

# PENINGKATAN KESEJAHTERAAN PENGRAJIN MINYAK CENGKEH DENGAN MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK

**Prima Astuti Handayani, Wara Dyah Pita Rengga, Widi Widayat**

Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang  
Email: primatk@staff.unnes.ac.id

**Abstract.** Refining techniques performed clove oil producers in the Western District of Ungaran yet either so that essential oils are still produced quality crude. The resulting oil was dark and slightly greenish-black color due to Fe and Cu metal contamination, which will affect the physical properties of oil chemistry. Presence of foreign substances will damage the quality of essential oils, which causes the clove oil prices fell. The problem is there is the quality of products colored black so that purification techniques are required to produce pure clove oil and knowledge of clove oil producers need to be improved on clove oil processing techniques. The specific objectives of science and technology activities for the community is able to produce craftsmen clove oil clove oil with pure quality (purified) through the improvement of the tools used and distilled through clove oil purification with adsorption methods. So it can increase family income through increased sale value of clove oil produced. The results of science and technology activities for the People of clove oil shows crafters can produce pure clove oil (purified) through distillation technique is right and through a process of purification by adsorption methods. There needs to be innovation and creativity that will be distilled volatile material that will increase productivity.

**Keywords:** *clove oil, refining, purification, adsorption.*

**Abstrak.** Teknik penyulingan yang dilakukan pengrajin minyak cengkeh di Kecamatan Ungaran Barat belum baik sehingga minyak atsiri yang dihasilkan masih berkualitas *crude*. Minyak yang dihasilkan terlihat gelap dan berwarna kehitaman sedikit kehijauan akibat kontaminasi logam Fe dan Cu, yang akan berpengaruh terhadap sifat fisika kimia minyak. Adanya bahan-bahan asing akan merusak mutu minyak atsiri, yang menyebabkan harga jual minyak cengkeh turun. Permasalahan yang ada adalah kualitas produk berwarna kehitaman sehingga diperlukan teknik pemurnian untuk menghasilkan minyak cengkeh murni serta pengetahuan pengrajin minyak cengkeh perlu ditingkatkan mengenai teknik pengolahan minyak cengkeh. Tujuan spesifik kegiatan Ipteks bagi Masyarakat ini adalah pengrajin minyak cengkeh dapat memproduksi minyak cengkeh dengan kualitas murni (*purified*) melalui perbaikan dari alat suling yang digunakan dan

melalui pemurnian minyak cengkeh dengan metode adsorpsi. Sehingga dapat meningkatkan pendapatan keluarga melalui peningkatan nilai jual dari minyak cengkeh yang dihasilkan. Hasil dari kegiatan ini menunjukkan pengrajin minyak cengkeh dapat memproduksi minyak cengkeh murni (*purified*) melalui teknik penyulingan yang benar dan melalui proses pemurnian dengan metode adsorpsi. Perlu dilakukan inovasi dan kreativitas bahan atsiri yang akan disuling sehingga akan meningkatkan produktivitas.

**Kata kunci** : minyak cengkeh, penyulingan, pemurnian, adsorpsi

## PENDAHULUAN

Wilayah Kelurahan Kalisidi Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang merupakan salah satu daerah yang terletak di lereng kaki Gunung Ungaran yang masih bercirikan pedesaan. Pohon cengkeh di wilayah tersebut sengaja dibudidayakan dan disuling untuk diambil minyak atsirinya. Para pengrajin minyak atsiri di wilayah tersebut masih menggunakan alat distilasi yang sangat sederhana dan biasanya menjual produk minyak atsiri kepada pengepul Yogyakarta dengan kualitas minyak cengkeh kasar (*crude oil*). Biasanya minyak yang dihasilkan akan terlihat lebih gelap dan berwarna kehitaman atau sedikit kehijauan akibat kontaminasi dari logam Fe dan Cu, yang akan berpengaruh terhadap sifat fisika kimia minyak yang akan merusak mutu minyak atsiri. Hal ini yang menyebabkan harga jual minyak atsiri turun. Harga minyak daun cengkeh dipasaran untuk kualitas kasar (*crude oil*) \$ 18/kg dan harga minyak daun cengkeh murni (*purified oil*) mencapai \$ 40/kg. Pengrajin minyak atsiri di wilayah Kecamatan Ungaran Barat baru bisa menjual minyak daun cengkeh dengan harga Rp. 60.000,-/kg masih jauh dibawah standar harga dipasaran, hal ini menunjukkan bahwa kualitas minyak yang dihasilkan belum baik.

Dari gambaran analisis situasi kondisi pengrajin minyak cengkeh di desa

Kalisidi Kecamatan Ungaran Barat, maka permasalahan sebagai berikut : (a) Masih terbatasnya pengetahuan para pengrajin minyak cengkeh tentang teknik penyulingan minyak atsiri yang benar. (b) Alat distilasi yang mereka gunakan terbuat dari drum bekas, sehingga minyak cengkeh yang dihasilkan terkontaminasi oleh logam Fe & Cu yang akan memberikan warna hijau kehitaman.

Minyak atsiri banyak digunakan dalam industri sebagai pemberi aroma dan rasa. Nilai jual dari minyak atsiri sangat ditentukan oleh kualitas minyak dan kadar komponen utamanya. Minyak atsiri di Indonesia sebagian besar masih diusahakan oleh masyarakat awam, sehingga minyak yang dihasilkan tidak memenuhi persyaratan mutu yang ditetapkan. Kualitas minyak atsiri ditentukan oleh karakteristik alamiah dari masing-masing minyak tersebut dan bahan-bahan asing yang tercampur di dalamnya. Adanya bahan-bahan asing tersebut dengan sendirinya akan merusak mutu minyak atsiri yang bersangkutan. Bila tidak memenuhi persyaratan mutu, maka nilai jual minyak tersebut akan jauh lebih murah (Hernani dan Marwati, 2006).

Peningkatan kualitas minyak dan nilai jualnya, bisa dilakukan dengan beberapa proses pemurnian baik secara fisika ataupun kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pemurnian bisa

meningkatkan kualitas minyak, terutama dalam hal warna, sifat fisikokimia dan kadar komponen utamanya. Proses pemurnian bisa dihasilkan minyak yang lebih cerah dan karakteristiknya memenuhi persyaratan mutu standar (Hernani dan Marwati, 2006).

Minyak daun cengkeh adalah minyak atsiri yang diperoleh dari penyulingan daun dan ranting tanaman cengkeh. Minyak daun cengkeh hasil penyulingan rakyat seringkali berwarna hitam kecoklatan dan kotor, sehingga untuk meningkatkan nilai jual dari minyak tersebut, perlu dilakukan pemurnian. Dari beberapa hasil pemurnian menunjukkan bahwa minyak dapat dimurnikan dengan metoda adsorpsi dan pengkelatan. Komponen minyak daun cengkeh dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok pertama adalah senyawa fenolat dengan eugenol sebagai komponen terbesar. Kelompok kedua adalah senyawa non fenolat yaitu  $\alpha$ -kariofeilen,  $\alpha$ -kubeben,  $\alpha$ -kopaen, humulen,  $\alpha$ kadien, dan kadina 1,3,5 trien dengan  $\alpha$ -kariofeilen sebagai komponen terbesar. Eugenol mempunyai flavor yang kuat dengan rasa yang sangat pedas dan panas (Sastrohamidjojo, 2002).

Proses pemisahan komponen yang berupa cairan atau padatan dari 2 macam campuran atau lebih berdasarkan perbedaan titik uapnya, dan proses ini dilakukan terhadap minyak atsiri yang tidak larut dalam air. Jumlah air yang menguap bersama-sama dengan uap air ditentukan oleh 3 faktor, yaitu besarnya tekanan uap yang digunakan, berat molekul dari masing-masing komponen dalam minyak, dan kecepatan minyak keluar dari bahan yang mengandung minyak. Penyulingan dapat dilakukan terhadap minyak atsiri yang sukar mengalami dekomposisi pada suhu tinggi. Dalam pengolahan minyak atsiri dikenal 3 macam penyulingan: (a) Penyulingan dengan Air (*Water distillation*), pada sistim penyulingan dengan air, bahan yang

akan disuling langsung kontak dengan air mendidih. (b) Penyulingan dengan Air dan Uap (*Water and Steam Distillation*), pada sistim penyulingan ini, bahan diletakkan di atas piring yang berupa ayakan yang terletak beberapa sentimeter diatas permukaan air dalam ketel penyuling. (c) Penyulingan dengan Uap (*Steam Distillation*), pada sistim ini, air sebagai sumber uap panas terdapat dalam "boiler" yang letaknya terpisah dari ketel penyulingan. Uap yang dihasilkan mempunyai tekanan lebih tinggi dari tekanan udara luar.

Pemurnian merupakan suatu proses untuk meningkatkan kualitas suatu bahan agar mempunyai nilai jual yang lebih tinggi. Metode pemurnian kimiawi bisa dilakukan dengan menggunakan peralatan yang sederhana dan hanya memerlukan pencampuran dengan adsorben atau senyawa pengomplek tertentu. Adsorpsi adalah proses difusi suatu komponen pada suatu permukaan atau antar partikel. Dalam adsorpsi terjadi proses pengikatan oleh permukaan adsorben padatan atau cairan terhadap adsorbat atom-atom, ion-ion atau molekul-molekul lainnya (Anon, 2000). Adsorben yang baik yang bersifat polar (silika, alumina dan tanah diatomae) ataupun non polar (arang aktif) (Putra, 1998). Secara umum proses pemurnian secara kimia sesuai dengan diagram alir gambar 1.



**Gambar 1. Diagram alir teknologi pemurnian dengan metode adsorpsi**

Minyak daun cengkeh yang diproduksi dengan alat destilasi yang dibuat dari stainless steel umumnya mempunyai kualitas yang lebih baik, akan tetapi alat ini terlalu mahal sehingga petani memilih menggunakan alat yang terbuat dari besi (Guenther, 1990; Sastrohamidjojo, 2002). Salah satu cara sederhana dan telah banyak dikembangkan oleh banyak peneliti untuk menghilangkan pengotor adalah metode adsorpsi. Salah satu bahan yang menarik untuk digunakan sebagai adsorben adalah material anorganik alam, misalnya lempung (McCabe, 1996). Penggunaan lempung sebagai adsorben mempunyai beberapa keunggulan karena lempung khususnya jenis bentonit mempunyai struktur antar lapis yang dapat dimodifikasi sehingga dapat memperbaiki sifatnya. Disamping itu pemanfaatan lempung sebagai adsorben dapat diregenerasi (Ryanto, 1994). Lempung teraktivasi asam telah diuji adsorpsinya pada proses penjernihan minyak daun cengkeh.

## METODE

Metode kegiatan yang digunakan dalam kegiatan adalah sebagai berikut: (a) Metode ceramah mengenai teknik penyulingan minyak atsiri dan cara peningkatan kualitas minyak cengkeh melalui proses pemurnian dengan metode adsorpsi. (b) Metode praktek penyulingan minyak cengkeh dan teknik sederhana pemurnian minyak cengkeh dengan metode adsorpsi. (c) Metode tanya jawab untuk mengetahui sampai sejauh mana peserta mampu menerima atau terlibat dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat. (d) Evaluasi untuk memperoleh gambaran dalam rangka penafsiran dan analisis untuk memperoleh simpulan dari semua kegiatan yang sudah dilaksanakan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menghasilkan minyak cengkeh

bebas dari logam, maka dilakukan penggantian alat suling dengan yang terbuat dari stainless steel. Alat suling terdiri dari ketel sistem kukus, kondensor spiral dan pemisah minyak. Penerapan alat suling berbahan stainless steel dan berkapasitas 250 kg daun cengkeh kering dilakukan pada UKM I yang diketuai Bapak Marzuki. Gambar alat penyulingan sistem kukus UKM I disajikan pada gambar 2.



**Gambar 2.** (a) ketel suling pada bagian bawah dilengkapi pipa api, (b) sarangan dalam ketel suling, (c) pipa kaca pengontrol air (d) alat suling sudah terakit, (e) tutup ketel dilengkapi pengukur tekanan

Bagian dasar ketel suling terdapat pipa api sebanyak 4 pipa pada empat kuadran agar pemanasan ketel merata, seperti ditunjukkan pada gambar 2a. Untuk mengontrol ketinggian air dalam ketel maka ketel dilengkapi pipa kaca, seperti ditunjukkan pada gambar 2c. Pada tutup ketel terdapat pengontrol tekanan, sehingga tekanan dalam ketel selama proses dapat dikontrol.

Kondensor merupakan alat untuk mengubah fase uap menjadi fase cair, berbentuk spiral dengan diameter lilitan 90 cm dan panjang pipa 30 m. Ukuran pipa kondensor 1-3/4 in terbuat dari stainless steel, alat ini terendam dalam kolam. Gambar kondensor spiral disajikan pada gambar 3.



**Gambar 3. Kondensor bentuk spiral**

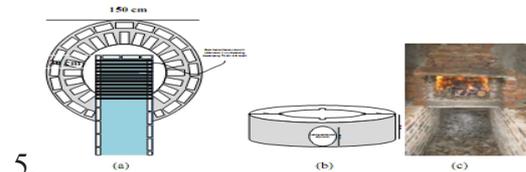
Hasil kondensasi dari kondensor ditampung dalam alat pemisah minyak, alat ini juga terbuat dari stainless steel. Minyak cengkeh merupakan fraksi berat, sehingga minyak cengkeh akan turun ke bawah sedangkan fraksi atas air. Alat pemisah minyak di desain sehingga keluar dari kran output hanya fraksi minyak. Bagian bawah alat pemisah minyak terdapat gelas pengintai, untuk mengetahui ada tidaknya fraksi minyak. Gambar alat pemisah minyak disajikan pada gambar 4.



**Gambar 4. (kiri) Alat pemisah minyak tampak atas, (kanan) pengintai minyak berada di bagian bawah alat pemisah minyak**

Pembuatan tungku pembakaran diawali dengan membuat lingkaran diatas tanah berdiameter 90 cm, kemudian menggali

tanah ukuran 70x200cm sedalam 50 cm dari permukaan tanah, seperti pada gambar 5a warna biru. Gambar tungku pembakaran ketel disajikan pada gambar



5.

**Gambar 5. (a) Skema dasar tungku pembakaran ketel tampak atas, (b) Skema kedudukan dasar ketel, (c) Tungku pembakaran ketel**

Pengrajin lebih menyukai bahan bakar kayu daripada solar atau LPG, dikarenakan harga kayu bakar cukup stabil, sedangkan BBM jika mengalami kenaikan harga dikawatirkan harga jual produk tidak dapat menutupi biaya produksi. Pengrajin dapat menggunakan bahan bakar hanya dari limbah daun cengkeh hasil penyulingan jika kapasitas ketel suling 1000 kg daun cengkeh kering.

#### **Pemurnian minyak cengkeh dengan metode adsorpsi**

Untuk memperoleh minyak cengkeh murni (*purified*) selain dengan menggunakan alat suling yang terbuat dari stainless steel, dapat dilakukan dengan cara memurnikan minyak cengkeh *crude* dengan metode adsorpsi. Adsorben yang digunakan bentonit teraktivasi, sebelum digunakan bentonit diaktivasi dengan menggunakan  $H_2SO_4$  1,2 M. Pengotor minyak cengkeh seperti Fe dan Cu akan diserap oleh adsorben bentonit, sehingga akan diperoleh minyak cengkeh murni. Produk minyak cengkeh hasil pemurnian dengan menggunakan adsorben bentonit disajikan pada gambar 6.



**Gambar 6. (kiri) Alat mixing untuk pemurnian minyak cengkeh, (kanan) bentonit**

Alat yang digunakan pada proses pemurnian adalah *mixing*, dengan pengaduk dan tempat larutan terbuat dari stainless steel seperti disajikan pada gambar 6a. Alat mixing mempunyai kecepatan 200 rpm dan kapasitas 10 lt. Gambar 6b disajikan bentonit teraktivasi dengan ukuran 100 mesh.

### Pembahasan

Kegiatan Ipteks bagi Masyarakat menghasilkan alat penyulingan sistem kukus dengan kapasitas 250 kg. Alat penyulingan terdiri dari ketel suling, kondensor spiral dan pemisah minyak yang terbuat dari stainless steel. Alat suling sistem kukus, bahan daun cengkeh diletakkan di atas piring yang berupa ayakan yang terletak 55 cm di atas permukaan air dalam ketel penyuling. Uap akan mendifusi melalui bahan sehingga minyak akan keluar dari sel kelenjar minyak. Keuntungan dengan menggunakan sistem penyulingan kukus adalah karena uap berpenetrasi secara merata kedalam jaringan bahan dan suhu dapat dipertahankan sampai 100°C. Lama penyulingan relatif lebih singkat, rendemen minyak lebih besar dan mutunya lebih baik jika dibandingkan dengan minyak hasil dari sistem penyulingan dengan air. Perajin memperoleh bahan baku daun cengkeh kering dari masyarakat sekitar, dengan membeli seharga Rp.800/kg. Sedangkan

untuk pembakaran ketel menggunakan limbah daun cengkeh hasil penyulingan, kemudian kekurangannya menggunakan kayu bakar. Daun cengkeh kering dalam ketel setelah mengalami pemanasan awal  $\pm 30$  menit akan menghasilkan uap. Uap setelah mencapai kesetimbangan fase akan naik keatas, yang mengandung komponen minyak cengkeh, kemudian keluar ketel masuk kedalam kondensor untuk dikondensasi menjadi fase cair. Agar kondensasi berlangsung sempurna, maka panjang pipa kondensor disesuaikan dengan kapasitas dari ketel suling. Kondensor berbentuk spiral untuk efisiensi ukuran dari bak pendingin. Fase cair hasil dari kondensor akan ditampung dalam alat pemisah minyak. Minyak cengkeh merupakan fase berat sehingga minyak cengkeh akan berada dilapisan bawah, sedangkan lapisan atas adalah air. Alat pemisah minyak terdapat pipa yang menghubungkan ke lapisan bawah dengan kran pengeluaran, sehingga produk yang keluar dari kran merupakan minyak cengkeh yang bebas dari air.

Pemurnian minyak cengkeh dengan metode adsorpsi, merupakan metode yang paling sederhana untuk dapat dilakukan oleh perajin minyak cengkeh. Adsorpsi merupakan proses difusi suatu komponen pada suatu permukaan atau antar partikel. Adsorben yang digunakan pada pemurnian minyak cengkeh adalah bentonit. Lempung bentonit mempunyai struktur berlapis dengan kemampuan mengembang (*swelling*) dan memiliki kation-kation yang dapat ditukarkan (Katti and Katti, 2001). Meskipun lempung bentonit sangat berguna untuk adsorpsi, namun kemampuan adsorpsinya terbatas (Cool and Vansant, 1998). Kelemahan tersebut dapat diatasi melalui proses aktivasi menggunakan asam ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{HNO}_3$ ) sehingga dihasilkan lempung dengan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi (Kumar and Jasra, 1995). Asam sulfat merupakan asam yang memiliki bilangan ekivalen  $\text{H}^+$  lebih tinggi

dibanding dengan asam klorida ataupun asam nitrat. Aktivasi lempung menggunakan asam akan menghasilkan lempung dengan situs aktif lebih besar dan keasamaan permukaan yang lebih besar, sehingga akan dihasilkan lempung dengan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan sebelum diaktivasi (Komadel, 2003). Proses pemurnian melalui 2 tahap yaitu : 1) Tahap pertama dilakukan proses aktivasi adsorben yaitu bentonit. Bentonit diaktivasi dengan asam sulfat 1,2 M selama 24 jam. Setelah diaktivasi bentonit dicuci dengan air dan kemudian dioven sampai benar-benar kering. Bentonit teraktivasi diperkecil ukuran sampai dengan 100 mesh. 2). Tahap kedua yaitu proses pemurnian minyak cengkeh kasar (*crude*). Campuran minyak cengkeh kasar dan bentonit teraktivasi (40:1), kemudian diaduk selama 1 jam. Kemudian dilakukan penyaringan, dipisahkan antara rafinat dan filtrat. Filtrat/minyak cengkeh murni yang dihasilkan siap untuk dikemas dan dipasarkan.

### Dampak Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Produk minyak cengkeh hasil alat suling baru di UKM I berwarna kuning jernih bebas dari logam, sedangkan produk minyak cengkeh alat lama berwarna hijau kehitaman. Gambar produk minyak cengkeh *crude* dan murni disajikan pada gambar 7b. Sedangkan minyak cengkeh *crude* yang dimurnikan dengan metode adsorpsi menghasilkan minyak cengkeh berwarna kuning jernih, disajikan pada gambar 7c.



**Gambar 7. Produk minyak cengkeh**

Karakteristik produk minyak cengkeh *purified* hasil pemurnian dengan metode adsorpsi dibandingkan dengan standart SNI disajikan pada tabel 1. Dari tabel 1 dapat disimpulkan minyak hasil pemurnian memenuhi standar SNI.

**Tabel 1. Karakteristik minyak cengkeh**

No	Karakteristik Minyak Cengkeh	Pemurnian Bentonit	Standar SNI
1.	Warna	Kuning	Kuning
2.	Berat jenis	1,0473	1,0250- 1,0609
3.	Indek bias	1,5335	1,5200-1,5400
4.	Kelarutan dalam alcohol 70 %	1:1	1 : 2
5.	Kadar eugenol (%)	84	min, 78

### Dampak Ekonomi Masyarakat

Proses penyulingan berlangsung selama  $\pm 7$  jam, dengan hasil produk 6 kg minyak/250 kg daun cengkeh kering dan harga jual Rp. 145.000/kg. Jika menggunakan alat suling lama yang terbuat dari drum bekas kapasitas 100 kg dengan lama proses penyulingan 12 jam, menghasilkan produk 2,5 kg (*crude oil*) dan harga jual minyak cengkeh Rp. 80.000/kg. Laba yang diperoleh pengrajin setiap kali menyuling dengan alat baru Rp. 620.000,- sedangkan alat lama Rp. 90.000,-. Dengan alat suling baru bahan bakar lebih efisien dan proses penyulingan lebih cepat, karena pada bagian bawah ketel suling dilengkapi pipa api sehingga pemanasan akan merata pada dasar ketel dan bentuk tungku pembakaran yang sempurna. Untuk 6 kali penyulingan dibutuhkan 1 colt kayu bakar, dengan membeli seharga untuk 1 coltnya Rp. 300.000,- yang diperoleh dari penggergajian Sumur Gunung. Analisis ekonomi perbandingan alat suling lama dengan alat suling baru dan produk crude yang dimurnikan disajikan pada tabel 2.

**Tabel 2. Analisis Ekonomi laba yang diperoleh pengrajin dengan alat suling lama, alat suling baru dan dengan pemurnian**

Komponen	Alat suling lama (kapasitas 100kg /hr) dalam rupiah	Alat suling baru (kapasitas 250kg /hr) dalam rupiah	Pemurnian dg adsorbsi (kapasitas 100kg/hr)
Kayu bakar	30.000,-	50.000,-	30.000,-
Daun cengkeh	80.000,-	200.000,-	80.000,-
Adsorben	-	-	15.000,-
Produk	200.000,-	870.000,-	362.500,-
Laba/hari	90.000,-	620.000,-	237.500,-
Laba/bulan(24 hari)	2.160.000,-	14.880.000,-	5.700.000,-

Pada tabel 2 dapat disimpulkan bahwa laba yang diperoleh dengan alat suling baru keuntungan/bulan menjadi tujuh kali lipat dibandingkan alat suling lama, sedangkan dengan metode pemurnian keuntungan/bulan menjadi dua kali lipatnya.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari kegiatan Ipteks bagi Masyarakat, maka dapat disimpulkan bahwa pengrajin minyak cengkeh di Desa Kalisidi Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang dapat memproduksi minyak cengkeh dengan kualitas *purified* melalui alat penyulingan berbahan stainless steel dan pemurnian minyak cengkeh *crude* dengan metode adsorbsi. Produksi minyak cengkeh mengalami peningkatan, efisiensi waktu dan serta efisiensi bahan bakar pada proses penyulingan. Produk yang dihasilkan mempunyai nilai jual yang lebih tinggi, sehingga dapat meningkatkan pendapatan keluarga melalui peningkatan kuantitas dan kualitas produk minyak cengkeh.

## DAFTAR PUSTAKA

Anon, (2000), "Adsorption", Microsoft Corporation  
Cool, P. and Vansant, E. F., (1988), "*Pillared Clays : Preparation, Characterization and Application*", Moleculer Sieves, Springer

Guenther, E., (1990), *Minyak Atsiri*, Jilid IV b, U.I. Press, Jakarta  
Hernani dan Marwati, T., (2006), "Peningkatan Mutu Minyak Atsiri Melalui Proses Pemurnian". Konferensi Nasional Minyak Atsiri 2006, Solo pada tanggal 18-20 September 2006  
Katti, K. and Katti D., (2001), *Effect of Clay-Water Interactions on Swelling in Montmorillonite Clay*, Department of Civil Engineering and Construction North Dakota State University, Fargo  
Komadel, P., (2003), "Chemically Modified Smectites, Slovac Academy of Sciences", Slovakia, *Clay Mineral*, 38, 127 -138  
Kumar, P. and Jasra, R. V., (1995), "Evolution of Porosity and Surface Acidity in Montmorillonite Clay on Acid Activation", *Ind. Eng. Chem. Res.*, 34,1440 – 1448  
McCabe, R., (1996), *Clay Chemistry*, Edisi Kedua, John Wiley & Sons, Inc., Oxford  
Putra, R.S.A., (1998). "Desain alat pemucat minyak akar wangi skala industri kecil", Skripsi Fateta, Institut Pertanian Bogor (tidak dipublikasikan).  
Ryanto, A., (1994), *Bahan Galian Industri Bentonit*, Direktur Jendral Pertambangan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Mineral, Bandung.  
Sastrohamidjojo, H. (2002). *Kimia Minyak Atsiri*, Gajah Mada University Yogyakarta.