

## ADSORPTION OF TARTRAZINE DYE BY ACTIVE CARBON FROM MAHAGONY (*Swietenia Mahagoni Jacq*) RIND

### Adsorpsi Zat Warna Tartrazina Menggunakan Karbon Aktif Dari Kulit Buah Mahoni (*Swietenia mahagoni Jacq*)

M.F.J.D.P. Tanasale\*, Jola Latupeirissa, Riwana Letelay

Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Pattimura University, Kampus Poka, Jl. Ir. M. Putuhena, Ambon 97134

\*E-mail: [mtanasale@fmipa.unpatti.ac.id](mailto:mtanasale@fmipa.unpatti.ac.id)

Received: October 2013 Published: January 2014

#### ABSTRACT

The adsorption of tartrazine dye on active carbon of mahogany (*Swietenia mahagoni Jacq*) rind has been done. Through acquired active carbon carbonations process, where was that rind at entry into furnace on temperature 500°C for 1 hour, afterwards is cooled and sieved to 50 mesh. Activation process was done through charcoal soaking in 4 M HCl solution for 15 hours and be dried on ovens at 110° C for 1 hour. After that, by the calcinations process in furnace at 450° C was streamed to gas N<sub>2</sub> for 2 hours then analysed by X-ray diffraction (XRD) to charcoal before activation, after activation and after calcinations. Adsorption process to tartrazine dye utilize UV-Vis spectrophotometer was been done. Result of research are gotten optimum condition of active carbon which is on adsorben's weight 1.0 g, contact time 40 minutes, pH = 3 and concentration of tartrazine dye on 30 ppm. Adsorption of tartrazine dye on the active carbon fits Freundlich's isotherm at the value correlation coefficient ( $r^2$ ), value  $KF$ , and value  $n$  which is 98%; 0.015 and 1.186 respectively.

**Keywords:** Active Carbon, Calcinations Process, Mahogany rind, Tartrazine dye, Xrd

#### PENDAHULUAN

Dampak negatif dari perkembangan industri-industri adalah memacu meningkatkan masalah lingkungan yang secara langsung maupun tidak langsung dapat memberikan pengaruh yang besar terhadap kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Hal ini dikarenakan adanya limbah yang dihasilkan industri, terutama yang menggunakan bahan-bahan kimia berbahaya dan beracun dalam proses produksinya (Anonim, 2010). Beberapa industri seperti tekstil, keramik, percetakan kertas, dan plastik menggunakan pewarna untuk warna produk mereka. Keberadaan zat warna dalam air tidak diinginkan karena dalam jumlah yang sangat kecil dari agen-agen pewarna sangat terlihat dan mungkin beracun untuk lingkungan perairan.

Beberapa metode yang tersedia untuk menghilangkan warna dari air limbah seperti pemisahan membran, degradasi aerobik dan anaerobik, oksidasi kimia, koagulasi dan flokulasi, adsorpsi menggunakan berbagai jenis adsorben. Di antaranya, adsorpsi adalah teknik penghapusan menjanjikan yang menghasilkan

limbah yang mengandung tingkat yang sangat rendah dari senyawa organik terlarut. Penelitian yang cukup besar telah dilakukan dalam penghilangan zat warna dari teknik air limbah dengan menggunakan adsorben yang berbeda seperti karbon aktif, serbuk gergaji, tongkol jagung, kulit jeruk, biomasa mati atau hidup, dan adsorben murah lainnya. Adsorben yang paling banyak digunakan dalam tujuan ini yaitu karbon yang diaktifkan, karena karbon aktif komersial tersedia mahal, tidak ekonomis untuk pengolahan air limbah, dan memiliki kapasitas adsorpsi yang rendah, sehingga efisiensinya adsorben dari bahan murah atau bahan sisa yang digunakan (Thio Christine dkk, 2007). Karbon aktif adalah adsorben yang paling populer untuk proses adsorpsi karena memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi.

Penelitian tentang karbon aktif sebagai adsorben telah banyak dilakukan. Wijayanti (2009) telah membuat arang aktif dari ampas tebu sebagai adsorben pada pemurnian minyak goreng bekas. Trihadiningrum (2008) melakukan uji kemampuan karbon aktif dari limbah kayu dalam sampah kota untuk penyisihan fenol dan diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 0.2095

mg/mg. Pujiarti dan Gentur (2005) membuat arang aktif dari limbah kayu mahoni sebagai bahan penjernih air dimana hasil akhirnya dapat menjernihkan air yang keruh, menyerap warna, menghasilkan kadar besi (Fe) sebesar 0.12 mg/l dan kadar Mangan (Mn) sebesar 0.08 mg/l.

Mahoni (*Swietenia mahagoni Jacq*) dapat ditemukan tumbuh liar di hutan jati dan tempat-tempat lain yang dekat dengan pantai atau ditanam di tepi jalan sebagai pohon pelindung. Selain daun, kayu yang dapat digunakan sebagai perabot rumah tangga dan perabot ukiran, buah yang memiliki biji yang dapat dijadikan obat serta fungsi lainnya, kulit buahnya merupakan hasil samping, yang tidak digunakan kemudian dibuang menjadi sampah di lingkungan, padahal kulit buah tersebut dapat dijadikan bahan pembuatan karbon aktif yang dapat digunakan dalam proses adsorpsi.

Pada penelitian ini dikaji tentang pembuatan arang aktif dari kulit buah mahoni dan pemanfaatannya sebagai adsorben zat warna tartrazina.

## METODOLOGI

### Preparasi Arang dari Bulit Buah Mahoni

Kulit buah mahoni dicuci hingga bersih, selanjutnya kulit buah yang telah bersih dan kering ditempatkan dalam tanur pada suhu 500°C, selama 1 jam untuk dikeringkan sampai menjadi arang. Setelah itu, didinginkan pada suhu ruang kemudian dihaluskan, diayak dan dikarakterisasi dengan X-RD.

### Proses Aktivasi Karbon dari Arang Kulit Buah Mahoni

Sebanyak 45 g arang direndam dalam reagen aktivator HCl 4 M selama 15 jam, disaring dan dicuci dengan akuades. Arang yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 1 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator dan dikarakterisasikan dengan X-RD. Setelah itu, dilakukan proses kalsinasi. Sampel arang dimasukkan dalam perangkat alat kalsinasi yang dipanaskan pada suhu 450°C dan dialiri dengan gas nitrogen, selama waktu 2 jam. Kemudian dikarakterisasikan dengan X-RD.

### Variasi jumlah Adsorben

Karbon aktif masing-masing sebanyak 0,2 g; 0,4 g; 0,6 g; 0,8 g; dan 1,0 g dimasukkan ke dalam 5 buah erlenmeyer yang berisi larutan 25 mL tartrazina selanjutnya larutan disheaker selama 1 jam. Filtrat dan endapan dipisahkan dengan cara disaring. Selanjutnya filtrat yang diperoleh dianalisis dengan UV-Vis.

### Variasi waktu optimum Adsorpsi

Karbon aktif sebanyak 1,0 g dimasukkan ke dalam 5 buah erlenmeyer yang berisi larutan 25 ml larutan zat tartrazina selanjutnya larutan disheaker dengan variasi waktu kontak masing-masing 20, 40, 60, 80, dan 100 menit. Setelah itu disaring dengan kertas saring dan filtratnya diukur absorbansinya dengan UV-Vis untuk menentukan konsentrasi tartrazina yang teradsorpsi.

### Variasi pH optimum Adsorpsi

Disiapkan 3 buah erlenmeyer yang diisi larutan dengan variasi (a) pH = 3, (b) pH = 7, (c) pH = 11 yang diatur dengan menggunakan buffer. Buffer yang digunakan untuk variasi pH berturut-turut yaitu : (a) 50 mL kalium hidrogen ftalat 0,1 M, 22,3 mL HCl 0,1 M, dan 22,7 mL akuades ; (b) 50 mL larutan KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0,1 M, akuades 20,9 mL dan 29,1 mL NaOH 0,1 M; dan (c) 50 mL larutan NaHCO<sub>3</sub> 0,05 M; 27,3 mL akuades dan 22,7 mL NaOH 0,1 M dengan volume akhir masing-masing larutan buffer = 100 mL. Selanjutnya ditambahkan 1,0 g karbon aktif dan 25 mL tartrazina pada konsentrasi 20 ppm. Kemudian larutan disheaker selama waktu kontak 40 menit. Setelah itu, larutan yang diadsorpsi oleh karbon aktif disaring dengan kertas saring, selanjutnya filtrat tersebut diukur dengan UV-Vis.

### Variasi konsentrasi zat warna Tartrazin

Sebanyak 5 buah erlenmeyer 100 mL disiapkan dan dimasukkan karbon aktif sebanyak 1,0 g ke dalam masing-masing erlenmeyer, kemudian ditambahkan 25 ml larutan zat tartrazina dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm dengan pH=3,0. Selanjutnya larutan disheaker selama waktu 40 menit, didiamkan selama 2 menit dan disaring. Filtrat kemudian dianalisis kadar tartrazina

dengan menggunakan UV- Vis. Kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan isoterm adsorpsi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Preparasi Arang dari Kulit Buah Mahoni

Kulit buah yang telah dicuci, dikeringkan dan dilakukan proses karbonasi dengan menggunakan tanur pada suhu 500°C hingga menjadi arang. Proses karbonasi akan menghasilkan arang yang tidak begitu aktif karena luas permukaannya masih rendah (Kurniadi dkk, 1996). Kemudian arang tersebut dikeringkan dan dihaluskan kemudian diayak hingga lolos dengan ayakan berukuran 50 mesh, kemudian dikarakterisasi dengan XRD.

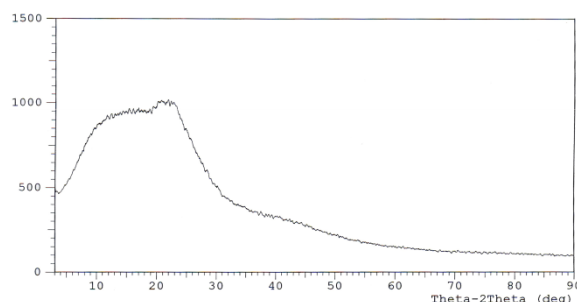
Analisis difraksi sinar X dilakukan menggunakan alat XRD merek Shiamu XD-160 dengan panjang gelombang 1,504060 Å menggunakan radiasi dari tabung target Cu, tegangan 40,0 kV, arus 30,0 mA dan daerah pengamatan antara 3,000 – 90,000 derajat selama 20 menit. Setelah arang terbentuk, kemudian diambil sedikit dari arang sebelum aktivasi, dan dikarakterisasi menggunakan alat XRD dan diperlihatkan pada gambar 1.

Berdasarkan difraktogram XRD yang diperlihatkan pada Gambar 1, data kristalinitas untuk sampel arang sebelum aktivasi meliputi pemisahan interlayer arang yaitu berturut-turut untuk tiga peak utama menunjukkan jarak antar kisi arang yaitu 3,02 Å, 3,61 Å dan 4,02 Å, ketiga peak tersebut berada pada daerah 2 $\theta$  masing- masing adalah 29,574°; 24,573° dan 22,080°.

### Aktivasi Arang dari Kulit Buah Mahoni

Selanjutnya, arang tersebut diaktivasi dengan menambahkan aktivator HCl dan direndam selama 15 jam, dengan tujuan memperbesar pori-pori arang sehingga kualitasnya baik sebagai adsorben. Secara umum, proses aktivasi ada dua macam yaitu aktivasi kimia dan fisika, aktivasi kimia adalah proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia. Aktivasi fisika adalah proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO<sub>2</sub>. Setelah itu arang aktif

tersebut dikarakterisasikan dengan XRD dan hasilnya memiliki puncak yang melebar pada gambar 2 yang menunjukkan bahwa arang tersebut mempunyai derajat kekristalan yang rendah (Setyaningsih, 2006), dan sebaliknya jika intensitasnya berubah serta hilangnya puncak yang melebar menunjukkan penambahan HCl mengakibatkan perubahan kekristalan adsorben, yang diperlihatkan pada gambar 1.



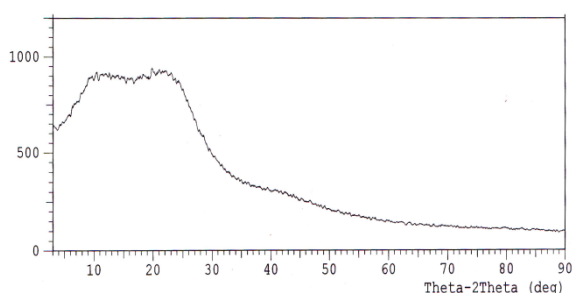
Gambar 1. Difraktogram XRD arang sesudah aktivasi

Dari gambar 1 disimpulkan bahwa terdapat juga tiga peak utama yang hampir sama nilainya berturut-turut 3,907 Å; 3,844 Å; 3,983 Å dan masing-masing berada pada nilai 2 $\theta$  dengan nilai yang bergeser naik yaitu 22,74° ; 23,12° ; dan 22,3° yang berbeda dengan nilai 2 $\theta$  pada difraktogram arang sebelum aktivasi. Pergeseran ini menunjukkan terjadinya perbedaan jarak antar muka kristal arang. Jarak antar muka ini disebabkan oleh zat aktivator HCl.

Setelah proses aktivasi, dilakukan suatu proses yaitu proses kalsinasi yang bertujuan untuk menghilangkan uap air, pengotor-pengotor lain serta memperbesar luas muka jarak karbon. Menurut Lowell, dkk., (1979), pada dasarnya permukaan nyata zat padat tidak pernah memiliki bentuk yang sempurna dan teratur, hampir selalu ada celah dan retakan, rongga atau saluran yang menembus jauh ke dalam, sehingga ini memberikan sumbangan pada luas permukaan dalam (internal). Retakan yang dangkal dan lekukan di lain pihak akan memberi sumbangan pada luas permukaan luar (eksternal).

Perubahan luas muka spesifik menurut Damunir dkk.(2003 dalam Herhady., dkk 2007) dipengaruhi oleh besarnya suhu oksidasi

(kalsinasi). Karbon aktif mengandung unsur selain karbon yang terikat secara kimiawi, yaitu hidrogen dan oksigen. Kedua unsur tersebut berasal dari bahan baku yang tertinggal akibat tidak sempurnanya karbonisasi atau dapat juga terjadi ikatan pada proses aktivasi. Adanya hidrogen dan oksigen mempunyai pengaruh yang besar pada sifat-sifat karbon aktif (Jankowski, dkk; 1991). Proses kalsinasi ini dilakukan dengan pemanasan arang pada suhu 450 °C selama 2 jam serta dialiri gas nitrogen (N<sub>2</sub>). Arang dimasukkan dalam reaktor telah dihubungkan dengan tabung nitrogen. Reaktor kemudian ditempatkan pada furnace yang suhunya telah diatur, yang dihubungkan pula dengan regulator untuk menyelaraskan suhu tanur dengan pencatat suhu yang telah ditentukan yang terhubung pula dengan stabilizer untuk menstabilkan tegangan listrik yang masuk ke dalam furnace. Setelah itu didinginkan pada suhu kamar. Kalsiner merupakan peralatan pada industri semen yang berfungsi mereaksikan partikel bahan baku yang bersenyawa karbonat menjadi partikel senyawa oksidanya dan gas karbon dioksida (kalsinasi) dan sebagai tempat pemanasan partikel lainnya (Fauzun 2004). Karbon yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi dengan XRD dan difraktogramnya ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Difraktogram XRD karbon aktif setelah kalsinasi

Pada gambar 2 difraktogramnya menunjukkan bahwa terdapat pula tiga peak utama berturut-turut yaitu sebesar 3,860 Å; 3,669 Å; 3,745 Å yang masing-masing memiliki nilai  $2\theta$  pada 23,02 °; 24,24 °; dan 23,74 °. Jarak antar muka karbon/interlayer spesifik yang dihasilkan setelah proses kalsinasi semakin

kecil, hal ini menunjukkan bahwa metode yang baik untuk proses memperbesar jarak antar muka/jarak antar lapis adalah terlebih dahulu dilakukan proses kalsinasi terhadap arang tersebut dan kemudian diaktivasi. Nampak pada difraktogram tersebut terlihat bahwa jarak antar muka serta intensitas semakin besar dibanding dengan arang sebelum diaktivasi maupun setelah diaktivasi. Selanjutnya karbon tersebut digunakan untuk proses adsorpsi zat warna tartrazina dengan memvariasikan jumlah adsorben, waktu optimum, pH optimum, dan konsentrasi optimum adsorpsi dan mengukur absorbansi menggunakan Spektroskopi UV-Vis.

### Pengukuran Absorbansi setelah Proses Adsorpsi

Sebelum dilakukan adsorpsi zat warna tartrazina pada karbon aktif, lebih dulu dilakukan pengukuran absorbansi terhadap larutan standar zat warna tartrazina. Zat warna mengandung gugus kromofor dan auksokrom, sehingga dapat menyerap cahaya pada panjang gelombang 350-700 nm Van der Zee (2002). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode UV-Vis dengan panjang gelombang yang dipakai adalah 410 nm. Berdasarkan data absorbansi, maka dapat dibuat kurva standar zat warna tartrazina (Lampiran 2 ). Persamaan garis yang menghubungkan konsentrasi vs absorbansi larutan standar zat warna tartrazina digunakan untuk menghitung konsentrasi akhir dari zat warna tartrazina setelah proses adsorpsi oleh karbon aktif pada berbagai variasi. Berdasarkan data hasil yang diperoleh, dapat ditentukan isoterm adsorpsi yang sesuai dengan proses adsorpsi karbon aktif terhadap zat warna tartrazina.

Persentase adsorpsi dapat dihitung dengan berdasarkan data variasi jumlah adsorben, waktu optimum, pH optimum dan konsentrasi optimum dengan menggunakan metode UV-Vis. Pengukuran absorbansi serta konsentrasi terjerap zat warna tartrazina setelah proses adsorpsi pada beberapa variasi, seperti variasi jumlah adsorben 0,2 g; 0,4 g; 0,6 g; 0,8 g; 1,0 g dengan konsentrasi awal zat warna tartrazina 20 ppm, waktu sheaker 1 jam dan kecepatan sheaker 300 rpm, maka hasilnya terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran absorbansi zat warna tartrazina (Co = 20 ppm) pada variasi jumlah adsorben

m (g)	Absorbansi	Ce	Co-Ce
0,2	1,094	18,738	1,262
0,4	1,037	17,803	2,197
0,6	0,998	17,164	2,836
0,8	0,934	16,115	3,885
1,0	0,903	15,607	4,393

Keterangan;

C0 : konsentrasi zat warna tartrazina sebelum proses adsorpsi

Ce : konsentrasi zat warna tartrazina sesudah proses adsorpsi

C0-Ce : konsentrasi zat warna tartrazina yang terjerap oleh karbon aktif

Pada tabel 2 terlihat bahwa, pada berat adsorben 0,2 g mampu menyerap konsentrasi zat warna tartrazina sebesar 1,262 ppm. Berbeda dengan berat adsorben 0,4 g; 0,6 g; 0,8 g; dimana semakin besar konsentrasi tartrazina yang terjerap oleh karbon aktif yaitu pada berat adsorben 1,0 g dengan konsentrasi terjerap sebesar 4,393 ppm, maka terlihat bahwa konsentrasi yang terjerap semakin tinggi dengan bertambahnya jumlah adsorben terlihat pada kurva (Co-Ce vs jumlah adsorben (g)). Hal ini disebabkan karena bertambah banyaknya luas permukaan adsorben. Untuk adsorben yang permukaannya besar, maka adsorpsinya juga makin besar (Moore, 1974).

Hasil pengukuran absorbansi zat warna tartrazina pada variasi waktu optimum adsorpsi 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, dan 100 menit, dengan konsentrasi awal tartrazina 20 ppm, berat adsorben 1,0 g: diperoleh hasil pada Tabel 3. Bila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu kontak yang cukup diperlukan karbon aktif untuk mengadsorpsi zat warna tartrazina, semakin lama waktu kontak semakin banyak zat warna tartrazina yang teradsorpsi karena semakin lama waktu singgung antara partikel zat warna tartrazina dengan karbon aktif untuk bersinggungan. Tetapi apabila adsorbennya sudah jenuh, waktu kontak tidak lagi berpengaruh (Wirawan., 2008).

Besarnya konsentrasi yang terjerap juga sangat bergantung pada waktu adsorpsi atau waktu kontak antara zat warna tartrazina dengan adsorben karbon aktif. Hal ini dilakukan dengan

cara disheaker selama waktu 20, 40, 60, 80 dan 100 menit dengan kecepatan sheaker 300 rpm. Dari tabel tersebut, hasilnya menunjukkan bahwa semakin tinggi waktu dari 20 menit ke 40 menit sheaker, semakin besar konsentrasi zat warna tartrazina yang teradsorpsi, namun pada waktu 60-100 menit konsentrasi zat warna tartrazina yang teradsorpsi semakin kecil. Penurunan konsentrasi yang teradsorpsi disebabkan karena telah terjadinya kesetimbangan antara zat warna tartrazina dengan karbon aktif, ini berarti saat terjadi keadaan setimbang yakni adsorben tidak dapat menyerap adsorbat maka semakin kecil konsentrasi yang terjerap pada adsorben, hal ini terlihat pada kurva (Co-Ce vs waktu).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan dapat disimpulkan bahwa ;

1. Senyawa 3,4-metilendioksi isoamil sinamat dapat disintesis dari safrol melalui 3 tahap reaksi yaitu isomerisasi safrol menjadi isosafrol isosafrol, oksidasi isosafrol menjadi piperonal dan kondensasi piperonal dengan isoamil asetat.
2. Senyawa 3,4-metilendioksi isoamil sinamat memiliki aktivitas perlindungan terhadap sinar UV-A dengan nilai SPF sebesar 5,31.

## DAFTAR PUSTAKA

- Davis, M.R., & Quigley, M.N. 1995. Liquid Chromatographic Determination of UV Absorbens in Sunscreen. *J.Chem Educ*, 72, 279.
- Guenther, E. 1990. *The Essential Oils*, Diterjemahkan oleh S. Ketaren, Minyak Atsiri, Jilid IVB, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Harris, R. 1987. *Tanaman Minyak Atsiri*, Cetakan Kesatu, PT Penebar Swadaya, Jakarta, 60.
- Ketaren, S. 1985. *Pengantar Minyak Atsiri*, PN. Balai Pustaka, Jakarta.
- Kimbrough, D.R. 1997. The Photochemistry of Sunscreen, *J.Chem.Educ*, 74(1), 51.
- Shaath, N.A., 1990, *Sunscreens: Development, Evaluation, and Regulatory Aspects*, Marcel Dekker Inc., New York.

- Soeratri, W. 1993. Studi Proteksi Radiasi UV Sinar Matahari Tahap 1 : Studi Efektivitas Protektor Kimia, Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, Surabaya.
- Soeratri, W & Purwanti, T. 2004. Pengaruh Penambahan Asam Glikolat Terhadap Efektivitas Sediaan Tabir Surya Kombinasi Anti UV-A dan Anti UV-B dalam Basis Gel, *Majalah Farmasi Airlangga*, Vol.4, No.3.
- Soeratri, W & Erawati, T. 2004. Peningkatan Nilai *SPF* (*Sun Protecting Factor*) Kombinasi Tabir Surya Oksibenson dan Oktimetoksisinamat oleh Asam Glikolat, *Majalah Farmasi Airlangga*, Vol.4, No.2.
- Wahyuningsih, T.D., Raharjo, T.J., Tahir, I., & Noegrohati, I. 2002. Sintesis Senyawa Tabir Surya 3,4-dimetoksi Isoamil Sinamat dari Bahan Dasar Minyak Cengkeh dan Minyak Fusel. *Indo. J. Chem.* Vol.2, No.1, 46-52.