

Rancang Bangun Alat Pirolisis Sederhana dengan Redestilator untuk Pembuatan Asap Cair dari Tempurung Kelapa

Ika Yuliyani, Sapto Prayogo

Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
i.yuliyani@gmail.com

ABSTRAK

Asap cair atau *smoke liquid* merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan uap hasil pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan yang banyak mengandung karbon serta senyawa-senyawa lain. Asap cair dapat memiliki fungsi penghambat perkembangan bakteri dan aman sebagai pengawet alami, hal ini karena di dalam distilat asap terkandung senyawa: phenolat, karbonil, dan asam. Sifat antioksidan dan antimikroba terutama diperoleh dari senyawa-senyawa phenol yang merupakan salah satu komponen aktif dalam asap cair. Asap cair dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan diantaranya sebagai bahan pengawet makanan. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain, membuat dan menguji alat penghasil asap cair yaitu reaktor pirolisis dengan redestilator sederhana dan mampu menghasilkan asap cair yang berkualitas yang aman untuk pengawet makanan dengan kandungan phenol dan asam yang tinggi. Dari penelitian dihasilkan alat pirolisis sederhana dengan redestilator mempunyai kapasitas 6 kg dan mampu menghasilkan asap cair berkualitas dengan mutu grade 2 yang aman untuk makanan. Pada pengujian dengan bahan 3 kg mampu memproduksi asap sebanyak 1375 mL selama 3-4 jam. Kandungan phenol dan asam dalam asap cair diketahui sebanyak 4,24 % dan 13,1 %. Temperatur reaktor 400-450 °C adalah temperatur yang baik untuk memproduksi asap cair dengan kandungan phenol dan asam yang baik.

Kata Kunci

Asap cair, Pirolisis, Redestilator, Phenol

1. PENDAHULUAN

Asap cair atau *smoke liquid* merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan uap hasil pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan yang banyak mengandung karbon serta senyawa-senyawa lain. Bahan baku yang digunakan biasanya adalah tempurung kelapa, bonggol jagung, kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu dan lain sebagainya.

Pada proses produksi kandungan senyawa-senyawa dalam asap cair, dipengaruhi oleh kondisi pembakaran seperti tekanan, suhu pembakaran dan lamanya waktu pembakaran. Asap cair mengandung kelompok senyawa asam dan turunannya, seperti alkohol, aldehyd, hidrokarbon, keton, fenol, dan piridin. Senyawa-senyawa ini tidak sepenuhnya sesuai dengan penggunaan asap cair sebagai antimikroba, antioksidan, bioinsektisida dan penggunaan lainnya.

Kualitas asap cair ditentukan oleh kemurnian senyawa-senyawa yang terkandung di dalamnya, khususnya phenol dan asam organik. Oleh karena itu untuk menghasilkan asap cair berkualitas tinggi dan aman untuk digunakan pada makanan diperlukan proses pemurnian. Proses pemurnian untuk memisahkan senyawa-senyawa tersebut sehingga didapatkan komponen asap cair yang diinginkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asap Cair

Asap cair merupakan suatu campuran larutan dan disperse koloid dari uap asap kayu dalam air yang diperoleh dari hasil pirolisa kayu (Putnam 1999). Asap diproduksi dengan cara pembakaran yang tidak sempurna yang melibatkan reaksi dekomposisi konstituen polimer menjadi senyawa organik dengan berat molekul rendah karena pengaruh panas yang meliputi reaksi oksidasi, polimerasi, dan kondensasi (Girard 1992).

Menurut Tranggono et al. (1996) asap cair tempurung kelapa memiliki 7 macam komponen dominan, yaitu phenol, 3-metil-1,2-siklopentadion, 2-mektosiphenol, 2-mektosi-4-metilphenol, 4-etil-2-metoksiphenol, 2,6-dimektosiphenol, dan 2,5-dimektosi benzil alkohol yang semuanya larut dalam eter.

Phenol merupakan zat aktif yang dapat memberikan efek antibakteri dan antimikroba pada asap cair. Selain itu, phenol juga dapat memberikan efek antioksidan kepada bahan makanan yang akan diawetkan.

2.2 Kualitas Asap Cair

Kualitas dari asap Cair dibedakan atas penggunaannya. Ada 3 jenis kualitas asap cair yang dinamakan grade asap cair, yaitu sebagai berikut :

- Asap cair grade 3 yaitu warna coklat gelap, rasa asam kuat, aroma asap kuat, digunakan untuk penggumpal karet pengganti asam semut, penyamakan kulit, pengganti antiseptik untuk kain, menghilangkan jamur dan mengurangi bakteri pathogen. Tidak dapat digunakan untuk pengawet makanan, karena masih banyak mengandung tar yang karsinogenik.
- Asap cair grade 2 yaitu warna kecoklatan transparan, rasa asam sedang, aroma asap lemah, digunakan untuk makanan dengan taste asap (daging asap, bakso, mie, tahu, ikan kering, telur asap, bumbu-bumbu barbaque, ikan asap/bandeng asap). Asap cair digunakan untuk pengawet makanan sebagai pengganti formalin, rasa asam sedang, aroma asap lemah.
- Asap cair grade 1 digunakan sebagai pengawet makanan seperti bakso, mie, tahu, bumbu-bumbu barbaque, berwarna bening, rasa sedikit asam, aroma netral, merupakan asap cair yang paling bagus kualitasnya dan tidak mengandung senyawa yang berbahaya lagi untuk diaplikasikan untuk produk makanan.

2.3 Pemurnian asap cair dengan Redestilasi

Proses destilasi merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan komponen-komponen yang ada di dalam suatu larutan atau cairan, yang tergantung pada distribusi komponen-komponen tersebut antara fase uap dan fase cair. Semua komponen-komponen ini terdapat dalam kedua fase tersebut. Fase uap terbentuk dari fase cair melalui penguapan pada titik didihnya (Geankoplis, 1983). Distilasi asap cair dilakukan untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan dan berbahaya, seperti poliaromatik hidrokarbon (PAH) dan tar, dengan cara pengaturan suhu didih sehingga diharapkan didapat asap cair yang jernih, bebas ter dan benzopiren (Darmaji, 2002). Senyawa utama yang terkandung di dalam tar yang merupakan hasil dari suatu proses distilasi adalah senyawa phenol yang terdapat dalam jumlah yang sedikit terutama terdiri dari senyawa piridin dan quinolin (Holleman, 1903).

2.4 Pirolisis

Pirolisis adalah proses pemanasan suatu zat tanpa adanya oksigen sehingga terjadi penguraian komponen-komponen penyusun kayu keras. Istilah lain dari pirolisis adalah penguraian yang tidak teratur dari bahan-bahan organik yang disebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar.

Menurut Kamaruddin *et al.*(1999) dalam pirolisis terdapat dua tingkatan proses, yaitu pirolisis primer dan pirolisis sekunder. Pirolisis primer adalah pirolisis yang terjadi pada

bahan baku dan berlangsung pada suhu kurang dari 600 °C, hasil penguraian yang utama adalah karbon (arang).

Pirolisis sekunder yaitu pirolisis yang terjadi atas partikel dan gas/uap hasil pirolisis primer dan berlangsung diatas suhu 600 °C. hasil pirolisis pada suhu ini adalah karbonmonoksida (CO), hydrogen (H₂), dan hidrokarbon.

Reaktor Pirolisis adalah alat pengurai senyawa-senyawa organik yang dilakukan dengan proses pemanasan tanpa berhubungan langsung dengan udara luar dengan suhu 300-600 °C. Reaktor pirolisis dilapisi oleh isolator seperti bata dan tanah untuk menghindari panas keluar berlebihan, serta memakai bahan bakar minyak atau gas sumber panasnya. Proses pirolisis menghasilkan zat dalam tiga bentuk yaitu padat, gas dan cairan (Buckingham, 2010).

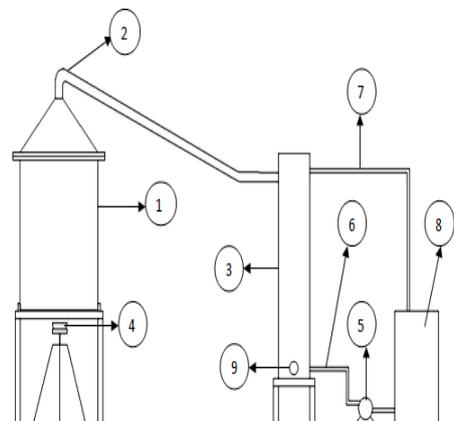
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Lab. Pembangkit Tenaga Termal Jurusan Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung. Waktu kegiatan penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Juni 2012- Januari 2013.

Metode penelitian yang digunakan merupakan metode rekayasa, dengan langkah pertama studi literature, dilanjutkan dengan perancangan bentuk, pembuatan, dan pengujian alat dengan pengamatan parameter ukur serta pengujian kualitas uapnya.

3.1 Rancangan dan Pembuatan Alat

Rancangan alat penghasil asap cair ditentukan dari kapasitas reaktor pirolisis yang diinginkan, yaitu mempunyai kapasitas 6 kg dengan tipe pirolisis primer lambat (200-400 °C). Rancangan atau desain alat dilakukan menggunakan metode perhitungan kapasitas reaktor pirolisis. Desain dari alat penghasil asap cair dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1: Rancangan sistem penghasil asap cair

Keterangan gambar :

1. Reaktor pirolisis,
2. Pipa penghubung antara tungku pirolisator dan kondensor,
3. Tabung kondensor,
4. Burner,
5. Pompa air,
6. Pipa sirkulasi air masuk kondensor,
7. Pipa sirkulasi air keluaran kondensor,
8. Bejana penampungan air untuk pendingin kondensor,
9. Katup pengeluaran asap cair.

Pembuatan alat dilaksanakan sesuai dengan hasil perancangan dan dilaksanakan di Lab. Teknik Konversi Energi Polban. Hasil pembuatan alat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Sistem Pirolisis sederhana dengan redestilator.

4. PENGUJIAN ALAT

Pengujian alat dilakukan dengan menggunakan 2 metode pengujian, yaitu:

1. Pengujian tanpa menggunakan proses redestilasi
2. Pengujian dengan menggunakan proses redestilasi.

Pengujian dilaksanakan sesuai dengan prosedur pengujian. Adapun parameter yang diamati dari pengujian adalah Kapasitas efektif alat dilakukan dengan menghitung banyaknya asap cair yang dihasilkan (liter) tiap satuan waktu yang dibutuhkan selama proses pembakaran (jam). Temperatur pembakaran dan pengambilan sample untuk analisis kimia untuk mengetahui kandungan phenol dan kadar asam dari asap cair.

Hasil pengujian alat diperoleh data sebagai berikut:

- a. Pengujian produksi asap cair dari alat pirolisis tanpa redestilasi. Pengujian dilakukan dengan pengaturan temperatur pada reaktor pirolisis, yaitu pada temperatur 200-500°C. Pengujian menggunakan bahan tempurung kelapa yang sudah dikeringkan, masing-masing setiap pengujian sebanyak 3 kg dan waktu pembakaran

berlangsung sekitar 3-4 jam. Dari hasil pengujian alat diperoleh asap cair dengan warna coklat gelap.

Tabel 1: Produksi asap cair alat pirolisis tanpa redestilasi

Suhu Pirolisis (°C)	Total Fenol (%)
200-250	0.92
250-300	2.56
300-400	3.24
450-500	4.82

- b. Pengujian produksi asap cair dengan redestilasi. Dalam pembuatan asap cair, distilasi bertujuan untuk memisahkan tar yang bersifat karsinogenik. Suhu yang dibutuhkan pada distilasi tidak setinggi pada pirolisis. Suhu sekitar 120°C–200°C. Distilasi sederhana dilakukan secara bertahap, sejumlah campuran dimasukkan ke dalam sebuah reaktor distilasi, dipanaskan bertahap dan dipertahankan selalu berada dalam tahap pendidihan kemudian uap yang terbentuk dikondensasikan dan ditampung dalam wadah. Hasil pengujian alat dengan redestilasi diperoleh asap cair dengan warna coklat transparan.



Gambar 3: Asap cair hasil pengujian

Tabel 2: Produksi asap cair pirolisis dengan redestilasi

Volume Asap Cair (ml) Pada Temperatur Pirolisis			
200-250(°C)	250-300(°C)	300-400(°C)	450-500(°C)
1200	1330	1370	1375

- c. Hasil pengujian dari laboratorium Teknik kimia untuk mengetahui kandungan phenol dan asam pada asap cair yang dihasilkan dari pengujian alat adalah sebagai berikut.

Tabel 3: Total fenol pada pengujian alat pirolisis tanpa redestilasi

Suhu Pirolisa (°C)	Volume awal asap cair (ml)	Volume destilat (ml)	Rendemen (%)
250-300	1360	710	50,71
300-400	1470	780	53,79

Tabel 4: Total Asam pada pengujian alat pirolisis tanpa redestilasi

Suhu Pirolisis (°C)	Total Asam (%)
200-250	13.12
250-300	13.30
300-400	13.34
450-500	13.33

Tabel 5: Total fenol dan total Asam pada pengujian dengan redestilasi

Suhu Pirolisis (°C)	Total Fenol (%)		Total Asam (%)	
	Awal	Redestilasi	Awal	Redestilasi
250-300	2.76	0.9	11.66	8.06
300-400	4.24	2	13.1	8.81

5. ANALISIS DATA

5.1 Kualitas Asap Cair

Hasil pengujian dari alat pirolisis sederhana yang sudah dibuat mampu memproduksi asap cair sebanyak 1200-1375 mL dari bahan baku tempurung kelapa sebanyak 3 kg. Dari data pengujian, diketahui bahwa produksi asap cair dipengaruhi oleh temperatur reaktor pirolisis. Untuk mendapatkan produksi asap cair yang baik maka sebaiknya dilakukan pada temperatur reaktor antara 400-450°C, karena pada temperatur tersebut diperoleh jumlah asap cair yang lebih banyak dibandingkan dengan pengaturan temperatur dibawah 400°C dan temperatur diatas 450°C.

Kualitas Asap cair yang dihasilkan pada pengujian alat tanpa redestilator diketahui memiliki mutu grade 3, karena dari hasil pengujian menghasilkan warna asap dengan warna coklat gelap dan memiliki rasa asam dan aroma asap yang kuat. Dari teori asap cair jenis ini tidak dapat digunakan untuk pengawet makanan, karena masih banyak mengandung tar yang karsinogenik. Sehingga tidak aman

diaplikasikan untuk pengasapan dan pengawet makanan, karenanya diperlukan proses lebih lanjut untuk meningkatkan mutu asap cair dari grade 3 menjadi grade 2 dan 1 yang aman diaplikasikan untuk makanan dengan tahap pengujian redestilasi.

Destilasi adalah suatu proses pemisahan suatu komponen dari suatu campuran dengan menggunakan dasar bahwa beberapa komponen dapat menguap lebih cepat daripada komponen yang lainnya. Ketika uap diproduksi dari campuran, uap tersebut lebih banyak berisi komponen-komponen yang bersifat lebih volatil, sehingga proses pemisahan komponen-komponen dari campuran dapat terjadi

Hasil pengujian alat dengan redestilasi diketahui kualitas asap cair yang dihasilkan memiliki mutu grade 2, karena dari hasil pengujian menghasilkan warna asap cair coklat transparan, dan volume asap cair berkurang sekitar 50 % dari kondisi awal. Hal ini disebabkan karena adanya rendeman. Adanya alat redestilasi pada alat pirolisis ini bertujuan untuk menaikkan kualitas asap cair sehingga dapat digunakan langsung untuk pengawet makanan.

Kandungan Fenol dan Asam

Kandungan total fenol dan total asam pada asap cair yang dihasilkan dari alat pirolisis diketahui bahwa asap cair tersebut memenuhi standar mutu dari asap cair. Karena nilai total fenol dan total asam berada pada range nilai yang diijinkan. Dari referensi standar mutu komposisi kimia asap cair tempurung kelapa adalah karbonil 13,28%, asam 11,39%, fenol 2,10-5,13%.

Senyawa fenol pada asap cair memiliki peranan dalam rasa dan aroma asap, selain itu senyawa fenol menunjukkan aktivitas antioksi dan memberikan sifat antioksidan terhadap fraksi minyak dalam produk asapan. Sedangkan kandungan asam pada asap cair juga sangat efektif dalam mematikan dan menghambat pertumbuhan mikroba pada produk makanan yaitu dengan cara senyawa asam ini menembus dinding sel mikroorganisme yang menyebabkan sel mikroorganisme menjadi lisis kemudian mati, dengan menurunnya jumlah bakteri dalam produk makanan maka kerusakan pangan oleh mikroorganisme dapat dihambat sehingga meningkatkan umur simpan produk pangan.

Keuntungan dan Kelemahan Asap Cair

Penggunaan asap cair pada makanan memberikan keuntungan dalam pemberian citarasa, kontrol hilangnya citarasa lebih mudah, dan dapat diaplikasikan pada berbagai jenis bahan pangan. Selain itu pemakaian produk asap cair dapat digunakan sebagai penghemat dalam pemakaian kayu bakar serta dapat mengurangi polusi lingkungan.

Selain itu keuntungan lain yang diperoleh dari asap cair, adalah sebagai berikut :

- **Keamanan Produk Asapan.**
Penggunaan asap cair yang diproses dengan baik dapat mengeliminasi komponen asap berbahaya yang berupa hidrokarbon polisiklis aromatis. Komponen ini tidak diharapkan karena beberapa di antaranya terbukti bersifat karsinogen pada dosis tinggi. Melalui pembakaran terkontrol, aging, dan teknik pengolahan yang semakin baik, tar dan fraksi minyak berat dapat dipisahkan sehingga produk asapan yang dihasilkan mendekati bebas PAH. Aktivitas Antioksidan dan adanya senyawa fenol dalam asap cair memberikan sifat antioksidan terhadap fraksi minyak dalam produk asapan. Dimana senyawa fenolat ini dapat berperan sebagai donor hidrogen dan efektif dalam jumlah sangat kecil untuk menghambat autooksidasi lemak.
- **Aktivitas Antibakterial**
Peran bakteriostatik dari asap cair semula hanya disebabkan karena adanya formaldehid saja tetapi aktivitas dari senyawa ini saja tidak cukup sebagai penyebab semua efek yang diamati. 30 kombinasi antara komponen fungsional fenol dan kandungan asamorganik yang cukup tinggi bekerja secara sinergis mencegah dan mengontrol pertumbuhan mikrobia. Kandungan kadar asam yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan mikrobia karena mikrobia hanya bisa tumbuh pada kadar asam yang rendah (Pszczola, 1995). Adanya fenol dengan titik didih tinggi dalam asap juga merupakan zat antibakteri yang tinggi.
- **Potensi pembentukan warna coklat**
Karbonil mempunyai efek terbesar pada terjadinya pembentukan warna coklat pada produk asapan. Jenis komponen karbonil yang paling berperan adalah aldehid glioksal dan metal glioksal sedangkan formaldehid dan hidroksiasetol memberikan peranan yang rendah. Fenol juga memberikan kontribusi pada pembentukan warna coklat pada produk yang diasap meskipun intensitasnya tidak sebesar karbonil.
- **Kemudahan dan variasi penggunaan**
Asap cair bisa digunakan dalam bentuk cairan, dalam fasa pelarut minyak dan bentuk serbuk sehingga memungkinkan penggunaan asap cair yang lebih luas dan mudah untuk berbagai produk.

Asap cair juga mengandung senyawa yang merugikan yaitu tar dan senyawa benzopiren yang bersifat toksik dan karsinogenik serta menyebabkan kerusakan asam amino esensial dari protein dan vitamin. Pengaruh ini disebabkan adanya sejumlah senyawa kimia di dalam asap cair yang dapat bereaksi dengan komponen bahan makanan. Upaya untuk memisahkan komponen berbahaya di dalam asap cair dapat dilakukan dengan cara redistilasi, yaitu proses pemisahan kembali suatu larutan berdasarkan titik didihnya. Redistilasi dilakukan untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan dan berbahaya sehingga

diperoleh asap cair yang jernih, bebas tar, poliaromatik hidrokarbon (PAH) dan benzopiren pendispers.

6. KESIMPULAN

Dari rancang bangun alat pirolisis sederhana dengan redestilator menggunakan bahan tempurung kelapa, maka didapat kesimpulan:

- Telah dihasilkan alat pirolisis sederhana dengan redestilator yang berfungsi menghasilkan asap cair, dengan kapasitas bahan tempurung kelapa 6 kg mampu menghasilkan asap cair dengan kualitas mutu grade 2.
- Pada pengujian alat pirolisis tanpa redestilator mampu menghasilkan asap cair dengan kualitas mutu grade 3.
- Temperatur reaktor 400-450 °C adalah temperatur yang baik untuk memproduksi asap cair dengan kandungan fenol dan asam yang baik.
- Kandungan fenol asap cair yang dihasilkan yaitu antara 0,92-4,82 %, sedangkan total asam 11,66-13,43 %.

ACKNOWLEDGEMENT

Penelitian ini didukung oleh Jurusan Teknik Konversi Politeknik Negeri Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Danarto, Y.C., 2008, Pirolisis Sekam Padi dengan Katalisator Zeolit, *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*, FMIPA-UNS Anonim. 1982. *Kelapa sebagai Bahan Baku Industri*. Badan Penelitian dan Pengembangan Industri: Jakarta.
- [2] Darmadji, P. 2002. *Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metoda Redistilasi*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan 13(3), 267-271.
- [3] Solichin, M. 2007. *Penggunaan Asap Cair Deorub dalam Pengolahan RSS*. Jurnal Penelitian Karet, Vol.25(1) : 1-12.
- [4] Tsai, W.T., Lee, M.K., and Chang, Y.M., 2007, Fast Pyrolysis of Rice Husk : Product Yields and Compositions, *Bioresource Technology*, 98, 22-28.
- [5] Gumanti, F. M. 2006. *Kajian Sistem Produksi Distilat Asap Tempurung Kelapa dan Pemanfaatannya sebagai Alternatif Bahan Pengawet Mie Basah*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [6] Bridgewater, A.V., 2005, Biomass Fast Pyrolysis, *Thermal Science*, 8(2), 21-49.
- [7] Pszczola, D. E. 1995. Tour Highlights Production and Uses of Smoke Base Flavors. *Food Tech.* (49): 70-74.
- [8] Hanendyo, C. 2005. *Kinerja Alat Ekstraksi Asap Cair dengan Sistem Kondensasi*. Skripsi. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [9] Gusmailina, G. Pari dan S. Komarayati. 2000. *Pengolahan Limbah Melalui Teknik Pemanfaatan Arang Untuk Membangun Kesuburan Lahan*. Prosiding Lokakarya Penelitian Hasil Hutan. PPHH

- Badan Penelitian dan Pengembangan Hutan Departemen Kehutanan. Bogor. Hal.: 249-258.
- [10] Anonim. 1993. *Konperensi Nasional Kelapa III*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri: Yogyakarta.
- [11] Asnawi, S. Dan S. N. Darwis. 1985. *Prospek Ekonomi Tanaman Kelapa dan Masalahnya di Indonesia*. Departemen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Penelitian Kelapa Manado, Manado.
- [12] Child, R. 1974. *Coconuts*. Longman Group. Second Edition. London.
- [13] Figueiredo, J. L. & Molujin, J. A. 1986. *Carbon and Coal Gasification*. Martinus Nijhoff Publishing. Lancaster.
- [14] Foale, M. 2003. *The Coconut Odyssey : The Bouteous Possibilities of The Tree of Life*. Canberra: Australian Centre for International Agriculture Research.
- [15] Hassler, W. 1974. *Activated Carbon : Industrial, Commercial and Environmental*. Chemical Publishing Co., Inc. New York.
- [16] Tranggono, dkk. 1996. *Identifikasi Asap cair dari berbagai jenis kayu dan tempurung kelapa*. J. ilmu dan Tek. Pangan. Vol. 1(2) : 15-24.