



## Sintesis Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya Untuk Adsorpsi Asap Cair

Feti Dwi Kurniati<sup>a</sup>, Pardoyo<sup>a</sup>, Suhartana<sup>a\*</sup>,

<sup>a</sup> Inorganic Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang

\* Corresponding author: [suhartana@live.undip.ac.id](mailto:suhartana@live.undip.ac.id)

### Article Info

**Keywords:**  
activated charcoal,  
liquid smoke,  
adsorption,  
phenolic  
compounds, acids,  
phosphoric acid,  
sodium chloride

**Kata kunci:**  
arang aktif, asap  
cair, adsorpsi,  
senyawa fenolat,  
asam, asam  
phospat, natrium  
klorida

### Abstract

The synthesis of activated charcoal using coconut shell base material has been conducted. This study aims were to synthesize activated charcoal from coconut shell, using activated charcoal to adsorb liquid smoke and determining the optimum adsorption conditions based on color, odor and quantity of phenolic and acid compounds. Activation of coconut shell charcoal was performed using phosphic acid and sodium chloride with a soaking time of 24 hours. Characterization of functional groups was performed using FTIR. Adsorption of liquid smoke was carried out with contact time of 7, 30 and 60 minutes. The analysis of the liquid smoke compound was carried out using GC-MS. The total content of phenol was analysed using UV-Vis spectrophotometer with Follin Ciocalteau method, while total acid content was analysed by titrimetric method. The results showed that activated charcoal was able to adsorb colour, odour and decreased the amount of phenolic and acid compounds. The best result for adsorption of liquid smoke was obtained from activated charcoal 3F (activated charcoal activated by  $H_3PO_4$  with adsorption for 60 minutes). Liquid smoke after adsorption was clear and had a stench that did not sting. The functional group analysis showed the presence of hydroxyl and carboxyl groups. GC-MS analysis displayed the loss of a number of compounds in liquid smoke after adsorption. The missing compounds were generally dominated by phenolic and acidic compounds. The highest decrease of phenolic compounds was 76.6% and the highest decrease was 58.2%.

### Abstrak

Sintesis arang aktif menggunakan bahan dasar tempurung kelapa telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan mensintesis arang aktif dari tempurung kelapa, menggunakan arang aktif untuk mengadsorpsi asap cair serta menentukan kondisi adsorpsi optimum berdasarkan warna, bau dan kuantitas senyawa fenolat dan asam. Aktivasi arang tempurung kelapa dilakukan menggunakan asam phospat dan natrium klorida dengan waktu perendaman 24 jam. Karakterisasi gugus fungsi dilakukan menggunakan FTIR. Adsorpsi asap cair dilakukan dengan waktu kontak 7, 30 dan 60 menit. Analisis senyawa penyusun asap cair dilakukan menggunakan GC-MS. Kadar total fenol dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan metode Follin Ciocalteau, sedangkan analisis kadar total asam menggunakan metode titrimetrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arang aktif mampu mengadsorpsi warna, bau dan menurunkan jumlah senyawa fenolat dan asam. Dan hasil terbaik untuk adsorpsi asap cair diperoleh dari arang aktif 3F (arang aktif yang diaktivasi oleh  $H_3PO_4$  dengan adsorpsi selama 60 menit). Asap cair setelah adsorpsi berwarna jernih dan mempunyai bau yang tidak menyengat. Analisis gugus fungsi menunjukkan adanya gugus hidroksil dan karboksil. Analisis GC-MS menunjukkan kehilangan sejumlah senyawa pada asap cair setelah diadsorpsi. Senyawa-senyawa yang hilang umumnya didominasi oleh senyawa fenolat dan asam. Penurunan tertinggi terhadap senyawa fenolat sebesar 76,6% dan penurunan tertinggi terhadap asam sebesar 58,2%.

## 1. Pendahuluan

Produksi buah kelapa Indonesia rata-rata 15,5 milyar butir/tahun atau setara dengan 3,02 juta ton kopra, 3,75 juta ton air, 0,75 juta ton tempurung kelapa, 1,8 juta ton serat sabut dan 3,3 juta ton debu sabut. Tempurung kelapa potensi sebagai bahan baku dari arang aktif, di mana mempunyai daya adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap.

Arang aktif dapat dibuat melalui dua tahap, yaitu tahap karbonasi dan aktivasi. Karbonasi merupakan proses pengarangan dalam ruangan tanpa adanya oksigen dan bahan kimia lainnya, sedangkan aktivasi diperlukan untuk mengubah hasil karbonisasi menjadi adsorben yang memiliki luas permukaan yang besar [1]. Aktivasi adalah perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika atau kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi.

Aktivasi dibagi menjadi dua yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Aktivasi fisika dapat didefinisikan sebagai proses memperluas pori dari arang aktif dengan bantuan panas, uap dan gas CO<sub>2</sub>. Sedangkan aktivasi kimia merupakan aktivasi dengan pemakaian bahan kimia yang dinamakan aktivator. Aktivator yang sering digunakan adalah hidroksida logam alkali, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya ZnCl<sub>2</sub>, asam-asam anorganik seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

Pengasapan merupakan salah satu teknik proses pengolahan bahan makanan yang telah dikenal secara luas sejak zaman dahulu. Penggunaan asap pada proses pengasapan produk kemudian beralih pada asap cair (*liquid smoke*) yang dibuat dengan mengkondensasikan asap. Penggunaan asap cair dapat memberikan efek yang sama dengan proses pengasapan secara tradisional karena pada asap cair juga terkandung komponen-komponen yang memiliki sifat fungsional sebagai pembentuk cita rasa, antimikrobia, dan antioksidan seperti yang terkandung dalam asap [2].

Menurut Pszczola [3], penggunaan asap cair memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan pengasapan tradisional, antara lain flavor yang dihasilkan lebih konsisten dan dapat diatur intensitasnya sesuai yang diinginkan, dapat digunakan secara luas pada bahan pangan, dapat difraksionasi untuk memperoleh flavor asap yang lebih intensif dan menghilangkan senyawa-senyawa yang berbahaya bagi kesehatan seperti benzopiren, serta mengurangi polusi udara.

Namun, asap cair masih mempunyai penampilan yang belum jernih dan warna coklat yang masih pekat. Pada aplikasi terhadap produk tertentu diinginkan asap cair yang jernih sehingga tidak mempengaruhi warna produk. Oleh karena itu, perlu dilakukan penjernihan dengan cara adsorpsi. Proses adsorpsi ini dimaksudkan untuk memucatkan warna, mengurangi intensitas bau, serta meningkatkan kejernihan.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis arang aktif dari tempurung kelapa dan aplikasinya dalam mengadsorpsi asap cair. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis arang aktif dari tempurung kelapa, menentukan aplikasi arang aktif untuk mengadsorpsi asap cair, dan untuk menentukan optimasi adsorpsinya berdasarkan warna, bau dan kuantitas senyawa fenolat dan asam. Arang aktif hasil sintesis digunakan untuk mengadsorpsi asap cair dan proses adsorpsi menggunakan waktu kontak 7 menit, 30 menit dan 60 menit. Untuk karakterisasi arang aktif dilakukan dengan spektrofotometer FTIR dengan tujuan untuk menganalisis gugus fungsi yang ada. Dan untuk analisis senyawa yang ada pada asap cair baik sebelum diadsorpsi ataupun setelah diadsorpsi dianalisis dengan menggunakan GC-MS. Sedangkan untuk mengetahui kadar total fenol digunakan analisis dengan spektrofotometer UV-Vis dengan metode Follin Ciocalteu, dan untuk kadar total asam menggunakan metode titrimetri.

## 2. Metodologi

### Pembuatan Asap Cair

Asap cair tempurung kelapa diperoleh dari pirolisis tempurung kelapa pada suhu 400°C [4]. Redistilat asap cair diperoleh dari destilasi asap cair pada suhu 98°C.

### Pembuatan Arang Aktif

Sebanyak 50 gram arang tempurung yang lolos 60 mesh masing-masing direndam dalam 100 mL H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 4% dan NaCl 4% selama 24 jam. Kemudian campuran tersebut disaring dan dicuci dengan akuades. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu sekitar 110°C selama 2 jam. Setelah itu didinginkan dalam desikator. Lalu difurnace selama 2,5 jam pada suhu 400°C.

### Adsorpsi Redistilat Asap Cair

Redistilat asap cair tempurung kelapa dilewatkan melalui adsorben arang aktif dalam kolom. Adsorben dikemas dalam masing-masing kolom sebanyak 5 gram. Redistilat asap cair dilewatkan setetes demi setetes ke adsorben dengan laju alir 3 ml/menit dengan pemvariasian waktu kontak 7, 30 dan 60 menit. Hasil adsorpsi ditampung dalam botol vial. Perlakuan ini dilakukan baik untuk arang aktif yang diaktivasi dengan NaCl ataupun H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

Asap cair hasil adsorpsi dari masing-masing kolom kemudian dilakukan beberapa pengujian, di antaranya: (i) analisis Fenol dengan Metode Follin (ii) analisis asam dengan Metode Titrimetri (SNI 06-2422-1991) (iii) analisis oleh GC-MS

### Operasi Gas Kromatografi Spektrofometri Massa

Dalam penelitian ini kolom yang digunakan adalah HP 5 (5% phenyl methyl silicone) dengan panjang kolom 30 m dengan diameter 0,25 mm dan suhu awal kolom 70°C dan kenaikan suhunya 5°C sampai suhu akhir mencapai 290°C. Sampel (asap cair) diinjeksikan sebanyak 1µL pada suhu injektor 290°C, setelah senyawa-senyawa dalam sampel menguap maka akan

dibawa oleh gas helium dan akan dideteksi oleh detektor dengan jenis detektor MS.

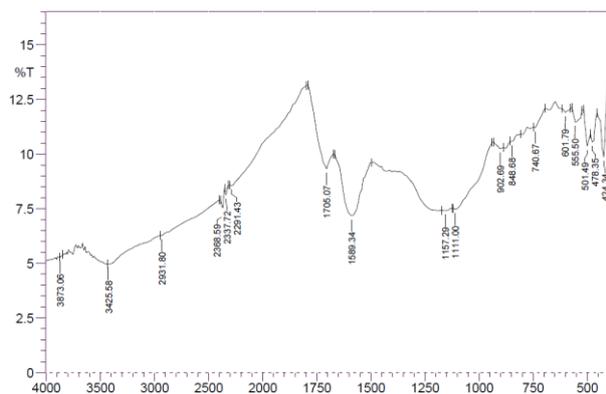
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Tahap Aktivasi Arang Tempurung Kelapa

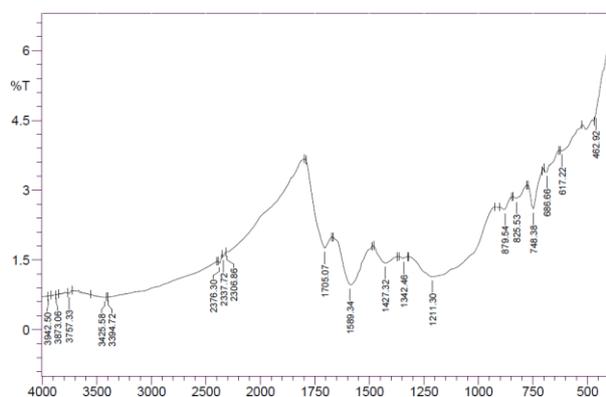
Proses aktivasi merupakan hal yang penting dalam pembuatan arang aktif. melalui proses aktivasi arang akan memiliki daya adsorpsi yang semakin meningkat, karena arang hasil karbonasi biasanya masih mengandung zat yang masih menutupi pori-pori permukaan arang. Zat yang menutupi pori dihilangkan menggunakan aktivator NaCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Pada saat perendaman larutan NaCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> akan teradsorpsi oleh arang yang akan melarutkan tar dan mineral anorganik. Hilangnya zat tersebut dari permukaan arang aktif akan menyebabkan semakin besar pori dari arang aktif [5]. Besarnya pori arang aktif berakibat meningkatnya luas permukaan arang aktif. Hal ini akan meningkatkan kemampuan adsorpsi dari arang aktif.

#### Karakterisasi Arang Tempurung Kelapa

Arang tempurung kelapa sebelum dan sesudah diaktivasi dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR. Karakterisasi ini bertujuan untuk menganalisis gugus fungsi yang ada pada arang tempurung kelapa sebelum dan sesudah aktivasi.



Gambar 1. Spektra FTIR Arang Tempurung Kelapa



Gambar 2. Spektra FTIR Arang Tempurung Kelapa

#### Aktivasi Asam Phospat

Dari spektra FTIR arang tempurung kelapa menginformasikan adanya pita serapan pada bilangan gelombang 3425,58 cm<sup>-1</sup> muncul vibrasi ulur pada gugus

O-H. Vibrasi ini didukung pada serapan 1157,29 – 1111,00 cm<sup>-1</sup> yang merupakan vibrasi C-O. Pada bilangan gelombang 1589,34 cm<sup>-1</sup> terdapat vibrasi C=C. Pada Gambar IV.2 spektra arang tempurung kelapa aktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> muncul serapan pada bilangan gelombang 1211,30 cm<sup>-1</sup> yang merupakan vibrasi dari fospat. Selain gugus hidroksil pada spektra ini muncul gugus karboksil yaitu munculnya serapan C=O (karbonil) pada bilangan gelombang 1705,07 cm<sup>-1</sup> yang diperkuat oleh vibrasi ulur pada gugus O-H di bilangan gelombang 3425,58 – 3384,72 cm<sup>-1</sup>. Gugus yang aktif pada arang tempurung kelapa yang sudah diaktivasi yaitu gugus hidroksil dan gugus karboksil yang akan berpengaruh pada adsorben arang aktif ini ketika digunakan untuk proses adsorpsi.

#### Perbandingan Total Fenol Redistilat Asap Cair dengan Sisa Adsorpsi Menggunakan Metode Kolom

Pengujian kadar total fenol pada setiap hasil sisa adsorpsi dilakukan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 753 nm. Di bawah ini pada Tabel IV.1 bisa dipaparkan kadar total fenol untuk redistilat asap cair sebelum diadsorpsi ataupun setelah diadsorpsi menggunakan arang aktif yang diaktivasi oleh H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan variasi waktu kontak.

Tabel 1: Pengaruh Arang Aktif yang Diaktivasi oleh H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan Variasi Waktu Kontak Terhadap Kadar Total Fenol pada Asap Cair

Nama Sampel	Waktu Kontak	Kadar Total Fenol (ppm)
OF	Awal (sebelum diadsorpsi)	31,10
1F	7 menit	12,69
2F	30 menit	8,89
3F	60 menit	7,27

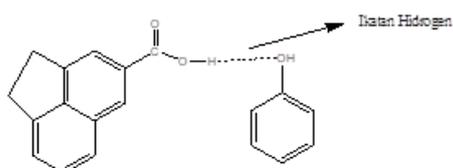
Tabel 2: Pengaruh Arang Aktif yang Diaktivasi oleh NaCl dengan Variasi Waktu Kontak Terhadap Kadar Total Fenol pada Asap Cair

Nama Sampel	Waktu Kontak	Kadar Total Fenol (ppm)
OF	Awal (sebelum diadsorpsi)	31,10
AF	7 menit	14,39
BF	30 menit	12,90
CF	60 menit	11,69

Perlakuan yang sama juga untuk arang aktif yang diaktivasi oleh NaCl. Juga dibandingkan kadar total fenol antara redistilat asap cair yang belum diadsorpsi dengan hasil sisa adsorpsi, akan dipaparkan pada Tabel 2.

Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan kadar fenol pada redistilat asap cair sisa adsorpsi, baik yang diadsorpsi dengan arang aktif yang diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ataupun yang diadsorpsi dengan NaCl. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa kadar total fenol terendah terdapat pada redistilat asap cair yang diadsorpsi dengan arang aktif yang diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan waktu kontak 60 menit arang aktif (3F). Hasil ini sesuai dengan warna yang dihasilkan warna yang dihasilkan semakin bening ketika diadsorpsi

dengan arang aktif (3F). Adanya penurunan kadar total fenol pada asap cair yang dimurnikan oleh arang aktif 10 – 90%. Arang aktif memiliki gugus fungsional pada permukaannya yaitu gugus hidroksil dan gugus karboksil. Proses adsorpsi senyawa fenol dalam asap cair oleh arang aktif terjadi melalui adsorpsi fisika. Gugus hidroksil fenol pada asap cair akan bereaksi atau membentuk ikatan dengan gugus karboksil pada permukaan arang aktif membentuk ikatan hidrogen [6] yang ditunjukkan pada Gambar 3. Interaksi ini yang menyebabkan arang mampu mengadsorpsi komponen senyawa fenol dalam asap cair.



Gambar 3. Pembentukan Ikatan Hidrogen Pada Adsorpsi Fenol

Kemampuan arang aktif tempurung kelapa ini dalam mengadsorpsi komponen senyawa- senyawa fenol juga didukung dari pH asap cair yang cenderung rendah. Fenol merupakan senyawa yang mempunyai gugus hidroksil yang menempel pada cincin aromatik, dikenal juga sebagai asam karbolik yang merupakan asam lemah.

**Perbandingan Total Asam Redistilat Asap Cair dengan Sisa Adsorpsi dengan Metode Kolom**

Pengujian total asam dilakukan dengan metode titrimetrik. Di bawah ini adalah tabel total asam redistilat asap cair dan hasil sisa adsorpsi.

**Tabel 3:** Pengaruh Arang Aktif yang Diaktivasi oleh H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan Variasi Waktu Kontak Terhadap Kadar Total Asam pada Asap Cair

Nama Sampel	Waktu Kontak	Kadar Total Asam (ppm)
OF	Awal (sebelum diadsorpsi)	66.886
1F	7 menit	63.176
2F	30 menit	40.081,2
3F	60 menit	42.062,40

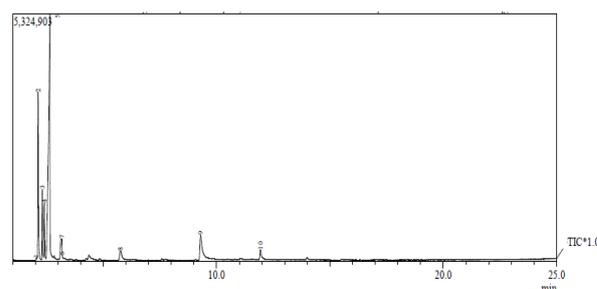
**Tabel 4:** Pengaruh Arang Aktif yang Diaktivasi oleh NaCl dengan Variasi Waktu Kontak Terhadap Kadar Total Asam pada Asap Cair

Nama Sampel	Waktu Kontak	Kadar Total Asam (ppm)
OF	Awal (sebelum diadsorpsi)	66.886
AF	7 menit	29.565,60
BF	30 menit	27.957,60
CF	60 menit	31.006,8

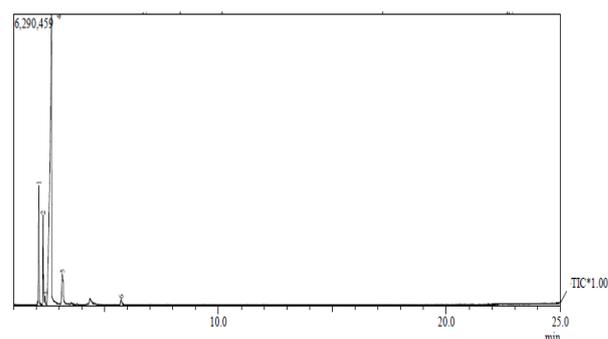
Dari hasil penelitian di atas diketahui bahwa adsorben arang aktif mampu mengadsorpsi asam dalam redistilat asap cair. Asam memiliki kandungan gugus karboksil yang bersifat polar, gugus inilah yang akan

berikatan dengan gugus fungsional pada arang aktif yang bersifat polar. Dan arang aktif sendiri memiliki permukaan yang basa sehingga akan lebih efektif dalam mengikat asam. Penurunan kadar asam pada asap cair juga dipengaruhi oleh terjadinya reaksi- reaksi dalam senyawa lain selama penyimpanan. Dalam asap cair terkandung metil alkohol yang dapat bereaksi dengan asam asetat membentuk metil asetat sehingga menyebabkan penurunan kadar asam dalam asap cair.

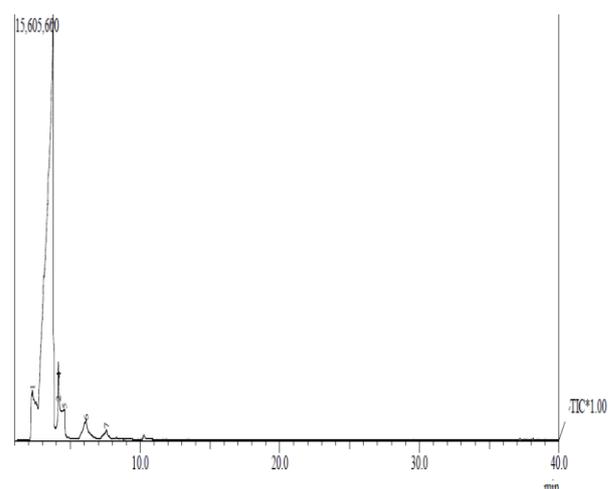
**Hasil Kromatogram Gas Chromatography dari Adsorpsi Fraksi- fraksi Asap Cair Menggunakan Adsorben Arang Aktif Tempurung Kelapa**



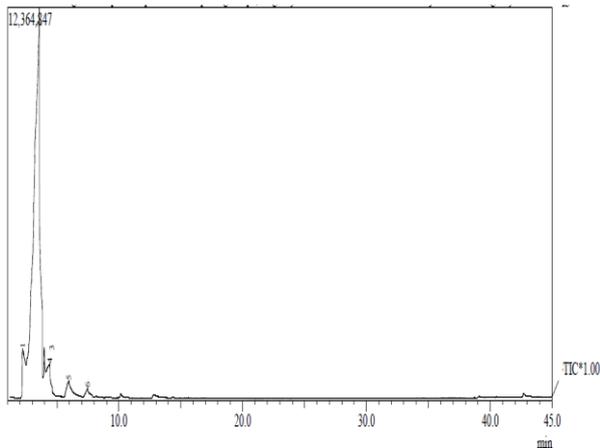
Gambar 4. Kromatogram GC dari Redistilat Asap Cair sebelum Diadsorpsi



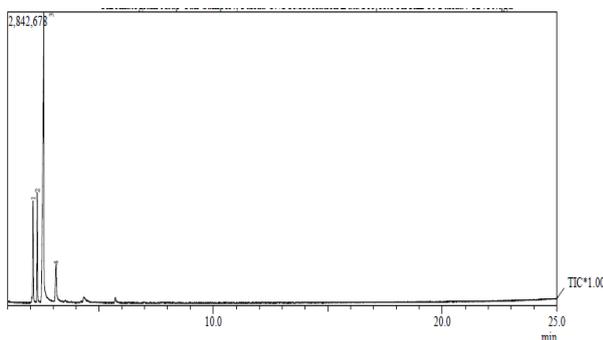
Gambar 5. Kromatogram GC Redistilat 1F



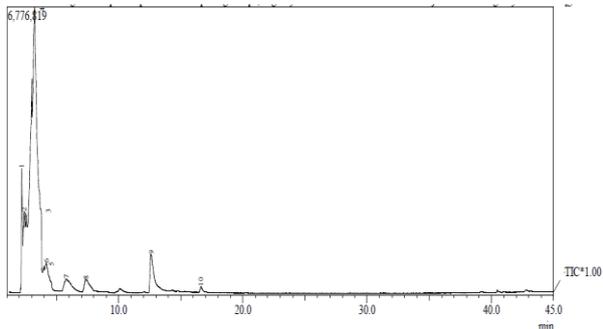
Gambar 6. Kromatogram GC Redistilat Asap Cair 2F



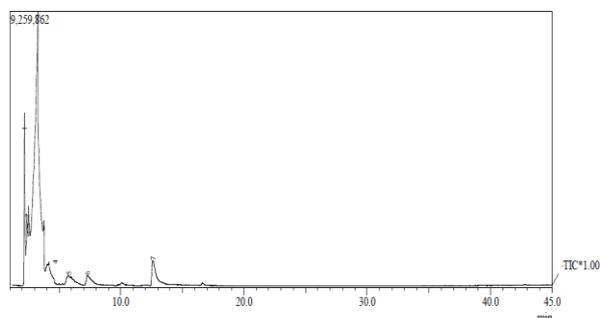
Gambar 7. Kromatogram GC Redistilat Asap Cair 3F



Gambar 8. Kromatogram GC Redistilat Asap Cair AF



Gambar 9. Kromatogram GC Redistilat Asap Cair BF



Gambar 10. Kromatogram GC redistilat Asap Cair CF

Dari hasil kromatogram *Gas Chromatography Mass Spectrometry* terhadap redistilat asap cair sebelum diadsorpsi dibandingkan dengan redistilat asap cair sisa adsorpsi memiliki penurunan peak yang berarti penurunan atau hilangnya beberapa senyawa. Sehingga

secara keseluruhan pada penelitian ini arang aktif baik yang diaktivasi oleh  $H_3PO_4$  ataupun  $NaCl$  mampu mengadsorpsi senyawa-senyawa yang ada pada asap cair khususnya senyawa fenolat dan senyawa asam sehingga mampu memucatkan warna dan mengurangi bau yang menyengat pada asap cair. Sehingga asap cair sisa adsorpsi lebih cocok digunakan sebagai pengawet pada bahan makanan dengan flavor asap yang tidak menyengat dan warna yang lebih cerah.

#### 4. Kesimpulan

Arang aktif yang dihasilkan mampu menurunkan senyawa fenolat dan asam. Optimasi adsorpsi oleh arang aktif didapat hasil kadar total fenol terjadi penurunan sebesar 76,6% dari hasil adsorpsi menggunakan arang yang diaktivasi oleh  $H_3PO_4$  dengan waktu kontak 60 menit dan untuk total asam terjadi penurunan sebesar 58,2% dari hasil adsorpsi menggunakan arang yang diaktivasi oleh  $NaCl$  dengan waktu kontak 30 menit. Semakin rendah kadar total fenol maka warna yang dihasilkan pada asap cair semakin bening.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Helena Jankowska, Andrzej Świątkowski, Jerzy Choma, Active carbon, Ellins Horwood, 1991.
- [2] María D Guillén, María L Ibargoitia, Volatile Components of Aqueous Liquid Smokes from *Vitis vinifera* L Shoots and *Fagus sylvatica* L Wood, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72, 1, (1996) 104-110
- [3] Donald E Pszczola, Tour highlights production and uses of smoke-based flavors, *Food Technology*, 49, 1, (1995) 70-74
- [4] Juni Prananta, Pemanfaatan sabut dan tempurung kelapa serta cangkang sawit untuk pembuatan asap cair sebagai pengawet makanan alami, *Teknik Kimia Universitas Malikussaleh. Lhoksumawe*, (2007)
- [5] Indah Subadra, Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivator  $(NH_4)HCO_3$  dan Aplikasinya sebagai Adsorben dalam Proses Penjernihan Virgin Coconut Oil, skripsi, Jurusan Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [6] Ralph J Fessenden, Joan S Fessenden, Fundamentals of organic chemistry, Harper & Row, 1990.