Pengaruh Suhu dan Waktu distilasi Terhadap Komposisi Kimia Asap Cair Dari Kulit Durian

Widiya*, Idral, Zultiniar****

*Alumni Teknik Kimia Universitas Riau **Dosen Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
risqha_doank@yahoo.com
2013

ABSTRACT

Purification of liquid smoke is very important for the safety of liquid smoke for preservative food. Distillation was done reduces carsinogenic compound such as tar and benzo(a)pyrene and determined 1st, 2nd, 3th grade of smoke liquid. The research was done using distillation process, with temperature and time variable. The results of GCMS analysis indicated no detected tar and benzo(a)pyrene. Maximum temperature to get of liquid smoke 1st grade at 125^oC with distillation time was 30 minutes. At this condition value of acid, carbonyl and phenol were 20.53%, 27.05% and 0%
Keywords: *Pyrolysis, Distillation, Liquid Smoke*

I. PENDAHULUAN

Durian merupakan buah berpotensial tinggi karena seluruh bagiannya bisa dimanfaatkan. Potensi durian di Indonesia amat besar yang telah ditanam hampir di seluruh Indonesia dan hasil perkebunan durian terus meningkat. Pada tahun 2007-2011, produksi buah durian di Indonesia menurut Badan Pusat Statistik terus meningkat yang tersebar diseluruh pelosok Tanah Air. Di provinsi Riau sendiri, hasil durian pada tahun 2010-2012 terus mengalami peningkatan berturut-turut 2374 ton, 11.787 ton dan 13.250 ton.

Tabel 1.1 Produksi buah durian di Indonesia

Tahun	Produksi durian (ton/tahun)
2007	594.842
2008	682.323
2009	797.798
2010	492.139
2011	883.969
2012*	834.011

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2013)
*Data sementara

Dengan banyaknya hasil perkebunan durian yang meningkat tiap tahunnya, maka limbah kulit durian pun meningkat. Buah durian memiliki bobot total terdiri dari tiga bagian. Bagian pertama, daging buah sekitar 20-35 %; kedua, biji sekitar 5–15 %; sisanya berupa bobot kulit yang mencapai 60-75 % dari bobot total buah, maka sampah buah durian lebih besar berasal dari kulitnya (Untung, 2003). Saat ini sampah kulit durian tersebut dibiarkan menumpuk, membusuk lalu dibakar yang nantinya berdampak negatif bagi kesehatan dan kelestarian lingkungan.

Untuk mengatasi peningkatan produksi sampah karena keterbatasan lahan tempat pembuangan akhir (TPA), maka upaya pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dikembangkan untuk mengolah sampah dari durian seperti kulit dan biji durian dapat diolah menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Kulit durian merupakan biomassa yang mengandung hemiselulosa, selulosa dan lignin. Salah satu cara untuk mengolah biomassa yaitu dengan cara pirolisis. Selain dengan pirolisis, biomassa juga dapat diproses dengan pembakaran langsung dan gasifikasi. Tapi jika dibandingkan dengan pembakaran langsung dan gasifikasi, produk yang lebih banyak dihasilkan dari pirolisis.

Tabel 1.2 Perbandingan Produk dari Konversi Biomassa secara Termokimia

Proses	Liquid	Arang	Gas
Pirolisis	75%	12%	13%
Pembakaran Langsung	30%	35%	35%
Gasifikasi	5%	10%	85%

Sumber : (Innovative Natural Resource Solutions LLC, 2004)

Asap hasil pirolisis kulit durian dapat dimanfaatkan menjadi asap cair. Proses pirolisis menghasilkan asap cair, tar dan gas-gas yang tak terembunkan. Asap cair yang dihasilkan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi jika dibandingkan dengan asap yang dibuang ke atmosfir. Asap cair diperoleh dari pengembunan asap hasil penguraian senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam kulit durian sewaktu proses pirolisis. Selama pirolisis akan terbentuk berbagai macam senyawa. Senyawa-senyawa yang terdapat di dalam asap dikelompokkan menjadi beberapa golongan yaitu, fenol, karbonil (terutama keton dan aldehid), asam furan, alkohol dan ester, lakton, hidrokarbon alifatik, dan hidrokarbon polisiklis aromatis (Darmadji, 2002).

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan ternyata asap cair bisa digunakan sebagai bahan pengawet alami. Pelzar *and* Chan (1995) menyatakan senyawa yang mendukung sifat antibakteri dari asap cair adalah senyawa fenol dan asam. Senyawa asam lebih kuat menghambat pertumbuhan bakteri daripada senyawa fenol. Senyawa fenol memberikan aroma spesifik yang diinginkan pada produk asapan. Senyawa lainnya seperti karbonil, lakton dan furan diperlukan agar flavor karakteristik asap muncul. Furfural dan asetofenon juga memberikan peranan penting yaitu membantu mengurangi flavor dari senyawa fenol. Gabungan ketiga senyawa asam, fenol dan karbonil yang membuat kualitas asap cair meningkat.

Asap cair juga mengandung senyawa berbahaya yaitu tar dan senyawa benzopiren yang bersifat toksik, karsinogenik, mutagenik dan sitigenik serta menyebabkan kerusakan asam amino essensial dari protein dan vitamin. Dari 100 lebih senyawa PAH yang telah diketahui, hanya 16 jenis senyawa yang dinyatakan sebagai polutan utama. Salah satu dari 16 senyawa yang dinyatakan sebagai polutan utama ini adalah benzo(a)pyrene yang dilaporkan sebagai senyawa karsinogenik yang paling berbahaya. Oleh karena itu, dalam penggunaannya asap cair harus dimurnikan terlebih dahulu (Darmadji, 2002). Distilasi merupakan salah satu cara pemurnian terhadap asap cair, yaitu proses pemisahan kembali suatu larutan berdasarkan perbedaan titik didihnya. Menurut darmadji (2002), distilasi asap cair dapat dilakukan dari suhu 100^{o}C hingga 150^{o}C.

Bahan baku seperti tempurung kelapa, serabut kelapa, kulit durian dan sebagainya memiliki komponen kimia yang berbeda-beda. Komponen-komponen tersebut juga akan menghasilkan komponen-komponen kimia yang berbeda sebagai hasil dari proses pirolisis. Pada proses pemurnian, perbedaan suhu dan waktu distilasi juga akan mempengaruhi komposisi kimia dari asap cair tersebut. Berdasarkan hal itu, penelitian ini membahas tentang pengaruh suhu dan waktu distilasi terhadap komposisi kimia asap cair dari kulit durian yang dihasilkan.

Berbagai bahan baku telah digunakan untuk pembuatan asap cair antara lain menggunakan kulit biji jambu mente dan sabut kelapa (Tsamba; dkk, 2006), tempurung kelapa (Darmadji, 2002), sampah organik (Gani, 2007), tempurung dan sabut kelapa (Luditama, 2006). Bahan baku tersebut mengandung cukup kadar hemiselulosa, selulosa dan lignin. Pada penelitian tersebut terungkap adanya hubungan antara jenis bahan baku dan komposisi senyawa pada produk asap cair. Senyawa-senyawa hasil pirolisis serbuk kayu jati antara lain mengandung *p-guaiakol, 2 metoksi 4 propenil fenol, 2 metoksi 4 metil fenol, 3,4,5 trimetoksi toluena dan 1,3 dimetoksi siringol* (Fatimah, 2005), yang merupakan

komponen penyusun biofuel. Sedangkan senyawa dominan hasil pirolisis kayu sugi dan kayu akasia terdiri dari *asam asetat dan vanilin* (Kartal; dkk, 2004), dan dari sampah organik adalah γ-*butirolakton* dan *2 hidroksi 3 metil 2 siklopentena-1-on* (Gani 2007).

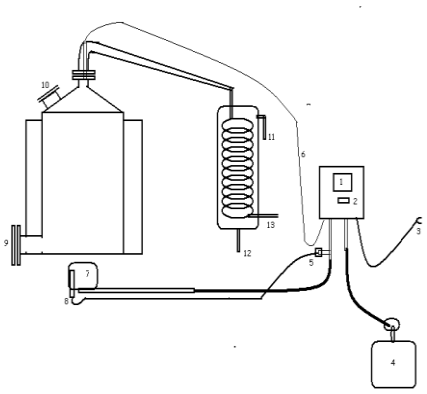
Berbagai senyawa dengan komposisi yang beragam dapat diperoleh dari proses pirolisis, selain itu jenis bahan baku beserta kondisi operasi pirolisis diperkirakan juga berpengaruh terhadap komposisi senyawa yang dihasilkan (Wijaya; dkk, 2008). Menurut Maga (1998) pada suhu pirolisis sampai 170^{o}C terjadi pengeringan dan penghilangan kadar air, pada suhu 200-260^{o}C terjadi dekomposisi hemiselulosa, pada suhu 260-310^{o}C terjadi dekomposisi selulosa, 310-500^{o}C terjadi dekomposisi lignin dan diatas suhu 500^{o}C terjadi reaksi *secondary* seperti reaksi oksidasi, polimerisasi serta kondensasi. Kualitas dari asap cair juga ditentukan oleh kemurnian dari senyawa-senyawa yang terkandung didalamnya, terutama fenol dan asam-asam organik dan karbonil. Oleh karena itu, proses pemurnian perlu dilakukan untuk memisahkan kedua senyawa tersebut sehingga dihasilkan asap cair dengan kualitas yang tinggi. Selama ini, proses pemurnian yang dilakukan pada asap cair hanya sebatas menghilangkan kandungan tar dengan cara mengendapkannya selama 24 jam. Cara tersebut tidak mampu memisahkan senyawa fenol dan asam organik. Menurut penelitian Luditama (2006), perbedaan suhu distilasi mampu menghilangkan senyawa PAH seperti benzopyren yang memiliki titik didih tinggi 495^{o}C dan menghasilkan kadar fenol dan asam yang berbeda serta menghasilkan asap cair dengan *grade* yang berbeda. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh suhu dan waktu distilasi terhadap komposisi kimia asap cair dari kulit durian. Dengan adanya perbedaan komposisi kimia bisa ditentukan *grade* masing-masing asap cair hasil distilasi dan dapat ditentukan suhu maksimal untuk menghasilkan asap cair dengan komposisi terbaik pada waktu yang minimum sehingga dapat memperkecil biaya produksi dan pemakaian alat.

Penelitian ini menggunakan kulit durian sebagai bahan baku pembuatan asap cair dan suhu pirolisis dipilih dengan range 300-350^{o}C. Range suhu ini dipilih karena komponen hemiselulosa, selulosa dan lignin terdekomposisi membentuk senyawa-senyawa asam organik dan fenol. Distilasi bertujuan untuk menghilangkan senyawa PAH seperti benzopiren yang bersifat karsinogenik. Suhu distilasi dipilih 125, 150, 175 dan 200 ^{o}C serta waktu distilasi yaitu 30, 60 dan 90 menit. Suhu 125^{o}C dipilih untuk menghilangkan kandungan air, asam organik dan suhu 150-200^{o}C dipilih untuk memisahkan komponen senyawa fenol. Permasalahan dapat dirumuskan yaitu peningkatan mutu asap cair dari masing-masing sampel yang diindikasikan dengan perubahan suhu dan waktu distilasi sehingga dapat dicari suhu dan waktu terbaik pada proses distilasi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Alat yang digunakan

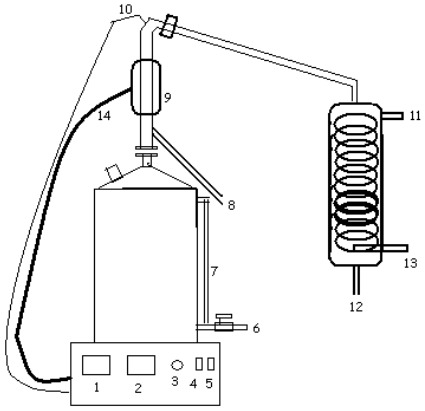
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat pirolisis dan distilasi. Seperti pada gambar 2.1 dan 2.2.



Gambar 2.1 Alat Pirolisis

Keterangan :

1. Kontrol suhu
2. Tombol kontrol suhu
3. Kabel listrik 220 V
4. Tabung LPG
5. Kapiler Pengapian
6. Kabel termokopel
7. Pembakar
8. Pemantik
9. Tempat keluar arang/residu
10. Tempat masuk bahan baku
11. Air pendingin
12. Air pendingin
13. Produk (asap cair)



Gambar 2.2 Alat Distilasi

Keterangan :

1. Kontrol suhu kolom
2. Kontrol suhu distilator
3. Sekering 10 A
4. Tombol kolom
5. Tombol distilator
6. Kran buang
7. Gelas penduga
8. Produk berat
9. Pemanas Kolom
10. Kabel termokopel
11. Pipa air keluar
12. Pipa air masuk
13. Produk ringan (Distilat)
14. Kabel pemanas colom

Bahan yang digunakan

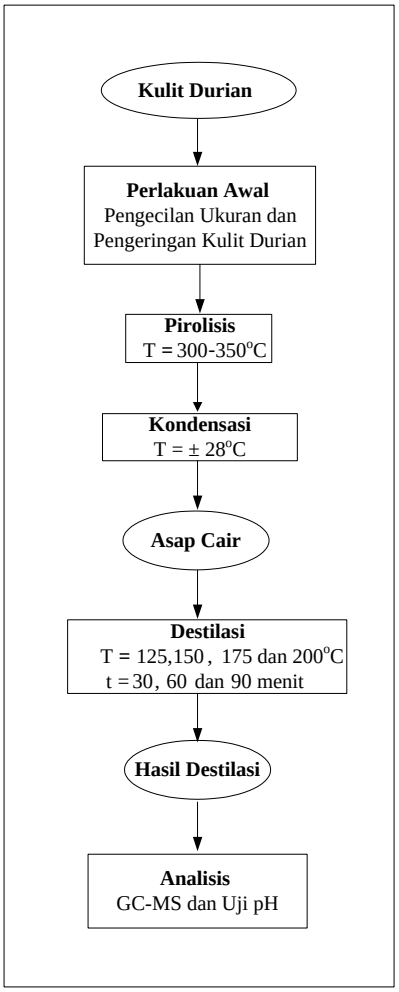
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit durian.

Variabel yang digunakan

Variasi pada penelitian ini ada dua yaitu variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap adalah suhu pirolisis 300-350oC, bahan baku pirolisis 2.5 Kg dan umpan masuk distilasi 1000 mL. Variabel berubah adalah variasi suhu yaitu 125, 150, 175 dan 200^{o}C dan variasi waktu 30, 60 dan 90 menit.

Prosedur Penelitian

Tahap-tahap penelitian terdiri dari perlakuan awal bahan baku, proses pirolisis, proses distilasi dan analisa GCMS dan pH dapat dilihat pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2.3 Diagram Alir Penelitian

a. Perlakuan awal

Pengecilan ukuran kulit durian dengan merajang secara manual dengan menggunakan parang yang bertujuan untuk memperbesar luas permukaan kontak untuk menghomogenkan reaksi pirolisis. Ukuran kulit durian diseragamkan sebesar 3-5 cm. Potongan kulit durian yang telah dikecilkan dikeringkan dengan

menggunakan *tray dryer* pada suhu 75ºC selama 4 jam.

b. Proses Pirolisis

Proses pirolisis dilakukan pada reaktor pirolisis dengan suhu 300-350ºC. Proses pirolisis dihentikan apabila asap yang dihasilkan tidak lagi keluar.

c. Kondensasi Asap

Proses perubahan asap yang dihasilkan dengan proses pirolisis dilakukan dengan mengkondensasi asap pada alat kondensor sehingga dihasilkan asap cair dengan menggunakan air pendingin suhu ± 28ºC secara kontinu.

d. Distilasi Asap cair

Proses distilasi dilakukan pada suhu 125, 150, 175 dan 200ºC selama 30, 60 dan 90 menit. Data yang diambil berupa perubahan suhu destilator dari yang di set dan volume asap cair yang di hasilkan. Selanjutnya dilakukan analisis GC-MS dan pH untuk menentukan suhu dan waktu distilasi terbaik berdasargkan *grade*.

e. Analisa GC-MS dan pH

Umumnya, identifikasi hasil pirolisis dilakukan menggunakan gas kromatografi-spektra massa/ *Gas Chromatography-Mass Spectra* (GC-MS). Intrepetasi data GC-MS dilakukan dengan mengelompokkan puncak-puncak kromatogram yang berubah pada variasi proses. Senyawa dikelompokkan berdasarkan banyaknya C dalam senyawa dan pola perubahan konsentrasi pada perubahan temperatur; dalam hal ini senyawa mengalami pemecahan rantai karbon pada kenaikan temperatur atau senyawa mengalami kenaikan prosentase pada kenaikan temperatur. Untuk mengetahui nilai pH asap cair yang dihasilkan, maka pada penelitian ini dilakukan penetapan pH menggunakan pH meter digital *Waterproof* Hanna dengan cara mencelupkan elektroda ke dalam aquades terlebih dahulu, lalu dilap dengan *tissue*. Selanjutnya elektroda di masukkan ke dalam contoh asap cair. Dicatat nilai pH yang muncul dilayar digit.

III. HASIL DAN PEMBAHSAN

3.1 Komposisi Kimia Asap Cair dari Kulit Durian Hasil Pirolisis

Komposisi kimia asap cair dari kulit durian di analisa dengan GCMS untuk mengetahui kualitas dan kuantitas senyawa-senyawa yang terdapat dalam asap cair. Pada tabel 4.1 ditampilkan senyawa hasil pirolisis.

Tabel 3.1 Komposisi kimia asap cair hasil pirolisis

No	Komponen	Area (%) Hasil Pirolisis
	Senyawa Asam	
1	Asam asetat	54.17
	Senyawa Keton dan Aldehid	
2	Hidroksi Aseton	7.59
3	1-Hidroksi-2-Butananon	1.79
4	Siklopentenon	0.66
5	2-Metil-2-Siklopentenon	0.2
6	Aseton	0.65
7	3-etil-2-hidroksi-2-siklopentenon	0.57
8	3 etoksi butanal	5.7
9	Butirolakton	4.69
	Senyawa Furan dan Piran	
10	Butirolakton	3.45
11	Furfural	2.2
12	1.2-sikloheksanedion	2.17
13	Asetilfuran	0.35
14	Tetrahidro-2-furanmentanol	0.49
	Senyawa Fenol dan Turunannya	
15	2,6 dimetoksi fenol (Siringol)	1.15
16	Fenol	1.38
	Senyawa Alkohol	
17	*Oxiranemethanol*	6.71
18	2,3 Pentanediol	1.38
19	3-methyl-3-oktanol	0.87
	Senyawa Nitrogen	
20	Piridin	0.37
	Senyawa Ester	
21	2-hidroksietil asetat	0.31
22	Metil asetat	0.45
23	Asetol asetat	2.72
Total		100.00

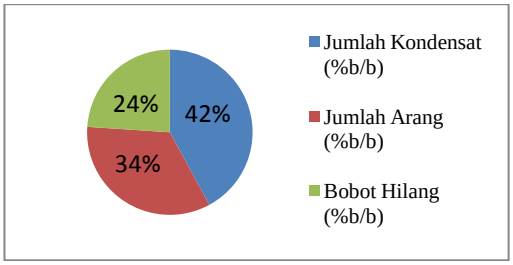
Dari hasil pirolisis diperoleh 23 komponen yang terdiri dari 1 komponen golongan asam, 8 komponen dari golongan keton dan aldehid, 5 komponen dari

golongan furan dan piran, 2 komponen dari golongan fenol, 3 komponen dari golongan alkohol, 1 komponen dari golongan nitrogen dan 3 komponen dari golongan ester. Hasil yang didapat pada penelitian ini, berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Luditama (2006). Pada penelitian ini, komponen yang paling banyak terdapat dalam asap cair dari kulit durian adalah asam asetat sebesar 54.17 %. Sedangkan pada penelitian Luditama (2006) komponen yang paling banyak terdapat dalam asap cair tempurung kelapa dan sabut kelapa pada suhu pirolisis 300^{o}C adalah fenol sebesar 34.45% dan 44.1%. Adanya perbedaan komposisi kimia dalam asap cair disebabkan karena adanya perbedaan bahan baku yang digunakan.

Perbedaan bahan baku yang digunakan menunjukkan perbedaan komposisi kimia yang terkandung didalamnya. Asam asetat diperoleh dari dekomposisi selulosa, hemiselulosa dan pati sedangkan fenol diperoleh dari dekomposisi lignin. Didalam kulit durian komponen yang paling banyak adalah selulosa, pati dan hemiselulosa sekitar 30 % (Dewati; dkk. 2011). Sedangkan komponen yang paling banyak dalam tempurung kelapa dan sabut kelapa adalah lignin yang masing-masing sebesar 33.3% (Luditama. 2006) dan 29.4% (Ihsan; dkk. 2013).

Hasil analisa menunjukkan bahwa senyawa-senyawa *Policyclyc Aromatic Hydrokarbon* (PAH) termasuk *benzopyrene* tidak ditemukan pada asap cair ini. Tidak ditemukannya senyawa-senyawa PAH pada asap cair ini disebabkan karena senyawa tersebut belum terbentuk pada proses pirolisis kulit durian yang dilakukan pada suhu di bawah 400^{o}C. Faktor yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan senyawa PAH adalah suhu pirolisis (Guillen; dkk, 2000). Penggunaan suhu pirolisis antara 300-400^{o}C dapat menurunkan kandungan PAH dalam asap cair hingga 10 kali lipat (Stolyhwo, 2005).

Dalam penelitian ini juga dihitung banyaknya kondensat dan juga arang. Banyaknya kondensat yang diperoleh dihitung dengan membandingkan antara bobot kondensat yang diperoleh dengan bahan baku yang dibakar. Banyaknya arang dihitung dengan membandingkan antara bobot arang hasil pirolisis dengan bobot awal bahan yang dibakar.



Gambar 3.1 Diagram perbandingan jumlah kondensat, jumlah arang dan bobot yang hilang

Jumlah kondensat yang diperoleh adalah sebesar 42.05% dan jumlah arang sebesar 34%. Pada produksi asap cair dari kulit durian ini juga mengalami kehilangan bobot (*loss*) sebesar 23.95%. Hasil ini tidak jauh berbeda dari penelitian luditama (2006) pirolisis tempurung kelapa pada suhu 300^{o}C yaitu sebesar 23.48%. Bobot yang hilang ini dapat berupa gas yang tidak terkondensasi dan langsung menguap setelah melewati kondensor dan gas-gas yang menguap diantara sambungan pipa yang bocor. Selain itu, kehilangan bobot juga bisa terjadi karena kerak yang tertinggal didalam alat pembakaran dan pendinginan selama proses pirolisis dan kondensasi berlangsung.

Gambar 3.2 Asap Cair Hasil Pirolisis

3.2 Pengaruh Suhu Distilasi Terhadap Komposisi Kimia Asap Cair dari Kulit Durian

Distilasi merupakan proses pemisahan berdasarkan perbedaan titik didih dari komponen-komponen yang akan dipisahkan, pemekatan larutan dan juga pemurnian komponen cair. Komposisi kimia asap cair dari kulit durian di analisa dengan GCMS untuk mengetahui kualitas dan kuantitas senyawa-senyawa yang terdapat dalam asap cair. Pada tabel 3.2 ditampilkan senyawa hasil distilasi.

Tabel 3.2 Komposisi Kimia Asap Cair Hasil Distilasi

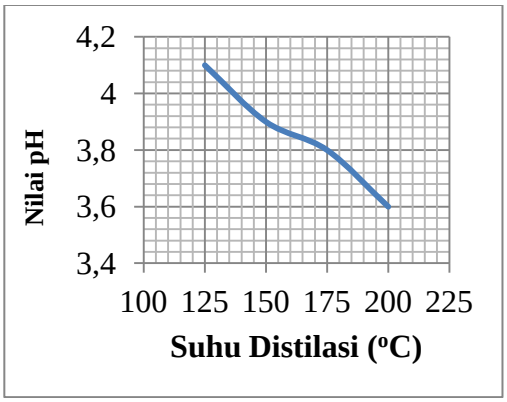
No	Komponen	Area (%)			
		Hasil Distilasi Pada T (^oC)			
		125	150	175	200
	Senyawa Asam				
1	Asam asetat	55.1	28.03	62.8	70.55
	Senyawa Keton dan Aldehid				
2	Hidroksi Aseton	6.8	4.29	8.99	10.97
3	1-Hidroksi-2-Butananon	1.63	1.48	1.76	2.28
4	Siklopentenon	2.09			
5	2-Metil-2-Siklopentenon		1.63		
6	Aseton				
7	2,3 Pentanedion		4.55		6.68
	Senyawa Furan dan Piran				
8	Butirolakton	1.44		1.19	1.28
9	Furfural	5.49		7.09	
10	1,2-sikloheksanedion				
11	Asetilfuran	1.74	1.67	2.47	
	Senyawa Fenol dan Turunannya				
12	2,6 dimetoksi fenol (Siringol)				
13	Fenol	2.06	1.34	2.72	2.11
	Senyawa Alkohol				
14	*Oxiranemethanol*				
15	Metanol	9.49	36.09	2.18	
16	2,3 Pentanediol				
	Senyawa Nitrogen				
17	Piridin	1.58			
	Senyawa Ester				
18	Metil asetat		4.55		
19	Asetol asetat	1.44		3.26	
Total		87.42	83.63	89.2	93.87

Proses Distilasi didahului dengan penguapan senyawa cair dengan pemanasan dilanjutkan dengan pengembunan uap yang terbentuk dan ditampung dalam wadah yang terpisah untuk mendapatkan distilat. Distilasi pada asap cair dilakukan untuk memisahkan zat aktif pada asap cair dalam hal ini fenol, asam-asam organik dan juga karbonil sehingga didapatkan asap cair yang memiliki sifat pengawetan yang tinggi dan terhindar dari senyawa karsinogenik

seperti PAH dan tar. Proses distilasi juga dilakukan untuk menentukan kualitas asap cair grade 1, 2 dan 3 berdasarkan komposisi kimia yang terkandung.

Pada suhu 125^{o}C empat senyawa yang dominan adalah metanol (36.09%), asam asetat (28.03%), 2,3-pentanedion (4.55%) dan metil asetat (4.55%). Pada suhu distilisi yang diset 125^{o}C suhu mengalami naik dan turun selama kurang lebih satu menit dari suhu yang diset. Naik turun suhu tersebut membentuk sebuah range yaitu 106-134^{o}C. Pada suhu 150^{o}C empat senyawa yang dominan adalah asam asetat (55.1%), metanol (9.49%), hidroksi aseton (6.8%). dan furfural (5.49%). Pada suhu distilisi yang diset 150^{o}C. suhu mengalami naik dan turun selama kurang lebih satu menit dari suhu yang diset. Naik turun suhu tersebut membentuk sebuah range yaitu 143-157^{o}C. Pada suhu 175^{o}C empat senyawa yang dominan adalah asam asetat (62.8%), hidroksi aseton (8.99%), furfural (7.09%) dan asetol asetat (3.26%). Pada suhu distilisi yang diset 175^{o}C. suhu mengalami naik dan turun selama kurang lebih satu menit dari suhu yang diset. Naik turun suhu tersebut membentuk sebuah range yaitu 165-178^{o}C

Pada suhu 200^{o}C empat senyawa yang dominan adalah asam asetat (70.55%), hidroksi aseton (10.97%), 2,3-pentanedion (6.68%) dan 1-hidroksi-butanon (2.28%). Pada suhu distilisi yang diset 200^{o}C. suhu mengalami naik dan turun selama kurang lebih satu menit dari suhu yang diset. Naik turun suhu tersebut membentuk sebuah range yaitu 188-200^{o}C. Suhu maksimal yang bisa dicapai alat distilasi adalah 200^{o}C.



Gambar 3.3 Nilai pH versus suhu distilasi

Dari hasil distilasi pada tabel 3.2 dapat dilihat bahwa senyawa yang paling dominan adalah asam asetat. Kadar asam asetat bertambah dengan adanya peningkatan suhu distilasi. Hal ini juga dibuktikan dari analisa pH dimana nilai pH semakin kecil dengan peningkatan titik didih. Nilai pH pada suhu 125, 150, 175 dan 200^{o}C berturut-turut adalah 4.1. 3.9. 3.8 dan 3.6. Pada suhu 125^{o}C pH masih tinggi dikarena kan pada suhu tersebut masih mengandung banyak air. Pada suhu 200^{o}C menunjukkan nilai pH yang sangat kecil karena kadar asam asetat yang terkandung sangat tinggi.

Senyawa yang mendukung sifat antibakteri dalam asap cair adalah adanya senyawa asam dan fenol. Senyawa asam lebih kuat menghambat pertumbuhan bakteri dari pada senyawa fenol, tetapi kombinasi keduanya akan meningkatkan kualitas asap cair (Darmadji, 2009). Fenol merupakan senyawa yang paling bertanggung jawab pada pembentukan aroma spesifik yang diinginkan pada produk asapan, terutama fenol dengan titik didih medium seperti guaiakol (2-metoksi fenol), eugenol dan siringol (Guillen. 1996). Sedangkan senyawa furfural dan asetofenon memunculkan aroma *sugary* dan *flowery* yang menyenangkan dan membantu mengurangi flavor dari senyawa fenol. Senyawa karbonil yang memiliki bau karamel seperti senyawa-senyawa keton, aldehid, ester dan lain-lain juga memegang peranan penting dalam asap cair (Kim; dkk. 1972). Senyawa karbonil, lakton dan furan memberikan flavor agar karakteristik asap muncul. Selain itu ada senyawa lain yang berperan menghambat pertumbuhan bakteri yaitu senyawa piridin dan derivatnya serta senyawa pirolignin (Darmadji, 2009).

Kualitas asap cair dibagi menjadi 3 *grade* yaitu *grade* 1, *grade* 2 dan *grade* 3.

Grade pertama adalah asap cair yang digunakan untuk pengawet makanan seperti bakso, tempe, mie, tahu dan lain-lain. *Grade* kedua adalah asap cair yang digunakan sebagai pengganti formalin seperti pengawet ikan dan daging. *Grade* ketiga adalah asap cair yang digunakan untuk pengawet kayu dan karet (Sholeh, 2009). Menurut Food and Agriculture Organization of the United nations (FAO) komposisi asap cair dalam makanan meliputi total asam karbonil (keton dan aldehid) dan fenol berturut-turut adalah (2-20%), (2-25%) dan (0.1-16%). Mengacu pada FAO, maka ditentukan *grade* asap cair hasil distilasi seperti pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Penentuan *grade* 1, 2 dan 3 pada variasi suhu distilasi

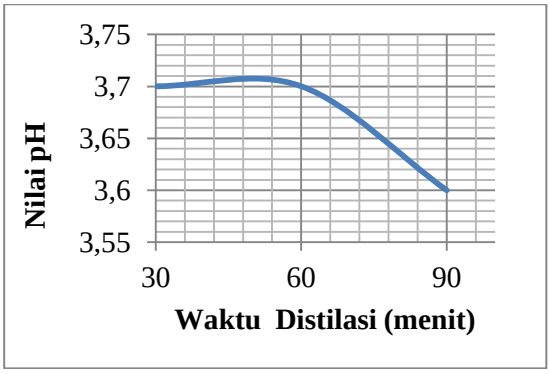
Grade	Suhu Distilasi (^oC)	Asam (% Area)	Karbonil (% Area)	Fenol (% Area)
1	125	28.03	11.95	1.34
2	150	55.1	10.52	2.06
3	200 dan 175	62.8 -70.55	10.75-19.93	1.41 – 1.69

Gambar 3.4 Asap Cair Hasil Distilasi

3.3 Pengaruh Waktu Distilasi Terhadap Komposisi Kimia Asap Cair dari Kulit Durian

Dari hasil distilasi variasi suhu, ditentukan bahwa suhu terbaik untuk menghasilkan asap cair grade 1 adalah suhu 125^{o}C. Selanjutnya dilakukan variasi waktu untuk menentukan pengaruh waktu terhadap komposisi kimia asap cair dan menentukan waktu minimum untuk mendapatkan asap cair *grade* 1. Dari hasil GCMS diperoleh 21 komponen dominan dalam asap cair.

Pada waktu distilasi 30 menit, empat senyawa dominan adalah asam asetat (20.53%), Etenol (32.61%), butirolakton (12.51%) dan furfural (6.59%). Pada waktu distilasi 60 menit, empat senyawa dominan adalah asam asetat (41.91%), etenol (18.8%), furfural (5.29%) dan 1-hidroksi-2-propanon. Pada waktu distilasi 90 menit empat senyawa yang dominan adalah asam asetat (54.60%), *oxiranomethanol* (12.52%), 1-hidroksi-2-propanon (6.42%) dan siklopentanon (5.29%). Hasil GCMS dapat dilihat pada tabel 3.4.



Gambar 3.5 Nilai pH versus waktu distilasi

Dari tiga variasi waktu distilasi senyawa yang paling dominan adalah asam asetat. Kadar asam asetat meningkat dengan semakin bertambahnya waktu distilasi. Hal ini juga sesuai dengan nilai pH yang ditunjukkan dimana nilai pH semakin kecil dengan bertambahnya waktu distilasi. Nilai pH masing-masing untuk waktu distilasi 30, 60 dan 90 menit berturut-turut adalah 3.7. 3.7 dan 3.6. Mengacu pada FAO, maka ditentukan *grade* asap cair hasil distilasi seperti pada tabel 3.5.

Tabel 3.4 Komposisi kimia asap cair hasil distilasi dengan variasi waktu

No	Komponen	Area (%)		
		Hasil Distilasi Pada t (menit)		
		30	60	90
	Senyawa Asam			
1	Asam asetat	20.53	41.91	54.6
	Senyawa Keton dan Aldehid			
2	Aseton	6.05	1.29	
3	1-Hidroksi-2-Propanon	2.05	5.05	6.42
4	1-hidroksi-2-butanon	3.51	1.97	1.02
5	2-butanon			2.54
6	Siklopentanon	1.68	4.57	5.29
7	2-Metil-2-Siklopentenon	1.25		
8	2-pentanon		4.52	
9	Butirolakton	12.51		1.32
	Senyawa Furan dan Piran			
10	Furfural	6.59	5.29	3.77
11	2,3-pentanedion	1.83	1.61	
12	Asetilfuran	1.13	1.91	1.69
	Senyawa Fenol dan Turunannya			
13	2,6 dimetoksi fenol (Siringol)			
14	Fenol			
15	3-metil fenol			1.69
16	2-metoksi fenol (Guaiakol)		1.41	
	Senyawa Ester			
17	Metil asetat	2.07		1.03
18	Asetol asetat	2.24	3.02	2.57
	Senyawa Metanol			
19	2,3 Pentanediol			
20	Etenol	32.61	18.8	
21	*Oxiranemethanol*			12.52
Total		94.05	91.35	94.46

Tabel 3.5 Penentuan *grade* 1, 2 dan 3 pada variasi suhu distilasi

Grade	Waktu Distilasi (menit)	Asam (% Area)	Karbonil (% Area)	Fenol (% Area)
1	30	20.53	27.05	0
2	60 dan 90	41.91 - 54.6	16.59 - 17.4	2.06 - 2.72

IV KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

1. Salah satu cara untuk memanfaatkan limbah kulit durian adalah dengan menghasilkan asap cair dari hasil pirolisis.
2. Komponen terbanyak dari asap cair hasil pirolisis kulit durian adalah asam asetat sebesar 54.17 %

3. Jumlah kondensat, jumlah arang dan bobot yang hilang pada proses pirolisis berturut-turut sebesar 42.05 %, 34 % dan 23.95 %.
4. Asap cair hasil distilasi menghasilkan asap cair grade 1 pada suhu 125^{o}C, grade 2 pada suhu 150^{o}C dan grade 3 pada suhu 200^{o}C
5. Suhu maksimum untuk menghasilkan asap cair grade 1 adalah 125^{o}C dengan waktu minimum yang dibutuhkan selama 30 menit. Kadar asam, karbonil dan fenol yang diperoleh 20.53 % , 27.05 % dan 0 %

4.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pemisahan asap cair dengan cara selain distilasi, misalnya berdasarkan kelarutan dengan cara ekstraksi, berdasarkan pergerakan molekunya dengan kromatografi kolom.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang fungsional asap cair dari kulit durian dalam mengawetkan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT dan shalawat kepada Rasulullah S.A.W. Terima kasih kepada bapak Dr. Idral Amri.,MT dan ibu Dra. Zultiniar M.Si selaku pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis selama penelitian ini. Terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama ini. Terima kasih kepada para sahabat dan rekan tim penelitian serta rekan-rekan Teknik Kimia Angkatan 2009 yang telah banyak membantu penulis dalam skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

Afif, Muhammad. 2007. "Pembuatan Jenang dengan Tepung Biji Durian*"*. Jurusan Teknologi Jasa dan Produksi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Badan Pusat Statistik. 2011. Produksi Buah-buahan Menurut Provinsi (Ton), 2011. http://www.bps.go.id diakses pada 7 November 2012

Balai Penelitian Sembawa. 2002. Asap Cair Ramah Lingkungan Percepat pengolahan Karet Ribbed Smoked Sheet (RSS), Palembang.

Budiani, A., Riza, A., Putranto., Minarsih, H., Fitranti, N., Santoso, D., 2009. "Kloning gen penyandi -1,6-glukanase kapang secara cepat dengan teknik RT-PCR menggunakan primer spesifik". *Balai Peneltian Bioteknologi* Perkebunan Indonesia, Bogor.

Darmadji, P., 1999. Sifat Antioksidatif Asap Cair Hasil Redistilasi Selama Penyimpanan. Prosiding Seminar Nasional Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.

Darmadji, P. 2002. Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metode Redistilasi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gajah Mada. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan 8(3);267-171.

Darmadji, P. 2009. Teknologi Asap Cair dan Aplikasinya Pada Pangan dan Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gajah Mada.

Dewati, Retno; dkk. 2013. Karakteristik Reaksi Hidrolisa Kulit Durian Menjadi Glukosa dengan Katalisator HCl Pada Tangki Berpengaduk. FTI-UNPV. Jawa Timur.

Fatimah I, Jaka N. 2005. Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan *Principal Component Analysis*, Jurnal Ilmu Dasar *Vol. 6 No. 1, 2005 : 41-47*

FAO. 2001. Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org.

Gani A. 2007. Konversi Sampah Organik Pasar Menjadi Komarasca (Kompos, arang aktif dan asap cair) dan Aplikasinya pada Tanaman Daun Dewa. Disertasi Program Doktor. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Geankoplis, C. J. 1983. Transport Processes and Unit Operations, 2nd ed. Allyn and Bacon, Inc., Boston.

Girrard, J.P., 1992. Technology of Meat and Meat Products, Ellis Horwood, New York.

Guillen, Md dan M.I. Ibargoita, (1996). Relationship between the maximum temperature reached in the smoke generation process from Vitis viniera L Shoot sawdust and composition of the aquaeus smoke flavoring preparation obtained. *J. Agric. Food. Chem*. 44:1302-1307

Guillen, M.D., P. Sopelana and M.A. Partearroyo. 2000. Polycyclic aromatic hydrocarbons in liquid smoke flavorings obtained from different types of wood, effect of storage in polyethylene flasks on their concentrations. J Agric Food Chem 48: 5083-6087.

Harahap, Henri Saputra. 2011. Rancang Bangun Alat Pirolisis Untuk Pembuatan Asap Cair DenganMemanfaatkan Limbah Tempurung Kelapa. Fakultas Pertanian. Sumatra Utara.

Holleman, H. F. 1903. A Text Book of Organic Chemistry. John Wiley & Sons, New York.

Innovative Natural Resource Solutions LLC. 2004. http : // inrsllc.com diakses pada september 2013

Kim, K., Kuruta, T., and Fujimaki, M., (1972), "Identification of Flavor Costituens in Carbonyl, Non-Carbonyl, Neutral, and Basic Fractions of Aqueous Smoke Condensates", *Agric. Biol. Chem.* 38 (1):53-64.

Kartal SN, Imamura Y, Tsuchiya F, Ohsato K. 2004. Preliminary evaluation of Fungicidal and Termiticidal activity of Filtrates from Biomassa Sharry Fuel Production. Journal Bioresouce Technology Volume 95 issue. pp : 41-47.

Latifah, Siti. 2008. Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak Untuk Produksi Bioetanol Dari Hasil Samping Industri Gula, Skripsi, Departemen Teknik Kimia FT UR. Panam.

Luditama, Chandra. 2006. Isolasi Dan Pemurnian Asap Cair Berbahan Dasar Tempurung Dan Sabut Kelapa Secara Pirolisis Dan Distilasi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Maga JA. 1988. Smoke in Food Processing, CRC Press-Inc Boca Rotan Florida. 1-3; 113 -138

Mc Donald, P; dkk. 2002. Animal Nutrition 6th Edition. Longman, London and New york. 543 pp.

Othmer, Kirk, 1998, *Encyclopedia of Chemical Technology*, John Willey & Son, Inc. New York.

Pavia, Donald L., Gary M. Lampman, George S. Kritz, Randall G. Engel (2006). Introduction to Organic Laboratory Techniques (4th Ed.). Thomson Brooks/Cole. pp. 797–817.

Pelzar *and* Chan. 1995. Dasar-Dasar Mikrobiologi . UI Press. Jakarta.

Pranata, J., 2008. Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair sebagai Pengawet Makanan Alami. Teknik Kimia Universitas Malikussaleh Lhokseumawe.

Pszczola, D.E. 1995. Tour Higlights Production and Uses of Smoke

Base Flavors. Food Tech. (49): 70-74.

Sholeh, Awal. 2009. Asap Cair. http: // awalsholeh. blogspot. com/2009/06/ asap-cair.html diakses pada september 2013.

Stolyhwo, A. and Z.E. Sikorski . 2005. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish- a critical review. Food Chem 91: 303-311.

Tahir, I. 1992. Pengambilan Asap Cair Secara Destilasi Kering pada Proses Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa. FMIPA. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Tillman, Allen D; dkk. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Universitas Gadjah Mada. Press-Yogyakarta.

Tsamba AJ, Yang W, Blasiak W. 2006. Pyrolysis characteristics and global kinetics of cococnut and P:523-530 www. Elsevier.com.

Untung, O. 2003. Durian untuk Kebun Komersial dan Hobi. PT Penebar Swadaya. Jakarta.

Widyastuti, Sri; dkk. 2012. Optimasi Proses Pembuatan Asap Cair dari Tempurung Kelapa Sebagai Pengawet Makanan dan Prospek Ekonomisnya. Fakultas Teknologi Pertanian dan Agrobisnis (FATEPA). Universitas Mataram.

Wijaya, M; dkk. 2008. Perubahan Suhu Pirolisis Terhadap Struktur Kimia Asap Cair dari Serbuk Gergaji Kayu Pinus. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan 1(2): 73-77 (2008)

Zahro, L.M., & Istiorini, M. 2010. Penyiapan Bahan Baku Dalam Proses Fase Fakultas Teknik. Universitas Dipenogoro. Semarang.