

KOMPOSISI DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI ASAP CAIR SABUT KELAPA YANG DIBUAT DENGAN TEKNIK PEMBAKARAN NON PIROLISIS

Composition and Antibacterial Activity of Liquid Smoke of Coconut Fiber Made by NonPirolisis Combusting Technique

Feti Fatimah

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sam Ratulangi, Kampus Unsrat, Bahu Manado 95115
Email: fetysanusi@yahoo.com

ABSTRAK

Pengawetan menggunakan asap cair merupakan salah satu teknik pengawetan bahan pangan yang mudah diaplikasikan. Meskipun demikian, pada kenyataannya, masyarakat kesulitan memproduksi asap cair dikarenakan sulitnya membuat peralatan pirolisis. Penelitian ini dilakukan guna mengkaji pembuatan asap cair dengan teknik non pirolisis dari bahan dasar sabut kelapa. Selanjutnya pada asap cair yang dihasilkan dengan teknik ini, dilakukan redistilasi dan penyerapan dengan karbonaktif. Kualitas asap cair yang dihasilkan diuji dengan melihat komponen penyusun asap cair dengan kromatografi gas - spektrofotometer massa (GC-MS) serta uji aktivitas antibakteri terhadap 3 jenis bakteri yaitu *Salmonella choleraeaeus*, *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus* menggunakan teknik sumur pada media PCA dengan jumlah populasi 10^8 /ml. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa asap cair asli (tanpa redistilasi dan penyerapan dengan karbon aktif) sedikitnya mengandung 21 komponen, asap cair redistilasi sedikitnya mengandung 31 komponen dan asap cair hasil penyerapan dengan karbon aktif mengandung sedikitnya 5 komponen. Dari hasil uji antibakteri diketahui bahwa asap cair hasil redistilasi menunjukkan aktivitas antibakteri yang lebih baik dibandingkan asap cair asli, sedangkan asap cair hasil penyerapan dengan karbon aktif mempunyai aktivitas yang paling kecil dibandingkan keduanya. Hal tersebut dikarenakan kandungan senyawa 2-metoksifenol yang paling tinggi pada asap cair redistilasi dibandingkan keduanya. Berdasarkan hal tersebut, diketahui bahwa teknik redistilasi dapat meningkatkan kualitas asap cair sabut kelapa yang dibuat dengan metode pembakaran non pirolisis.

Kata kunci: Asap cair, non pirolisis, redistilasi, adsorpsi dengan karbon aktif, antibakteri

ABSTRACT

Food preservation by liquid smoke was one of the food conservation techniques that was easy to be conducted. Nonetheless, it was difficult in reality for people to product liquid smoke because of the complicated process in making pirolisis tools. This study was conducted to learn how to make liquid smoke by non pirolisis technique using the basic material of coconut fiber. And then, it must be performed in the liquid smoke, the redistilation and the adsorption process using active carbon. The quality of liquid smoke was examined by observing the components using Gas chromatography-Mass Spectrophotometry (GC-MS) and performing test of antibacterial activity to three kinds of bacterias: *Salmonella choleraeaeus*, *Bacillus subtilis*, and *Staphylococcus aureus* using technic of well in the PCA media of 10^8 /ml in population. Based on the study results, it was found that the original liquid smoke (without redistilation and adsorption process using active carbon) consisted at least of 21 components, redistilated liquid smoke consist at least of 31 components, and adsorpted liquid smoke using active carbon consisted at least of 5 components. From the result of test of antibacterial activity, it was found that the redistilated liquid smoke showed better bacterial activity than in the original liquid smoke, whereas the absorpted liquid smoke using active carbon had the smallest activity among them. It was because of the content of the 2-methoxiphenol compound in the redistilated liquid smoke was the highest among them. And based on this phenomena, it was found that redistilation technique could increase the quality of liquid smoke of coconut fiber made by non pirolisis combusting method.

Keywords: Liquid smoke, non pirolisis, redistilation, adsorption by active carbon, antibacterial activity

PENDAHULUAN

Dewasa ini, penelitian tentang bahan pengawet makanan sangat penting dilakukan agar didapatkan bahan pengawet alternatif yang bersifat murah, mudah diaplikasikan serta aman bagi kesehatan. Pengawetan menggunakan asap cair merupakan salah satu teknik pengawetan bahan pangan yang memenuhi kriteria tersebut. Menurut Braithwaite dkk. (2008), proses pembakaran kayu akan menghasilkan asap yang mempunyai aktivitas antibakteri yang superior. Suñen dkk. (2003) telah melaporkan efek antimikroba dari kondensat asap kayu pada mikroba patogen *Listeria monocytogenes* dan *Aeromonas hydrophila*. Sedangkan Putnam dkk. (1999). Melaporkan adanya efek mutagenik asap cair komersial terhadap strain *Salmonella*, tetapi tidak punya efek yang sama pada tikus percobaan (Kazimírová dan Jablonická, 1994).

Aplikasi asap cair sejauh ini juga telah dilakukan. Gonulalan dkk. (2004), dan Martinez dkk. (2007) dan Martinez dkk. (2010), mengaplikasikan asap cair pada lidah sapi dan ikan salmon dibandingkan asap tradisional. Dikatakan bahwa aplikasi asap cair dan asap tradisional menghasilkan kualitas yang baik dengan tingkat penerimaan yang sama.

Meskipun aplikasi asap cair telah lama dikenal dan diaplikasikan, tetapi pada kenyataannya, masyarakat di Indonesia pada umumnya kesulitan dalam memproduksi asap cair. Hal ini disebabkan karena sulitnya membuat peralatan pirolisis. Jäger dkk. (1996), menyatakan bahwa dibutuhkan pembakaran yang stabil untuk dapat menghasilkan komponen-komponen aktif. Untuk itu dibutuhkan intensitas pemanasan serta temperatur yang stabil. Lebih lanjut dikatakan bahwa pembakaran ideal adalah pada suhu 160 - 200 °C, diatas temperatur tersebut, komponen aktif akan hilang. Bahkan pembakaran di atas temperatur 390 °C akan menghasilkan komponen karsinogenik yang lebih besar (Fatimah, 1998). Komponen karsinogenik yang ada dalam asap cair diantaranya adalah senyawa PAH (*polycyclic aromatic hydrocarbons*) (Visciano dkk., 2008; Simon dkk., 2010, Kamiya dkk., 2005). Oleh karena itu, pada asap cair harus dilakukan penghilangan PAH seperti penyerapan dengan silika gel (Tranggono dkk., 1997).

Penelitian ini dilakukan guna mengetahui kualitas asap cair yang dibuat dengan teknik pembakaran non pirolisis dari bahan dasar yang belum banyak dimanfaatkan yaitu sabut kelapa. Teknik pembakaran non pirolisis dilakukan dengan cara mengekspos udara secara terus menerus. Dalam penelitian ini, dilakukan upaya penghilangan tar dan komponen karsinogenik dengan cara redistilasi serta dilakukan penyaringan menggunakan karbon aktif. Selanjutnya, dilakukan penentuan komponen-komponen penyusun asap cair serta uji sifat antibakteri asap cair.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah: 1 sddkat pembakaran, pendingin gelas 1,5 m, 1 sddkat kromatografi gas-spektrofotometer massa (GC-MS) model Shimadzu QP-5000, cawan petri dan alat gelas lainnya. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 4 stain bakteri yaitu *S.choleraeaus*, *S.aureus*, *B.subtilis*, Media yang digunakan plate adalah *Count Agar* dan *Nutrient Broth*. Kegiatan ini dilaksanakan pada laboratorium kimia FMIPA Universitas Sam Ratulangi, sedangkan analisis GC-MS dilaksanakan di laboratorium Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor.

Pembuatan Asap Cair dengan Teknik Pembakaran Langsung

Pembuatan asap cair sabut kelapa dilakukan dengan teknik non-pirolisis. Rangkaian alat terdiri dari komponen tungku pembakaran yang terbuat dari drum dilengkapi dengan cerobong asap terbuat dari alumunium serta komponen pendingin gelas dengan panjang 1,5 m. Udara dialirkan dengan kipas angin. Sebanyak 5 kg sabut kelapa yang telah dibersihkan dibakar. Asap hasil pembakaran dikondensasikan pada kondensor kemudian ditampung pada penampung asap. Asap cair yang dihasilkan selanjutnya disaring dengan kertas saring 400 *mesh* (selanjutnya disebut sebagai asap cair asli). Satu bagian asap cair disaring menggunakan karbonaktif (disebut sebagai asap cair hasil penyerapan karbon aktif), sedangkan pada bagian lain dilakukan redistilasi (disebut sebagai asap cair redistilasi).

Analisis Komponen Penyusun Asap Cair Sabut Kelapa (Fatimah, 1998)

Analisis dilakukan dengan kromatografi gas-spektrofotometer massa (GC-MS) model Shimadzu QP-5000 dengan jenis pengion EI (*electron Impact*) 70eV, kolom kapiler 50m berisi CBP-5 non polar. Suhu injector 280 °C dan suhu pemisahan diprogram mulai 50 hingga 250 °C dengan kenaikan 10 °C permenit. Sebagai gas pembawa digunakan gas helium dengan tekanan 20 kg per cm² dan kecepatan alir 0,2 ml permenit. Asap cair dilarutkan dalam eter, lalu dilakukan pemisahan antara fase yang larut dalam eter dan fase polarnya. Diambil 0,1µl fase eter dan diinjeksikan pada GC-MS.

Uji Aktivitas Antibakteri pada Asap Cair (Mountney, 1998)

Aktivitas antibakteri dari asap cair dilakukan terhadap 4 stain bakteri yaitu *S.choleraeaus*, *S.aureus*, *B.subtilis* menggunakan teknik difusi agar. Media *Plate Count Agar*

steril suhu 50 °C diinokulasi dengan 1 ml (10⁶) kultur bakteri dari media Nutrient Broth yang berumur 24 jam, kemudian dituangkan ke petridish dan biarkan memadat. Sumuran berdiameter 0,8 cm yang sudah disterilkan masing-masing ditetesi dengan 200 µl asap cair dengan konsentrasi 10 %, 50 % dan 100 %. Petridish dibiarkan selama 1 jam pada temperatur kamar untuk diinkubasi pada suhu 30 °C selama 24 jam. Aktivitas antibakteri masing-masing asap cair ditunjukkan dengan mengukur zona jernih yang terbentuk disekeliling *paper disk*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Asap Cair

Produksi asap cair yang dilakukan dalam penelitian ini adalah berdasarkan pada teknik pembakaran non pirolisis. Perbedaan utama dari pembakaran pirolisis dan non pirolisis adalah: pada pirolisis, sistim pembakaran bersifat tertutup, tidak ada udara yang masuk sehingga pembakaran bersifat tidak sempurna, sedangkan pada pembakaran non pirolisis proses pembakaran bersifat terbuka sehingga memungkinkan adanya aliran udara luar dan proses pembakaran bersifat sempurna. Rendemen asap cair sabut kelapa dan kualitasnya disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Rendemen dan data sifat fisik asap cair sabut kelapa

Parameter	Data
Rendemen	28 %
Warna	Kuning kecoklatan
Bau	Asap menyengat
Berat jenis	0,9965 gr/ml

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa rendemen asap cair yang diperoleh dengan teknik nonpirolisis adalah 28 %. Bila dibandingkan dengan rendemen asap cair yang diperoleh dengan teknik pirolisis, maka rendemen asap cair yang diperoleh dengan pembakaran langsung adalah lebih rendah.

Bila dihitung secara keseluruhan, maka total produk yang diperoleh adalah 38 % (terdiri atas 28 % asap dan 10 % arang). Dengan demikian massa yang hilang dari konversi sabut kelapa adalah 62 %. Menurut Tranggono dkk (1997), komponen tersebut terdiri dari senyawa yang mudah menguap dan tak dapat dikondensasikan dengan air sebagai medium pendingin. Gas-gas tersebut terdiri dari gas CO₂, CO, H₂, CH₄ dan beberapa hidrokarbon.

Distilasi Asap Cair

Distilasi asap cair dimaksudkan guna menurunkan kadar tar dan benzopirin yang terkandung dalam asap cair. Pada penelitian ini, pada asap cair tidak dapat dilakukan

distilasi fraksinasi pada beberapa tingkat suhu. Hal ini diduga diakibatkan karena asap cair merupakan cairan yang sebagian besar terdiri atas air dan senyawa organik semi polar seperti fenol yang dapat membentuk azeotrop dalam air yang berakibat pada ketidakmampuannya untuk dilakukan distilasi fraksinasi pada beberapa fraksi suhu.

Hasil distilasi fraksinasi asap cair hanya diperoleh pada satu kisaran suhu yaitu suhu titik didih air yakni 98-100 °C. Hasil distilasi fraksinasi asap cair adalah cairan yang masih berbau asap tetapi tidak menyengat, lebih jernih dibandingkan asap asli dan hampir tidak berwarna. Sifat fisik asap cair hasil distilasi disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Sifat fisik asap cair hasil redistilasi

Parameter	Data
Suhu distilasi	98-100 °C
Warna	Bening, hampir tidak berwarna
Bau	Tidak berbau menyengat
Berat jenis	0,9970 gr/ml
Recovery asap	55 %

Berdasarkan tabel 2, distilat yang diperoleh rata-rata adalah 55 ml dari 100 ml asap semula atau 55 %. Bagian yang hilang pada proses ini sebagian besar berupa cairan kental semi padat yang tertinggal pada labu distilasi yang diduga adalah merupakan komponen dengan titik didih tinggi seperti tar dan benzopirin.

Penggunaan Adsorben Karbon Aktif

Karbonaktif merupakan salah satu jenis adsorben yang banyak digunakan dalam bidang pangan. Hal ini disebabkan karbon aktif bersifat inert sehingga aman digunakan, bahkan karbon aktif telah lama digunakan sebagai obat sakit perut karena dapat mengadsorbsi racun yang masuk dalam lambung.

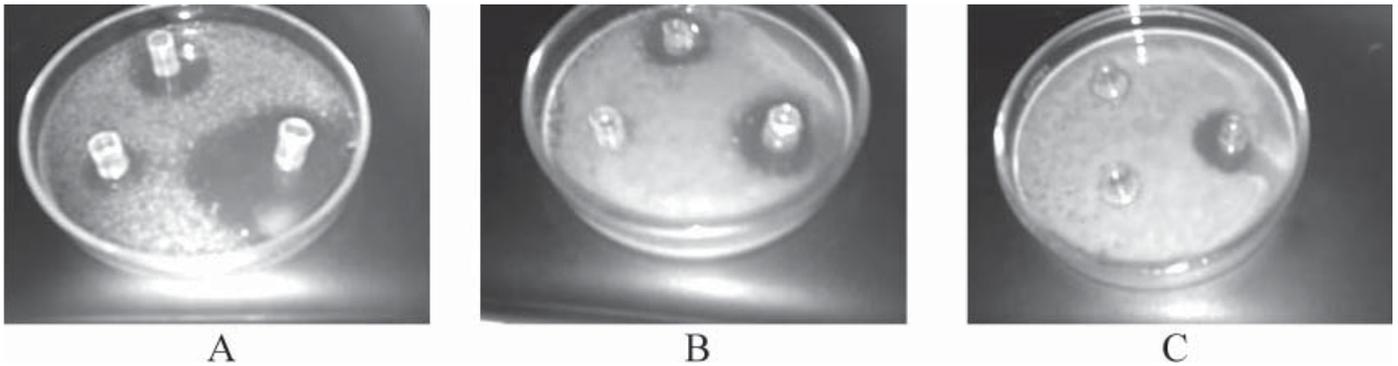
Dalam penelitian ini, karbon aktif yang digunakan mempunyai rasio 1:5 dengan asap cair, artinya untuk menyerap 100 g asap cair, digunakan karbon aktif sebanyak 20 gram. Penggunaan rasio tersebut didasarkan alasan bahwa pada rasio tersebut, asap yang dihasilkan tidak berwarna dan sangat jernih. Hal tersebut mengindikasikan bahwa tidak ada lagi tar yang tersisa pada asap, dan demikian juga harapannya untuk benzopirin. Hasil penyerapan menggunakan karbon aktif menghasilkan asap cair yang hampir tidak berbau. Asap yang diperoleh dari proses ini adalah 48,3 % dari jumlah semula. Dengan demikian terdapat 51,7 % asap yang terserap dalam asap cair (Tabel 3). Diduga selain tar dan benzopirin, komponen-komponen fenolik juga terserap dalam sisi-sisi aktif karbonaktif. Bila dugaan ini benar, maka aktivitas antibakteri dari asap cair hasil penyerapan akan berkurang dibandingkan asap cair yang asli.

Tabel 3. Sifat fisik asap cair hasil penyerapan dengan karbonaktif (5 : 1)

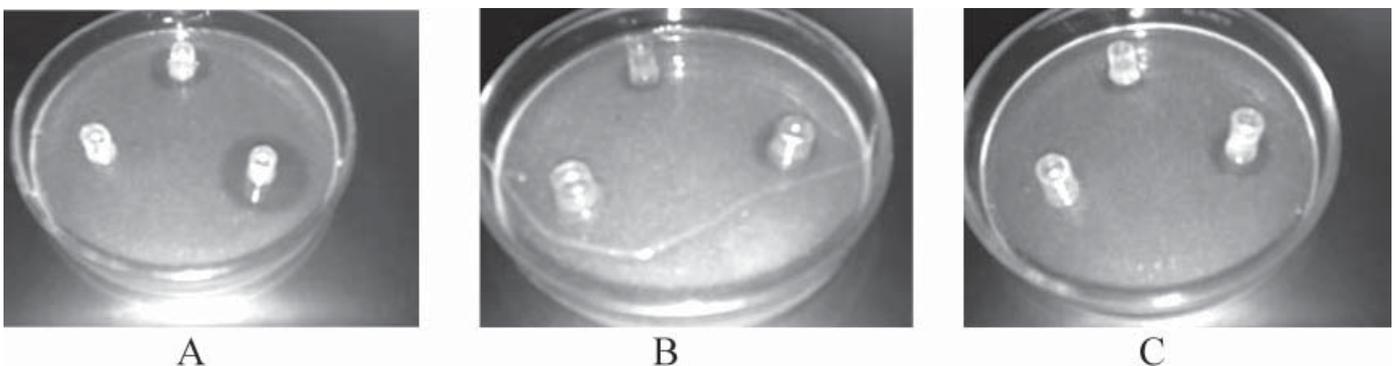
Parameter	Data
Warna	Bening, tidak berwarna
Bau	Tidak berbau
Berat jenis	0,9975 gr/ml
Recovery asap	51,7 %

Aktivitas Antibakteri Asap Cair

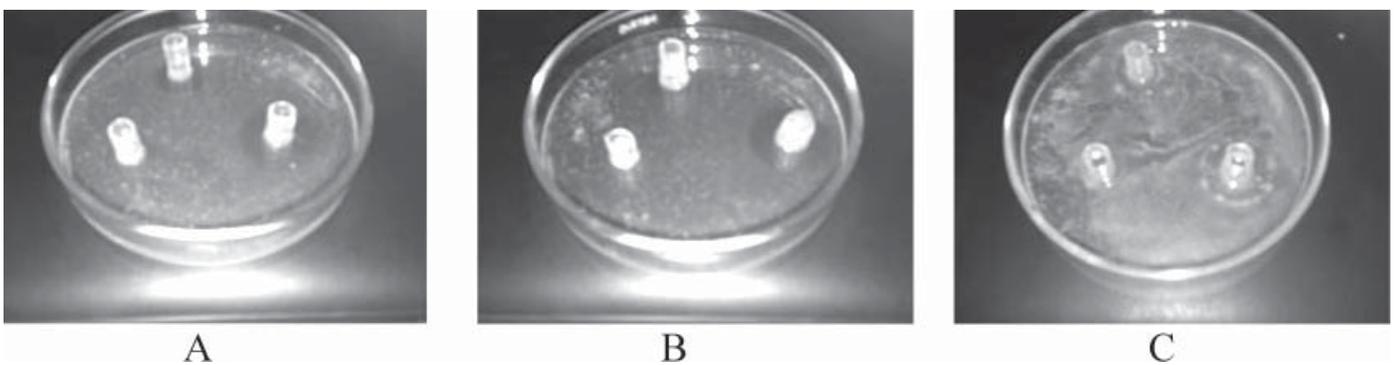
Hasil pengujian aktivitas antibakteri pada 3 jenis asap cair yakni asap cair asli, asap cair redistilasi serta asap cair hasil penyerapan dengan karbon aktif menggunakan 3 jenis bakteri yaitu *Salmonella choleraeaeus*, *Bacillus subtilus* dan *Staphylococcus aureus* berdasarkan teknik sumur menunjukkan adanya aktivitas yang berbeda (tabel 4).



Gambar 1. Foto uji aktivitas antibakteri *S.Choleraeaeus*
A. asap cair asli; B. asap cair hasil distilasi; C. asap cair hasil penyerapan dengan karbon aktif)



Gambar 2. Foto uji aktivitas antibakteri *S.Aureus*
A. asap cair asli; B. asap cair hasil distilasi; C. asap cair hasil penyerapan dengan karbon aktif)



Gambar 3. Foto uji aktivitas antibakteri *B.subtilus*
A. asap cair asli; B. asap cair hasil distilasi; C. asap cair hasil penyerapan dengan karbon aktif)

Tabel 4. Diameter penghambatan (mm) rata-rata asap cair

Jenis asap cair	Konsentrasi	B.subtilus	S.Aureus	S.Choleraeaus
Asap cair asli	100	21,00	18,33	24,33
	50	11,33	13,00	17,00
	10	8,00	8,00	8,00
Asap cair redistilasi	100	21,33	19,67	33,67
	50	18,67	15,33	27,00
	10	8,00	8,00	13,00
Asap cair penyerapan karbonaktif	100	8,00	16,33	13,00
	50	8,00	11,33	10,33
	10	8,00	8,00	8,00

Berdasarkan tabel 4, terlihat bahwa aktivitas antibakteri asap cair sabut kelapa terhadap 3 kultur bakteri pada media PCA dengan jumlah populasi 10⁸/ml berbeda-beda pada ketiga jenis bakteri dan konsentrasi asap cair. Aktivitas antibakteri dari asap cair asli tertinggi terdapat pada bakteri *Salmonella choleareaus*, demikian pula dengan asap cair redistilasi, sedangkan asap cair hasil penyerapan dengan karbon aktif mempunyai aktivitas tertinggi pada bakteri *S.Aureus*. Pada tabel 4 juga terlihat bahwa aktivitas antibakteri akan menurun dengan menurunnya konsentrasi asap cair, tetapi pada konsentrasi terendah yaitu 10 %, asap cair masih menunjukkan aktivitasnya.

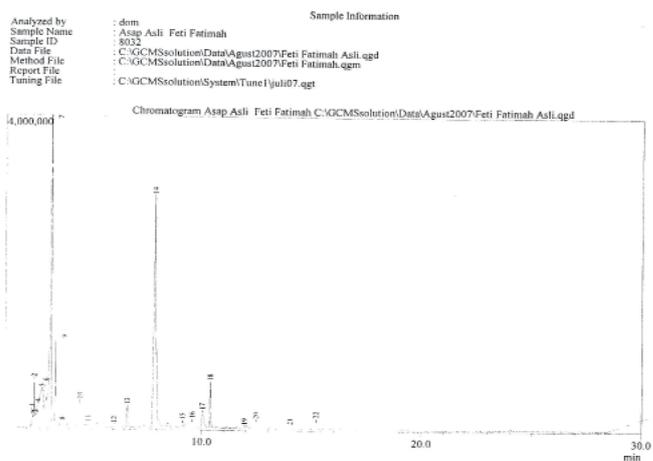
Dari ketiga jenis bakteri tersebut, *B.subtilis* merupakan bakteri yang dihambat dengan diameter penghambatan paling kecil. Kecilnya diameter penghambatan dari bakteri tersebut adalah disebabkan kemampuannya *B.subtilis* untuk membentuk spora dan dalam keadaan normal mempunyai daya tahan yang lebih kuat dari pada sel vegetatif lain.

Menurut Pszczola (1995), dua senyawa utama dalam asap cair yang diketahui mempunyai efek bakterisida/bakteriostatik adalah fenol dan asam-asam organik. Selanjutnya menurut Girard (1992), terdapatnya senyawa fenol dalam asap cair merupakan salah satu hasil pirolisis dari lignin, sedangkan terdapatnya asam asetat merupakan hasil pirolisis selulosa dan hemiselulosa. Berdasarkan hal tersebut, maka diketahui bahwa redistilasi dan penyerapan dengan karbon aktif diduga dapat menurunkan kadar fenol dan asam asetat dalam asap cair, tetapi penyerapan dengan karbon aktif mempunyai efek yang lebih besar dalam penurunan kadar kedua senyawa tersebut.

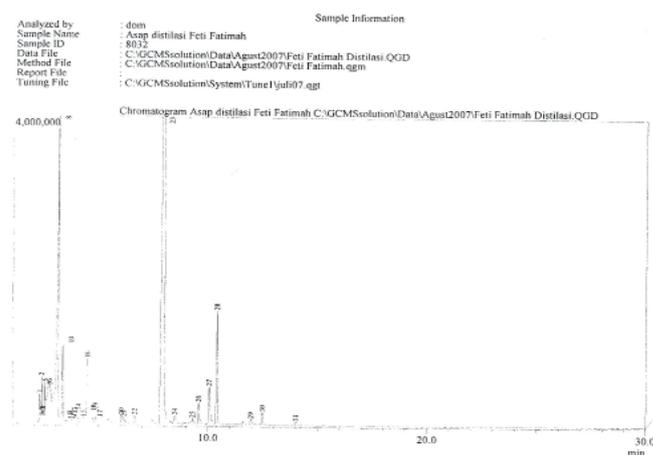
Perubahan Komposisi Kimia Asap Cair Sabut Kelapa dengan Perlakuan

Berdasarkan Gambar 4-6, diketahui bahwa asap cair asli dan asap cair redistilasi dan hasil penyerapan dengan karbon aktif mempunyai komposisi yang berbeda. Berdasarkan analisis dengan GC-MS diketahui bahwa asap cair asli mengandung sedikitnya 21 komponen, sedangkan asap cair redistilasi mengandung sedikitnya 31 komponen

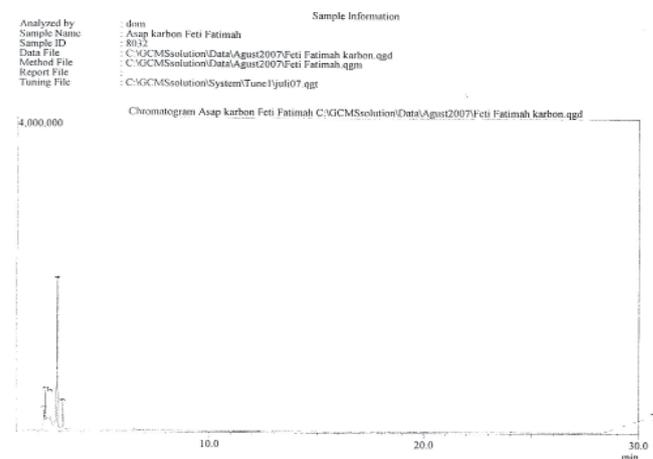
dan asap cair hasil penyerapan dengan karbon aktif sedikitnya mengandung 5 komponen.



Gambar 4. Kromatogram GC asap cair asli



Gambar 5. Kromatogram GC asap hasil redistilasi



Gambar 6. Kromatogram GC asap cair hasil penyerapan dengan karbonaktif

Proses redistilasi asap cair diduga dapat menurunkan kandungan tar dan komponen-komponen karsinogenik seperti benzopirin (tidak terdeteksi dengan GC-MS) sehingga konsentrasi komponen lain seperti fenol akan meningkat dan jumlah senyawa yang terdeteksi lebih besar. Selanjutnya untuk mengetahui komposisi pada asap cair asli dan asap cair redistilasi serta hasil penyerapan dengan karbon aktif, dilakukan analisis GC-MS pada puncak-puncak yang dominan, hasil analisis GC-MS disajikan pada tabel 5.

Adanya jumlah komponen yang sangat kecil pada asap cair hasil penyerapan dengan karbon aktif diduga disebabkan sebagian besar komponen utama dalam asap telah terserap oleh karbon. Hal tersebut juga sesuai dengan uji aktivitas antibakteri yakni aktivitas asap cair hasil penyerapan dengan karbon aktif memiliki aktivitas yang paling rendah dibandingkan dengan asap cair redistilasi dan asap cair asli.

Guillén dan Manzano (2002), melaporkan beberapa golongan senyawa yang terdapat pada asap cair kayu Oak yaitu: aldehid, keton, diketon, ester, alkohol, asam, turunan furan and piran, siringol, guaiakol, derivat fenol and pirokatekol, alkil dan aril eter, serta turunan furan dan piran. Berdasarkan pada tabel 5, tidak semua golongan senyawa terdapat pada asap cair sabut kelapa seperti golongan piran

dan ester. Menurut (Putnam, 1999), komposisi asap cair berbeda-beda tergantung pada bahan dasar/material pirolisis serta metode pirolisis yang digunakan. Namun tidak adanya senyawa tersebut diduga merupakan komponen minor yang tidak diidentifikasi dengan Spektroskopi Massa.

Beberapa komponen asap cair dilaporkan memiliki aktivitas fungsional. Bortolomeazzi dkk. (2007) menyatakan bahwa urutan komponen dalam asap cair yang memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri adalah: dihidroksi-benzen > 2,6-dimetoksifenol > 2-metoksifenol.

Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa senyawa dihidroksi benzena tidak terdapat pada asap cair asli maupun asap cair hasil redistilasi dan hasil penyerapan dengan karbon aktif. Senyawa 2,6-dimetoksifenol hanya terdapat pada asap cair asli, sedangkan senyawa 2-metoksifenol terdapat pada asap cair sabut kelapa yang asli dan asap cair hasil redistilasi. Dari tabel 5 juga diketahui bahwa senyawa 2-metoksifenol yang terdapat pada asap cair redistilasi mempunyai konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan pada asap cair asli. Dengan demikian, diduga hal tersebut menyebabkan asap cair hasil redistilasi mempunyai aktivitas antibakteri yang lebih baik dari asap cair aslinya pada konsentrasi 100 dan 50 %.

Tabel 5. Perbandingan komposisi dan konsentrasi komponen utama penyusun asap cair sabut kelapa

Waktu retensi puncak	Asap cair asli		Asap cair hasil distilasi		Asap cair karbon aktif		Identitas senyawa
	Luas area	Konsentrasi (%)	Luas area	Konsentrasi (%)	Luas area	Konsentrasi (%)	
2.255	1010221	0,0424	1107010	0,0440	757053	0,0301	Etilen glikol
2.341	956199	0,0380	875047	0,0348	1006352	0,0400	aseton
2.500	1499891	0,2319	1139700	0,0453	1415910	0,0563	Asam asetat
2.707	5822257	0,0769	4916628	0,1958			Asam asetat
2.750			1615452	0,0643			Asam oksalat
3.090	17199161	0,6850	18054822	0,7191	4967202	0,1978	Asam asetat
3.250	268001	0,0106	394476	0,0157	669810	0,0266	pirazin
3.305	2192087	0,0873	2134098	0,0850			1-hidroksil-2-propanon
4.465	1362457	0,0542	3674946	0,1463			Furfural
6.643	1066274	0,04246	353093	0,0140			Dihidro furanon
7.900	18362314	0,73136	44200419	1,7604			Fenol
9.150	258867	0,01031					sikloetena
9.578	366221	0,01458	998068	0,0397			2-metil fenol
10.058	1200223	0,04780	2107602	0,0394			2-metoksi fenol
12.470	353872	0,01409	537838	0,0214			2-metoksi-4-metil fenol
14.002	118173	0,00470	111816	0,0044			2,5-dimetoksitoluen
15.200	363175	0,01446					2,6-dimetoksi fenol

KESIMPULAN

Teknik redistilasi dapat meningkatkan kualitas asap cair sabut kelapa yang dibuat dengan metode pembakaran non pirolisis. Asap cair hasil redistilasi memiliki aktivitas anti-

bakteri terhadap *Salmonella choleraeaeus*, *Bacillus subtilus* dan *Staphylococcus aureus* yang lebih tinggi dibandingkan dengan asap cair asli/tanpa redistilasi. Hal tersebut dikarenakan kandungan senyawa 2-metoksifenol pada asap cair hasil redistilasi yang lebih tinggi dari asap cair asli.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terima kasih kepada Direktur DP2M DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui proyek Hibah Bersaing.

DAFTAR PUSTAKA

- Bortolomeazzi, R., Nerina Sebastianutto, Rosanna Toniolo, dan Andrea Pizzariello. (2007). Comparative evaluation of the antioxidant capacity of smoke flavouring phenols by crocin bleaching inhibition, DPPH radical scavenging and oxidation potential. *Food Chemistry* **100**: 1481-1489.
- Braithwaite, M., S.F. Van Vuuren, dan A.M. Viljoen. (2008). Validation of smoke inhalation therapy to treat microbial infections. *Journal of Ethnopharmacology* **119**: 501-506.
- Fatimah, F. (1998). Analisis Komponen-Komponen Penyusun Asap cair Tempurung Kelapa. *Thesis*. PPS UGM Yogyakarta.
- Girard, J.P. (1992). *Smoking in Technology of Meat and Meat Product*. Ellis Horwood. New York.
- Gonulalan, Z., A. Kose, dan H. Yetim. (2004). Effect of liquid smoke on quality characteristics of Turkish standard smoked beef tongue. *Meat Science* **66**: 165-170.
- Guillén, M.D., M.J. Manzanos. (2002). Study of the volatile composition of an aqueous oak smoke preparation. *Food Chemistry* **79**: 283-292.
- Jäger, K., M.E. Light, dan J. Van Staden. (1996). Effect of source of plant material and temperature on the production of smoke extracts that promote germination of light-sensitive lettuce seeds. *Environmental and Experimental Botany* **36**: 421-429.
- Kažimírová, A, A. Jablonická. (1994). Evaluation of potential mutagenic effect of the liquid smoke preparation UTP in vivo: cytogenetic analysis of mouse bone marrow. *Mutation Research Letters* **323**: 89-92.
- Kamiya, M., Akira Toriba, Yu Onoda, Ryoichi Kizu, dan Kazuichi Hayakawa. (2005). Evaluation of estrogenic activities of hydroxylated polycyclic aromatic hydrocarbons in cigarette smoke condensate. *Food and Chemical Toxicology* **43**: 1017-1027.
- Martinez, O., J. Salmerón, M.D. Guillén, dan C. Casas. (2007). Textural and physicochemical changes in salmon (*Salmo salar*) treated with commercial liquid smoke flavourings. *Food Chemistry* **100**: 498-503.
- Martinez, O., Jesús Salmerón, María D. Guillén, dan Carmen Casas. (2010). Effect of freezing on physicochemical, textural and sensorial characteristics of salmon (*Salmo salar*) smoked with a liquid smoke flavouring. *Food Science and Technology* **43**: 910-918.
- Mountney, G.J., dan W.A.Gould. (1998). *Practical Food Microbiology and Technology*. 3rdEd. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- Peszczola, D.E. (199). Tour highlights production and uses of somke based flavor. *Food Technology* **49**: 70-74.
- Putnam, P., D. W. Bombick, J.T. Avalos, dan D.J. Doolittle. (1999). Comparison of the cytotoxic and mutagenic potential of liquid smoke food flavouring, cigarette smoke condensate and wood smoke condensate. *Food and Chemical Toxicology* **37**: 1113-1118K.
- Simon, R., José Ángel Gómez-Ruiz, dan Thomas Wenzl. (2010). Results of an European inter-laboratory comparison study on determination of the 15 + 1 EU priority polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in liquid smoke condensates. *Food Chemistry* **123**: 819-826.
- Suñen, E., Carol Aristimuño, dan Belen Fernandez-Galian. (2003). Activity of smoke wood condensates against *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged, cold-smoked rainbow trout stored at 4 °C. *Food Research International* **36**: 111-116.
- Tranggono, Suhardi dan A.H.Setiadji. (1997). *Produksi Asap Cair Beberapa Jenis Kayu dan Penggunaannya pada Pengolahan Beberapa Bahan Makanan Indonesia, Laporan Akhir Riset Unggulan Terpadu*, Kementerian Riset dan Teknologi Jakarta
- Visciano, P., M. Perugini, F. Conte, dan M. Amorena. (2008) Polycyclic aromatic hydrocarbons in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed smoke flavourings. *Food and Chemical Toxicology* **46**: 1409-1413.