair

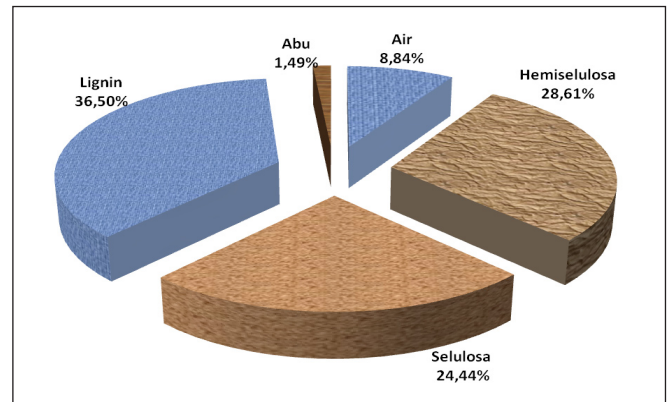
Identifikasi komponen kimiawi asap cair dengan menggunakan GC-MS diawali dengan preparasi sampel yaitu : asap cair kasar dan redistilat masing-masing diekstraksi dengan menggunakan eter. Sebanyak 5 mL asap cair ditambahkan 5 mL eter kemudian dikocok dalam corong pemisah selama 5 menit. Setelah didiamkan, fraksi atas (eter) dipisahkan dari fraksi bawah. Kemudian fraksi atas ditampung dan ke dalam fraksi bawah ditambahkan lagi 5 mL eter, dikocok lagi di dalam corong pemisah sebagaimana cara sebelumnya. Fraksi atas yang dihasilkan pada ekstraksi kedua ini dicampurkan dengan fraksi atas hasil pemisahan pertama, kemudian dipisahkan dengan meniupkan gas nitrogen sampai volume yang tersisa sekitar 1 mL. Hasil ini kemudian dideteksi dengan menggunakan GC-MS-QP2010S Shimadzu. Adapun kondisi operasi GC-MS adalah sebagai berikut: menggunakan jenis pengion EI (Electron Impact) 70 eV, suhu injektor 290 °C, suhu detektor 280 °C, jenis kolom Rtx-5MS (95 % dimethyl polysiloxane; 5 % diphenyl) dengan panjang kolom 30 meter, suhu kolom 70 °C sampai dengan 230°C dengan kenaikan

suhu 5 °C per menit, gas pembawa helium, laju aliran 60 mL/menit pada tekanan 13,7 kPa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komponen Kimiawi Tempurung Kelapa

Analisis komponen kimiawi tempurung kelapa meliputi kadar air, kadar abu, kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin. Hasil analisis disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Komponen kimiawi tempurung kelapa hibrida

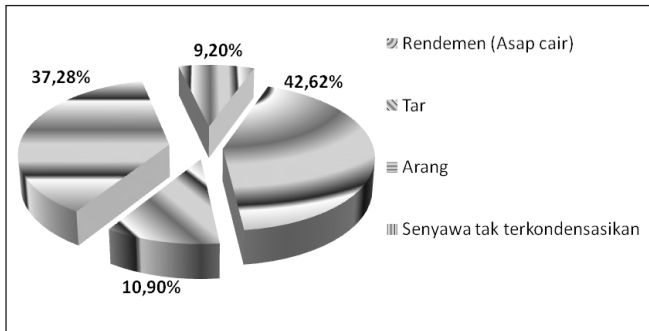
Hasil analisis komponen kimiawi tempurung kelapa hibrida menunjukkan bahwa kandungan lignin sebesar 36,50 % lebih rendah dibanding dengan kandungan lignin tempurung kelapa var *Tall* (lokal) hasil penelitian Tranggono dkk. (1996) yakni 50,44 % bk. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh struktur tempurung kelapa hibrida yang digunakan di dalam penelitian ini secara genetik lebih tipis dan didominasi oleh hemiselulosa serta selulosa dibanding tempurung kelapa lokal yang didominasi oleh lignin. Menurut Ibnu Santoso (2001), berat dan tebal tempurung sangat ditentukan oleh jenis tanaman kelapa. Kelapa lokal mempunyai tempurung yang lebih berat dan tebal daripada kelapa hibrida dan genjah.

Sebagaimana halnya pada kayu, kandungan lignin pada tempurung kelapa yang digunakan sebagai bahan baku asap cair akan menentukan aroma produk asapan. Girard (1992) mengemukakan bahwa pirolisis lignin akan menghasilkan senyawa fenolik seperti *guaiacol* dan *syringol* yang berpengaruh terhadap aroma asap. Serot dkk. (2004) telah mengidentifikasi 10 senyawa fenolik yang berperan dalam memperbaiki kualitas ikan *herring* asap yakni fenol, *p*-kresol, *o*-kresol, *guaiacol*, 4-metil *guaiacol*, 4-etil *guaiacol*, *syringol*, *eugenol*, 4-propil *guaiacol* dan *isoeugenol*.

Selain lignin, hasil pirolisis selulosa pada tempurung kelapa akan menentukan kadar asam, furan, fenol dan air di dalam asap cair yang dihasilkan, sedangkan hemiselulosa akan berpengaruh pada kadar *furfural*, furan, asam karboksilat dan asam asetat (Girard, 1992).

**Rendemen Asap Cair Kasar**

Rendemen asap cair kasar dari tempurung kelapa hibrida hasil pirolisis pada suhu 400 °C selama 90 menit disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rendemen asap cair kasar

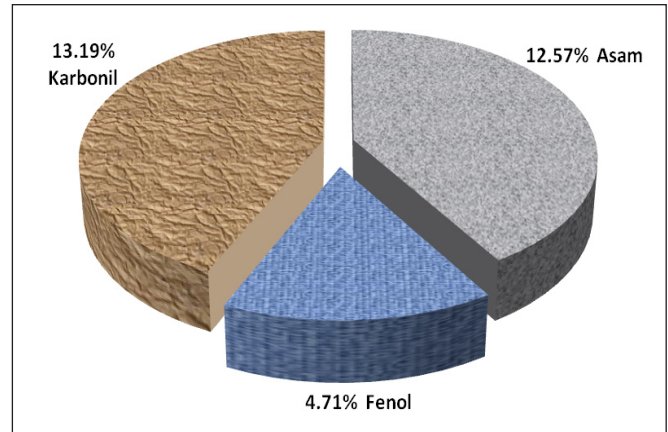
Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat 42,62 % rendemen asap cair yang merupakan bahan baku di dalam proses redistilasi. Selain asap cair, terdapat pula 37,28 % arang, 10,90 % senyawa tar dan 9,20 % senyawa tak terkondensasikan. Rendemen asap cair tersebut lebih rendah bila dibanding hasil penelitian Tranggono dkk. (1996) yakni 52,85 % asap cair berbahan baku tempurung kelapa lokal. Rendahnya rendemen asap cair kasar yang diperoleh di dalam penelitian ini diduga akibat rendahnya kadar lignin tempurung kelapa hibrida yang digunakan. Menurut Chen dkk. (2001) bahwa hasil pirolisis lignin akan menentukan stabilitas termal senyawa fenol yang menyusun asap cair. Selanjutnya dikemukakan pula bahwa kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi dapat mengakibatkan rendahnya stabilitas termal asap cair yang dihasilkan, karena pada tahap lanjut pirolisis akan menimbulkan degradasi senyawa asam menjadi karbon dioksida dan air.

**Komposisi Kimiawi Asap Cair Kasar**

Hasil analisis komponen kimiawi asap cair kasar yang akan digunakan untuk redistilasi disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3. Komposisi kimiawi asap cair kasar

Pirolisis tempurung kelapa hibrida pada suhu 400 °C selama 90 menit menghasilkan 4,71 % fenol; 13,19 % karbonil dan 12,57 % asam. Hasil penelitian Tranggono dkk. (1996) menunjukkan bahwa kandungan fenol asap cair beberapa jenis kayu berkisar 2,10-2,93 % namun kadar fenol di dalam asap cair berbahan baku tempurung kelapa lokal sebesar 5,13 %. Rendahnya kadar fenol di dalam asap cair tempurung kelapa hibrida disebabkan oleh kadar lignin yang lebih rendah pada tempurung kelapa tersebut. Cardinal dkk. (2006) dan Girard (1992) mengemukakan bahwa pirolisis lignin akan menghasil-



kan senyawa fenolik dan eter fenolik yang berpengaruh terhadap aroma asap serta sifat sensoris produk.

Kandungan senyawa karbonil di dalam asap cair tempurung kelapa hibrida sebesar 13,19 %. Hasil ini relatif sama dengan kadar karbonil di dalam asap cair tempurung kelapa lokal di dalam penelitian Tranggono dkk. (1996) yakni 13,28 %. Karbonil di dalam asap cair merupakan hasil pirolisis selulosa yang dapat mempengaruhi warna dan cita rasa produk asap (Girard, 1992). Varlet dkk. (2007) menegaskan bahwa degradasi termal selulosa pada tahap pertama akan menghasilkan glukosa kemudian tahap kedua menghasilkan asam asetat dan homolognya, air serta sejumlah kecil furan dan senyawa fenolik.

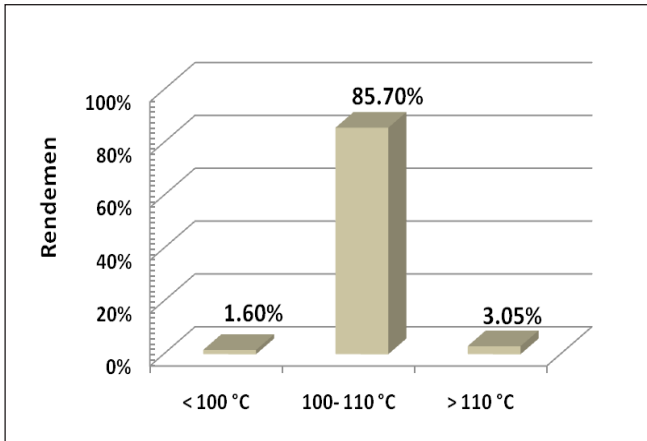
Keasaman asap cair tempurung kelapa hibrida yang diperoleh dari hasil penelitian ini sebesar 12,57 %, lebih tinggi dibanding hasil penelitian Tranggono dkk. (1996) yaitu 11,39 %. Perbedaan ini disebabkan lebih tingginya kandungan selulosa dan hemiselulosa pada tempurung kelapa hibrida yakni 53,05 % bila dibanding dengan kandungan selulosa pada tempurung kelapa lokal hasil penelitian Tranggono dkk. (1996) yaitu 34,56 %, namun kandungan hemiselulosa hasil penelitian tersebut tidak dilaporkan.

Hasil penelitian Leroi dkk. (1998) dan Siskos dkk. (2006) membuktikan bahwa senyawa asam berperan sebagai biopreservatif pada ikan dan produk berkadar protein tinggi lainnya. Hasil penelitian Visciano dkk. (2008) juga membuktikan bahwa meningkatnya daya simpan ikan air tawar asap merupakan pengaruh kombinasi penggaraman awal dan aktivitas antimikrobia beberapa senyawa di dalam asap cair seperti formaldehid, asam-asam karboksilat dan beberapa jenis fenol.

**Rendemen Redistilat Asap Cair**

Hasil perhitungan rendemen redistilat asap cair disajikan pada Gambar 4.

Data menunjukkan bahwa suhu redistilasi 100-110 °C menghasilkan rendemen asap cair tertinggi yaitu 85,70 %.



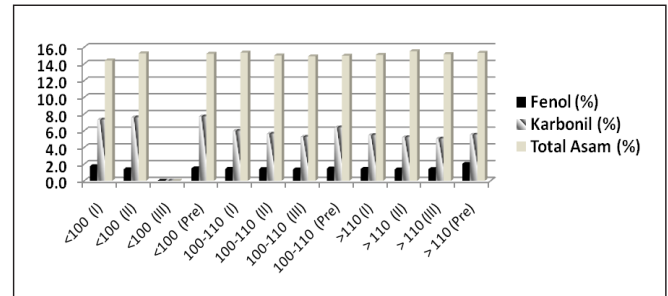
Gambar 4. Rendemen asap cair pada berbagai suhu redistilasi

Hasil tersebut membuktikan bahwa komponen terbesar penyusun asap cair adalah air yang memiliki titik didih 100-110 °C. Menurut Maga (1988), asap cair mengandung air hingga 92 % disamping komponen yang terdispersi di dalam asap cair seperti fenol, karbonil, asam, furan dan polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) dengan titik didih yang berbeda satu sama lain.

#### Komponen Kimiawi Redistilat Asap Cair

Komposisi kimiawi redistilat asap cair disajikan pada Gambar 5. Gambar tersebut menunjukkan bahwa redistilasi pada suhu <100 °C tidak mampu menghasilkan redistilat asap cair fraksi tingkat III yakni pada labu distilasi yang terletak di bagian atas alat redistilasi. Hal ini diduga akibat rendahnya volatilitas senyawa-senyawa yang terdispersi di dalam asap cair yang bertitik didih relatif tinggi sehingga senyawa-senyawa tersebut mengalami pre kondensasi pada suhu <100 °C. Menurut Henrickson (2005), bahwa semakin rendah titik didih suatu senyawa maka semakin tinggi volatil senyawa tersebut karena titik uapnya yang semakin tinggi, sebaliknya semakin tinggi titik didih senyawa tersebut maka volatilitasnya semakin rendah.

Asap cair hasil redistilasi pada suhu 100-110 °C dan >110 °C mengandung 1,36-2,03 % total fenol, 5,05-7,70 % karbonil dan 14,41-15,51 % total asam. Kadar hemiselulosa



Gambar 5. Komponen kimiawi asap cair hasil redistilasi pada berbagai suhu

dan selulosa yang relatif tinggi pada tempurung kelapa hibrida diduga mengakibatkan kadar asam yang tinggi di dalam asap cair yang dihasilkan. Selain itu, proses degradasi termal berlangsung lebih cepat dan terjadi pada suhu relatif rendah bila dibanding dengan degradasi bahan baku dominan lignin seperti tempurung kelapa lokal dan cangkang sawit. Menurut Chen dkk. (2001) bahwa hasil degradasi termal hemiselulosa dan selulosa menyebabkan kandungan karbonil dan asam di dalam asap cair lebih tinggi dibanding kandungan fenol yang umumnya diperoleh dari hasil degradasi lignin. Selanjutnya Girard (1992) mengemukakan bahwa degradasi lignin terjadi pada suhu yang relatif lebih tinggi yakni  $\geq 350$  °C bila dibanding dengan degradasi hemiselulosa dan selulosa yang berlangsung pada suhu  $\geq 270$  °C. Adapun total fenol yang terkandung di dalam asap cair hasil penelitian ini berasal dari senyawa fenolik yang terdispersi di dalam asap cair kasar hasil pirolisis pada suhu 400 °C.

#### Hubungan Antara Sensoris Aroma Asap Cair dengan Hasil Analisis GC-MS

Hasil pengujian aroma asap cair oleh 15 panelis terseleksi disajikan pada Tabel 1. Asap cair yang diredistilasi pada suhu <100 °C mempunyai aroma asap agak kuat sampai dengan kuat namun aroma tersebut juga sebanding dengan aroma alkohol yang agak kuat sampai dengan kuat karena pada suhu redistilasi tersebut merupakan titik didih alkohol. Girard (1992) mengemukakan bahwa asap cair mengandung senyawa alkohol antara lain alil alkohol dengan titik didih 97 °C yang memiliki karakter aroma *pungent* (tajam, pedas).

Tabel 1. Hasil pengujian sensoris terhadap aroma asap cair yang difraksinasi pada berbagai suhu redistilasi

Suhu (°C)	Fraksi	Aroma	Keterangan
<100	I	Alkohol+2	Tidak berbau asap
	II	Alkohol+1; Asap+1	
	III	Tidak diuji	
100-110	Pre kondensasi	Asap+2	Tidak terdapat distilat Bau alkohol menyengat
	I	Asap+3	
	II	Asap+2	
	III	Asap+1	
>110	Pre kondensasi	Asap+4	Bau asap menyengat
	I	Asap-1	
	II	Asap-1	
	III	Asap-2	
	Pre kondensasi	Asap+2	

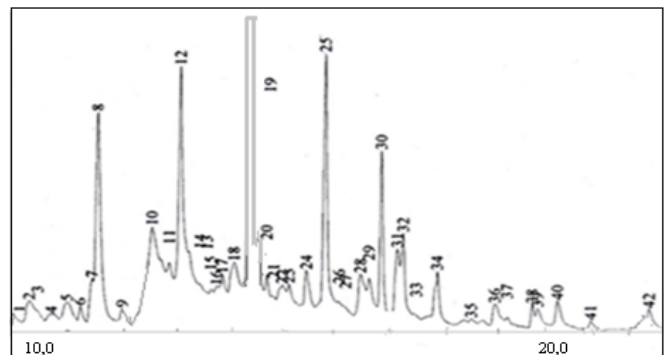
Keterangan :

Skor +1 = Aroma agak kuat                      -1 = Aroma agak lemah  
 +2 = Aroma kuat                                      -2 = Aroma lemah  
 +3 = Aroma sangat kuat  
 +4 = Aroma amat sangat kuat

Fraksi asap cair hasil redistilasi pada suhu >110 °C memiliki aroma asap agak lemah sampai dengan lemah, kecuali fraksi pre kondensasi yang beraroma asap kuat dan menyengat. Hal ini diduga terjadinya oksidasi senyawa kompleks yang terkandung di dalam asap cair menjadi senyawa yang lebih sederhana akibat peningkatan suhu fraksinasi disamping pembentukan senyawa baru sebagai hasil polimerisasi yang selanjutnya mengalami prekondensasi. Maga (1988) mengemukakan bahwa kondensasi dan formasi senyawa baru serta oksidasi produk kondensasi di dalam asap cair terjadi secara bersamaan sejalan dengan peningkatan suhu distilasi. Menurut Kostyra dan Pikielna (2006) bahwa proses distilasi melibatkan sejumlah mekanisme kompleks untuk menghasilkan ribuan senyawa di dalam asap cair yang hingga saat ini sekitar 400 senyawa telah teridentifikasi dan keragamannya sangat bergantung pada bahan baku dan teknologi yang digunakan.

Kromatogram GC-MS asap cair kasar dari tempurung kelapa hibrida yang digunakan sebagai bahan untuk proses redistilasi disajikan pada Gambar 6.

Selanjutnya identifikasi komponen dilakukan dengan menggabungkan hasil analisis spektrometer massa setiap sampel dengan perpustakaan komputer yang menyimpan sejumlah besar data spektra massa dari senyawa murni yang telah diketahui. Identifikasi juga dilakukan dengan memband-



Gambar 6. Kromatogram GC-MS asap cair kasar dari tempurung kelapa hibrida

ingkan gambar spektra massa yang diperoleh dengan literatur berdasarkan waktu retensi dan harga-harga yang terdapat di dalam literatur (Tabel 2).

Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat sekitar 42 senyawa kimia di dalam asap cair kasar dari bahan baku tempurung kelapa hibrida dengan waktu retensi dimulai pada menit ke 10 hingga menit ke 22. Tabel tersebut juga menunjukkan adanya beberapa senyawa yang mempunyai berat dan rumus molekul yang sama tetapi strukturnya berbeda (tidak ditampikan) sehingga memiliki nama senyawa yang berbeda pula.

Tabel 2. Hasil identifikasi senyawa volatil asap cair kasar dari tempurung kelapa hibrida melalui GC-MS

No.	Waktu Retensi (menit)	% Relatif komponen	Berat molekul	Rumus molekul	Indeks kemiripan	Nama senyawa
1.	10,061	0,92	108	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	83	<i>o</i> -kresol
2.	10,368	2,02	126	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	90	2-siklopenten-1-one
3.	10,525	0,98	138	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	64	6-etil resorsinol
4.	10,782	1,55	122	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	89	<i>o</i> -etil fenol
5.	11,070	2,13	122	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	93	2,6-dimetil fenol
6.	11,316	0,94	138	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	91	<i>p</i> -metil guaiakol
7.	11,535	1,27	122	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	87	<i>m</i> -etil fenol
8.	11,631	6,90	138	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	94	<i>p</i> -kresol
9.	12,098	1,41	140	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> O	71	4-isopropiliden-sikloheksanol
10.	12,651	9,04	110	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	87	Pirokatekol
11.	12,972	2,42	136	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O	79	<i>m</i> -propil fenol
12.	13,172	7,99	152	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	86	4-etil guaiakol
13.	13,333	3,04	152	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	89	2,3-dihidroksi-asetofenon
14.	13,550	1,85	132	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O	83	$\alpha$ -indanon
15.	13,751	1,04	168	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	71	2,5-dimetoksi benzil alkohol
16.	13,858	1,04	142	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	70	Tetrametil
17.	13,971	1,76	164	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	70	Fenil ester
18.	14,185	3,87	110	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	87	Hidrokuinon
19.	14,527	24,04	154	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	92	2,6-dimetoksi fenol
20.	14,794	0,23	166	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	88	Metil ester
21.	14,925	0,02	166	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	78	Benzaldehid
22.	15,084	0,49	124	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	86	5-metil resorsinol
23.	15,207	0,42	164	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	88	Isoeugenol
24.	15,526	2,17	152	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	96	Vanilin
25.	15,868	6,56	168	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	80	Metil syringol
26.	16,133	6,77	194	C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	67	Propyl ester
27.	16,250	0,50	139	C <sub>9</sub> H <sub>17</sub> N	48	Piperidin
28.	16,526	1,78	152	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	92	4-asam hidroksi benzoat
29.	16,681	1,38	166	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	92	Asetovanilon
30.	16,907	3,15	182	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	77	Etanon
31.	17,206	1,67	180	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	84	2-propanon
32.	17,314	1,95	200	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	95	Asam laurat
33.	17,558	0,12	192	C <sub>12</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	63	Timol asetat
34.	17,942	1,12	226	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub>	76	<i>cis, trans</i> -asam dietil mukonat
35.	18,566	0,15	194	C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	79	Metoksi eugenol
36.	18,997	0,71	182	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	89	Syring aldehid
37.	19,226	0,13	194	C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	85	4-alil-2,6-dimetoksi fenol
38.	19,682	0,38	228	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	96	Asam miristat
39.	19,783	0,53	196	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>4</sub>	93	Asetosyringon
40.	20,152	0,68	226	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub>	73	<i>cis, cis</i> -asam dietil mukonat
41.	20,764	0,19	196	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>4</sub>	82	3',5'-dimetoksi asetofenon
42.	21,839	0,70	256	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	95	Asam palmitat

Tabel 3. Hasil identifikasi senyawa volatil asap cair tempurung kelapa hibrida pada suhu redistilasi <100 °C melalui GC-MS

No.	Waktu Retensi (menit)	% Relatif komponen	Berat molekul	Rumus molekul	Indeks kemiripan	Nama senyawa
1.	10,054	8,43	108	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	89	<i>o</i> -kresol
2.	10,525	5,41	126	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	72	2-siklopenten-1-one
3.	10,728	3,11	138	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	91	6-etil resorsinol
4.	10,805	3,59	122	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	90	<i>o</i> -etil fenol
5.	11,017	3,07	122	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	88	2,6-dimetil fenol
6.	11,250	7,14	138	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	85	<i>p</i> -metil guaiakol
7.	11,467	8,11	122	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	91	<i>m</i> -etil fenol
8.	11,558	27,09	138	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	86	<i>p</i> -kresol
9.	11,967	2,10	140	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> O	90	4-isopropiliden-sikloheksanol
10.	12,242	1,47	110	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	75	Pirokatekol
11.	12,750	2,88	136	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O	88	<i>m</i> -propil fenol
12.	13,086	0,08	152	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	82	4-etil guaiakol
13.	13,133	1,41	152	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	85	2,3-dihidroksi-asetofenon
14.	13,259	0,14	132	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O	78	$\alpha$ -indanon
15.	13,517	13,81	168	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	95	2,5-dimetoksi benzil alkohol
16.	13,833	1,41	142	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	72	Tetrametil
17.	14,176	0,30	110	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	84	Hidrokuinon
18.	14,708	0,09	166	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	90	Metil ester
19.	14,919	3,56	166	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	95	Benzaldehid
20.	16,342	0,93	139	C <sub>9</sub> H <sub>17</sub> N	88	Piperidin
21.	16,851	0,28	182	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	80	Etanon
22.	17,736	2,82	192	C <sub>12</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	63	Timol asetat
23.	18,083	0,16	226	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub>	82	<i>cis, trans</i> -asam dietil mukonat
24.	19,210	0,07	194	C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	70	4-alil-2,6-dimetoksi fenol
25.	21,416	0,15	256	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	86	Asam palmitat

Keterangan: Komponen redistilat asap cair yang ditampilkan diwakili oleh fraksi tingkat II

Hasil fraksinasi asap cair kasar pada suhu redistilasi <100 °C mengandung 25 senyawa organik dan 21 senyawa organik hasil fraksinasi asap cair kasar pada suhu redistilasi 100-110 °C serta 16 senyawa organik hasil fraksinasi asap cair pada suhu redistilasi >110 °C (Tabel 3, 4, 5).

Tabel 3, 4 dan 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu redistilasi maka semakin berkurang jumlah senyawa

organik di dalam asap cair. Keberadaan senyawa di dalam masing-masing fraksi asap cair bersifat *tentative*, yakni suatu senyawa terdeteksi pada suhu redistilasi tertentu tetapi tidak ditemukan pada suhu redistilasi yang lain. Menurut Maga (1988), Girard (1992) serta Kostyra dan Pikielna (2006) bahwa keberadaan suatu senyawa di dalam fraksi asap cair sangat bergantung pada titik didih senyawa tersebut.



Tabel 4. Hasil identifikasi senyawa volatil asap cair tempurung kelapa hibrida pada suhu redistilasi 100 -110 °C melalui GC-MS

No.	Waktu Retensi (menit)	% Relatif komponen	Berat molekul	Rumus molekul	Indeks kemiripan	Nama senyawa
1.	10,053	13,73	108	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	81	<i>o</i> -kresol
2.	10,433	4,77	126	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	70	2-siklopenten-1-one
3.	10,690	5,95	138	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	87	6-etil resorsinol
4.	10,900	11,09	122	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	92	<i>o</i> -etil fenol
5.	11,346	6,40	138	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	89	<i>p</i> -metil guaiakol
6.	11,527	2,93	122	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	94	<i>m</i> -etil fenol
7.	11,668	26,14	138	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	96	<i>p</i> -kresol
8.	12,477	2,26	140	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> O	72	4-isopropiliden-sikloheksanol
9.	12,667	1,90	110	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	85	Pirokatekol
10.	12,842	1,22	136	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O	79	<i>m</i> -propil fenol
11.	13,173	8,85	152	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	91	4-etil guaiakol
12.	13,467	1,25	152	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	75	2,3-dihidroksi-asetofenon
13.	13,735	1,65	132	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O	80	$\alpha$ -indanon
14.	14,000	0,56	168	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	76	2,5-dimetoksi benzil alkohol
15.	14,508	0,02	142	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	80	Tetrametil
16.	14,713	0,38	110	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	88	Hidrokuinon
17.	15,029	1,88	166	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	93	Metil ester
18.	15,267	0,95	166	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	90	Benzaldehid
19.	16,011	0,03	139	C <sub>9</sub> H <sub>17</sub> N	76	Piperidin
20.	16,557	0,33	182	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	80	Etanon
21.	20,151	0,01	256	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	90	Asam palmitat

Keterangan: Komponen redistilat asap cair yang ditampilkan diwakili oleh fraksi tingkat II

Tabel 5. Hasil identifikasi senyawa volatil asap cair tempurung kelapa hibrida pada suhu redistilasi >110 °C melalui GC-MS

No.	Waktu Retensi (menit)	% Relatif komponen	Berat molekul	Rumus molekul	Indeks kemiripan	Nama senyawa
1.	10,051	24,39	108	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	83	<i>o</i> -kresol
2.	10,732	0,37	138	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	91	6-etil resorsinol
3.	11,517	0,91	122	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	89	<i>m</i> -etil fenol
4.	11,917	24,80	138	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	96	<i>p</i> -kresol
5.	12,350	1,19	110	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	82	Pirokatekol
6.	13,074	0,07	136	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O	73	<i>m</i> -propil fenol
7.	13,258	17,52	152	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	89	4-etil guaiakol
8.	14,210	0,43	168	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	78	2,5-dimetoksi benzil alkohol
9.	14,858	1,09	142	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	81	Tetrametil
10.	15,063	13,48	110	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	95	Hidrokuinon
11.	15,106	0,97	166	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	89	Metil ester
12.	15,300	0,11	166	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	85	2,6-dimetoksi fenol
13.	17,800	0,06	192	C <sub>12</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	61	Timol asetat
14.	18,091	1,25	226	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub>	85	<i>cis</i> , <i>trans</i> -asam dietil mukonat
15.	19,477	2,96	194	C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	78	4-alil-2,6-dimetoksi fenol
16.	20,530	0,57	256	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	93	Asam palmitat

Keterangan: Komponen redistilat asap cair yang ditampilkan diwakili oleh fraksi tingkat II

Dari sejumlah senyawa yang terkandung di dalam asap cair hasil fraksinasi pada berbagai suhu redistilasi menunjukkan bahwa beberapa senyawa yang tergolong sebagai kontributor aroma asap cair adalah senyawa fenolik, derivat guaiakol, derivat syringol, isoeugenol, vanilin, furan, furfural, asam asetat, asetofenon dan sikloten (profil asap cair dengan waktu retensi kurang dari 10 menit tidak ditampilkan). Ojeda dkk. (2002) mengemukakan bahwa aroma asap cair memiliki beberapa karakter yaitu beraroma bunga (geraniol dan asetofenon sebagai kontributor), kayu (guaiakol), obat-obatan (*o*-kresol), rempah-rempah (isoeugenol dan vanilin), karamel (sikloten) dan menyengat/tajam (asam asetat, asam propionat, asam isobutirat dan *p*-kresol). Selanjutnya Serot dkk. (2004) menegaskan bahwa senyawa fenolik yang merupakan komponen utama dan berperan sebagai kontributor aroma di dalam asap cair yaitu fenol, *p*-kresol, *o*-kresol, guaiakol, 4-metilguaiakol, 4-etilguaiakol, syringol, eugenol, 4-propilguaiakol dan isoeugenol.

## KESIMPULAN

Dari hasil redistilasi asap cair kasar pada berbagai suhu diperoleh rendemen tertinggi pada suhu 100-110 °C yakni sebesar 85,79%, yang mengandung sekitar 1,36-1,47% total fenol, 5,25-6,38% karbonil dan 14,91-15,35% total asam. Hasil pengujian komponen organik dengan GC-MS menunjukkan bahwa kelompok senyawa volatil yang terkandung di dalam asap cair kasar dari tempurung kelapa hibrida yaitu 23 senyawa jenis fenolik, 8 senyawa jenis karbonil dan 11 senyawa jenis asam. Redistilasi asap cair kasar menyebabkan penurunan jumlah dan jenis senyawa organik di dalam fraksi redistilatnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (1990). Association of Official Analytical Chemists: *Official Methods of Analysis*. 18<sup>th</sup> edition, Benjamin Franklin, Washington D.C.
- Cardinal, M., Cornet, J., Sérot, T. dan Baron, R. (2006). Effects of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) and relationships with phenolic compound content. *Food Chemistry* **96**: 137-146.
- Chen, C.A., Pakdel H. dan Roy, C. (2001). Production of monomeric phenols by thermochemical conversion of biomass: A Review. *Bioresource Technology* **79**: 277-299.
- Datta, R. (1981). Acidogenic fermentation of lignocellulose acid yield and commertion of component. *Biotechnology and Bioengineering* **23**: 2167-2170.
- Girard, J.P. (1992). Technology of meat and meat product smoking. Ellis Harwood. New York.
- Gratuito, M.K.B., Panyathanmaporn, T., Chumnanklang, R.A., Sirinuntawittaya, N. dan Dutta, A. (2008). Production of activated carbon from coconut shell: Optimization using response surface methodology. *Biore-source Technology*. **99**: 4887-4895.
- Guillén, M.D. dan Manzanos, M.J. (2002). Study of the components of a solid smoke flavouring preparation. *Food Chemistry* **55**: 251-257.
- Henrickson, C. (2005). Chemistry. Cliffs Notes. ISBN 0-764-57419-1. <http://en.wikipedia.org/wiki/> [6 Desember 2008].
- Ibnusantoso, G. (2001). *Prospek dan Potensi Kelapa Rakyat dalam Meningkatkan Ekonomi Petani Indonesia*. Dirjen Industri Agro dan Hasil Hutan. Departemen Perindustrian dan Perdagangan, Jakarta.
- Kostyra, E. dan Pikielna, N.B. (2006). Volatiles composition and flavour profile identity of smoke flavourings. *Food Quality and Preference* **17**: 85-95.
- Lappin, G.R. dan Clark, L.C. (1951). Colorimetric methods for determination of traces carbonyl compound. *Analytical Chemistry* **23**: 541-542.
- Leroi, F., Jorffaud, J.J., Chevalier F. dan Cardinal, M. (1998). Study of the microbiological ecology of cold-smoked salmon during storage at 8°C. *International Journal of Food Microbiology* **39**: 111-121.
- Maga, J.A. (1988). *Smoke in Food Processing*. Boca Raton, FL. CRC Press.
- Manna, A.K., De P.P. dan Tripathy, D.K. (1997). Chemical interaction between surface oxidized carbon black and epoxidized natural rubber. *Rubber Chemistry and Technology* **70**: 624-680.
- Martinez, O., Salmerón, J., Guillén, M.D. dan Casas, C. (2007). Textural and physicochemical changes in Salmon (*Salmo salar*) treated with commercial liquid smoke flavourings. *Food Chemistry* **100**: 498-503.
- Ojeda, M., Bárcenas, P., Elortondo, F.J.P., Albisu, M., dan Guillén, M.D. (2002). Chemical references in sensory analysis of smoke flavourings. *Food Chemistry* **78**: 433-442.
- Senter, S.D., Robertson J.A. dan Meredith, F.I. (1989). Phenolic compound of the mesocarp of cresthaven peaches during storage and ripening. *Journal of Food Science* **54**: 1259-1268.

- Sérot, T., Baron, R., Knockaert C. dan Vallet, J.L. (2004). Effect of smoking processes on the contents of 10 major phenolic compounds in smoke fillets of herring (*Cuplea harengus*). *Food Chemistry* **85**: 111-120.
- Sikorski, Z.E. (2005). Smoking of fish and carcinogens. In: Burt, J.R (Eds.). *Fish Smoking and Drying. The Effect of Smoking on The Nutritional Properties of Fish*. London: Elsevier Applied Science.
- Siskos, I., Zotos, A., Melidou, S., dan Tsikritzi, R. (2006). The effect of liquid smoking of fillets of trout (*Salmo gairdnerii*) on sensory, microbiological and chemical change during chilled storage. *Food Chemistry* **101**: 458-464.
- Tranggono, Suhardi, Setiadji, B., Supranto, Darmadji P. dan Sudarmanto (1996). Identifikasi asap cair dari berbagai jenis kayu dan tempurung kelapa. *Jurnal. Ilmu dan Teknologi Pangan* **1**: 15-24.
- Varlet, V., Prost, C. dan Serot, T. (2007). Volatile aldehydes in smoked fish: Analysis methods, occurrence and mechanisms of formation. *Food Chemistry* **105**: 1536-1556.
- Visciano, P., Perugini, M., Conte, F. dan Amorena, M. (2008). Polycyclic aromatic hydrocarbons in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by traditional flue gas smoking and by liquid smoke flavourings. *Food and Chemical Technology* **46**: 1409-1413.
- Woodroof, J.G. (1979). *Coconuts: Production, Processing, Products*. 2nd Edition. Avi publishing company, Inc. Westport, Connecticut.