

## PEMBUATAN PROTOTYPE

### ALAT DESTILASI MINYAK ATSIRI SKALA INDUSTRI KECIL

Nanang Ruhyat, ST, MT

Staff Pengajar Fakultas Teknik Industri

Universitas Mercu Buana

### Abstract

*Aetheric oil is essential in pharmaceutical industry. This research is conducted to develop small scale distillation equipment that can be used by home industry to extract the aetheric oil. The result showed that the ratio of aetheric oil and raw material was very low; each 2 kg of raw material produced 40 ml aetheric oil. The quality of aetheric oil depended on the condition and the density of raw material, the kind of equipment material, and the duration of distillation process.*

*Keywords: aetheric oil, distillation equipment, quantity, quality*

*Minyak atsiri merupakan minyak yang diekstrak dari tanaman yang memiliki banyak kegunaan, terutama dalam industri farmasi, kosmetik, dan aroma terapi untuk kesehatan. Untuk itu perlu dikembangkan alat destilasi minyak atsiri agar minyak atsiri lebih memasyarakat dan sumber daya alam dalam bidang perkebunan dapat lebih termanfaatkan.*

*Untuk tujuan tersebut di atas, maka dibuat alat destilasi minyak atsiri skala kecil/lab dengan menggunakan bahan yang lebih murah agar terjangkau oleh masyarakat yang ingin memproduksi sendiri minyak atsiri atau melakukan percobaan-percobaan dalam rangka pengembangan proses destilasi minyak atsiri.*

*Perbandingan jumlah minyak yang dihasilkan dengan jumlah bahan baku sangat berbanding jauh, jika bahan baku yang didestilasikan sebanyak 2 (dua) kg, maka minyak yang dihasilkan hanya 40 ml. Kualitas minyak tergantung dari kondisi bahan baku, kepadatan bahan baku, jenis material alat dan lamanya proses destilasi.*

#### 1. PENDAHULUAN

Dalam industri makanan dan minuman, wewangian serta obat-obatan memerlukan minyak atsiri sebagai bahan pencampur yang terus berkembang penggunaannya, sejalan dengan meningkatnya industri-industri tersebut di atas.

Indonesia merupakan Negara yang subur dan banyak tempat yang cocok untuk membudidayakan tanaman yang dapat menghasilkan minyak atsiri. Minyak atsiri kurang dikenal secara luas penggunaannya, manfaat dan juga nilai ekonomisnya. Oleh karena itu penanaman dan pengolahannya masih

terkonsentrasi di beberapa daerah yang masih meliputi kelompok-kelompok tani. Industri minyak atsiri di Indonesia masih dilakukan oleh pengusaha-pengusaha yang memiliki modal besar, karena proses destilasi minyak atsiri yang memerlukan alat destilasi dengan harga yang sangat mahal, sehingga minyak atsiri belum menjadi industri rumah tangga dengan skala produksi kecil. Untuk itu perlu dikembangkan alat destilasi yang lebih murah yang terjangkau oleh industri rumah tangga dan dapat menghasilkan keuntungan bagi pengusahanya, sehingga industri minyak atsiri dapat lebih memasyarakat agar sumber daya alam khususnya bidang perkebunan dapat dimanfaatkan secara optimal dan juga dapat menjadi lapangan pekerjaan baru yang menyerap sumber daya manusia.

## 2. Tujuan

Tujuan dari rancang bangun alat destilasi minyak atsiri ini adalah :

- Membuat alat destilasi minyak atsiri skala industri kecil yang dapat menjadi acuan dasar untuk pembuatan alat destilasi minyak atsiri yang lebih besar.

## 3. Minyak Atsiri

Minyak Atsiri (*Essential Oil*) dikenal dengan nama Minyak Eteris atau Minyak

Terbang, adalah minyak yang dihasilkan dari tanaman yang mempunyai sifat mudah menguap pada suhu tertentu tanpa mengalami dekomposisi. Pada umumnya minyak atsiri mempunyai rasa getir, berbau wangi sesuai dengan bau tanaman penghasilnya, larut dalam penglarut organik dan tidak larut dalam air.

Tanaman penghasil minyak atsiri termasuk dalam famili *Pinaceae*, *Labiatae*, *Comporiteae*, *Laurateae*, *Myrtaceae* dan *Umbelliferceae*. Minyak atsiri bersumber dari setiap bagian tanaman, yaitu daun, bunga, buah, biji, batang, kulit, akar atau umbi (*rizhoma*), yang merupakan bahan baku untuk produk farmasi dan kosmetik alamiah di samping digunakan sebagai kandungan dalam bumbu maupun pewangi (*flur and fragrance ingredients*).

Dalam perdagangan internasional terdapat 80 jenis minyak atsiri yang diperdagangkan, sedangkan Indonesia saat ini baru mengeksport sekitar 12 jenis minyak atsiri antara lain: Minyak Nilam (*Patchouli Oil*), minyak Akar Wangi (*Vertiver Oil*), Minyak Sereh Wangi (*Cintronella Oil*), Minyak Kenanga (*Cananga Oil*), Minyak Kayu Putih (*Cajuput Oil*), Minyak Sereh Dapur (*Lemon Grass*), Minyak Cengkeh (*Cloves Oil*), Minyak Kayu Manis (*Cinamon Oil*), Minyak Cendana

(*Sandal Wood Oil*), Minyak Pala (*Nutmeg Oil*), Minyak Kemusku (*Cubeb Oil*), dan Minyak Lada (*Pepper Oil*). Minyak atsiri dikelompokkan pada SITC (*Standar Internasional Trade Classification*)-STIC 5513 (*Essential Oil*)-SITC55131 (*Essential oil Citrus Fruit*) dan SITC 55132 (*Other Essential Oil*).

#### 4. Potensi Ekonomis Minyak Atsiri (Minyak Nilam)

Berbicara soal komoditi ekspor non-migas, minyak atsiri dari nilam salah satu andalan. Bahkan negara kita tercatat sebagai salah satu pengekspor minyak nilam terbesar di dunia. Meski populer di pasar internasional, anehnya minyak atsiri kurang akrab di telinga kita. Apalagi masih sedikit yang mengenal sosok tanaman nilam dengan baik, padahal ini merupakan peluang bisnis yang dapat diandalkan.

Nilam merupakan salah satu dari 150 – 200 spesies tanaman penghasil minyak atsiri. Di Indonesia sendiri terdapat sekitar 40 – 50 jenis, tetapi baru sekitar 15 spesies yang diusahakan secara komersial. Tanaman nilam juga dikenal dengan nama komersil *Pogostemon Patchouli* atau *Pogostemon Cablin Benth*, atau *Pogostemon Mentha*.

Aslinya dari Filipina, tapi sudah dikembangkan juga di Malaysia, Madagaskar, Paraguay, Brasil, dan Indonesia. Akibat banyaknya ditanam di Aceh, kemudian juga dijuluki nilam Aceh, Varietas ini banyak dibudidayakan secara komersial.

Daerah Istimewa Aceh, terutama Aceh Selatan dan Tenggara, masih menjadi sentra nilam terluas di Indonesia (Ditjen Perkebunan, 1997). Disusul Sumatera Utara (Nias, Tapanuli Selatan), Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Jawa Tengah (Banyumas, Banjarnegara), dan Jawa Timur (Tulungagung). Umumnya, masih didominasi perkebunan rakyat berskala kecil.

Tanaman minyak atsiri di Propinsi Jawa Barat terdapat di beberapa daerah Kabupaten, dan yang saat ini sudah berorientasi ke arah perdagangan ekspor adalah jenis minyak akar wangi (*Vertiver Oil*) dan minyak nilam (*Patchouli Oil*).

Untuk minyak nilam, daerah budidaya tersebar di Kabupaten Tasikmalaya, Kuningan dan Garut. Alat destilasi minyak nilam saat ini sudah menggunakan sistem destilasi dengan menggunakan mesin yang ramah lingkungan.

Varietas lainnya, *Pogostemon Heyneanus*, berasal dari India, juga disebut nilam Jawa atau nilam hutan

karena banyak tumbuh di Pulau Jawa. Ada lagi ***Pogostemon Hortensis***, atau nilam sabun (minyak atsiri bisa untuk mencuci pakaian). Banyak terdapat di daerah Banten, Jawa Barat, sosok tanamannya menyerupai nilam Jawa, tetapi tidak berbunga.

Sebagai tanaman penghasil minyak atsiri yang bernilai ekonomis tinggi, nilam bisa menjadi alternatif untuk meningkatkan ekspor nonmigas, terbukti minyak nilam telah tercatat sebagai penyumbang terbesar devisa negara ketimbang minyak atsiri lainnya.

Volume ekspor minyak nilam periode 1995-1998 mencapai 800-1.500 ton dengan nilai devisa US\$ 18-53 juta. Sementara data terbaru menyebutkan, nilai devisa dari ekspor minyak nilam sebesar US\$ 33 juta, 50% dari total devisa ekspor minyak atsiri Indonesia. Secara keseluruhan Indonesia memasok lebih dari 90% kebutuhan minyak nilam dunia (Nuryani Y.,2001).

Berdasarkan laporan Marlet Study Essential Oils and Oleoresi (ITC), produksi nilam dunia mencapai 500-550 ton per tahun. Produksi Indonesia sekitar 450 ton per tahun, kemudian disusul Cina (50-80 ton per tahun). Produk minyak atsiri dunia yang didominasi Indonesia, antara lain nilam, sereh

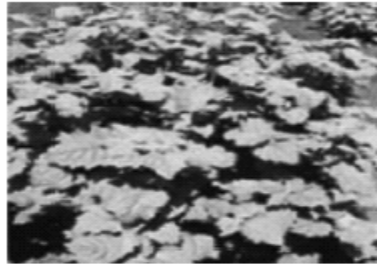
wangi, minyak daun cengkeh, dan kenanga.

Sebelum diekspor, minyak nilam biasanya ditampung oleh agen eksportir. Harga minyak nilam di pasaran lokal (di tingkat agen eksportir) berkisar Rp.200.000,- -Rp.250.000,- per kg (di New York, AS \$14-23,5). Negara tujuan ekspornya meliputi Singapura, India, AS, Inggris, Belanda, Prancis, Jerman, Swiss, dan Spanyol.

Ada kalanya petani (terutama yang tidak punya alat destilasi) menjual daun nilam dengan harga Rp.2000,- per kg (kering) atau Rp.400,- per kg (basah). Penampungnya tidak lain petani pemilik ketel destilasi. Dulu, sebelum petani mengenal alat destilasi, yang diekspor adalah daun nilam kering. Alat destilasi mulai dikenal tahun 1920-an.

Minyak nilam Indonesia sangat digemari pasar Amerika dan Eropa. Terutama digunakan untuk bahan baku industri pembuatan minyak wangi (sebagai pengikat bau atau fixative parfum), kosmetik, dll.

Komponen utama minyak nilam (diperoleh dari destilasi daun nilam) berupa patchouly alcohol (45-50%), sebagai penciri utama dan bahan industri kimia.



**Gambar 1**  
**Tanaman Nilam**



**Gambar 2**  
**Nilam Kering**

**Tabel 1.** Contoh hasil minyak nilam yang dihasilkan oleh pabrik destilasi Desa Cikondang, Majalengka.

Karakteristik	Hasil	SNI 06-2385-1991
Kadar air, % (v/b)	23.0	
Kadar minyak, % (v/b)	2.60	
Rendemen, % (v/b)	1.60	
Warna	Kuning	Kuning muda sampai coklat
Berat jenis, 25°C/25°C	0.9625	0.943-0.983
Indeks bias, 25°C	1.5057	1.506-1.516
Putaran optik	-55° 12°	(-47°)-(-60°)
Kelarutan dalam alcohol 90%	Larut 1:7.5	Larut jernih 1:1-10
Bilangan asam, %	3.39	Maks. 10
Bilangan ester, %	1.74	Maks. 10
Patchouli alcohol, % (GC)	32.8 - 40.55	-

(Sumber Pabrik destilasi desa Cikondang, Majalengka)

Sebuah referensi menyebutkan, minyak nilam bisa untuk bahan antiseptik, anti jamur, anti jerawat, obat eksim, dan kulit pecah-pecah serta ketombe.

Juga bisa mengurangi peradangan bahkan dapat juga mengurangi kegelisahan dan depresi, atau membantu penderita insomnia (gangguan susah tidur). Oleh karena itu minyak ini sering dipakai untuk

bahan terapi aroma. Juga bersifat **afrodisiak** atau meningkatkan gairah seksual.

Bukan Cuma minyak nilamnya yang bermanfaat, di India daun kering nilam juga digunakan sebagai pengharum pakaian dan permadani. Selain itu, rebusan atau jus daun nilam, kabarnya, dapat diminum sebagai obat batuk dan asma.

Remasan akarnya untuk obat bisul dan pening kepala.

Kadar minyak nilam bervariasi, tergantung pada varietasnya. Nilam Aceh (*Pogostemon cablin*), karena tidak berbunga, kadar minyak tinggi (2,5-5 %).

Begitu pula sifat minyaknya disukai pasar. Nilam Jawa (*Pogostemon heyneanus*) karena berbunga, kadar minyaknya rendah (0,5-1.5 %). Komposisi minyaknya kurang diminati. Sedangkan nilam sabun (*Pogostemon hortensis*), kadar

minyak (0,5-1,5 %) dan jenis ini kurang disukai pasar.

Oleh karena itu, dengan berkembangnya industri minyak atsiri maka alat destilasi merupakan potensi usaha yang dapat dikembangkan.

## 5. Pembuatan Alat Destilasi

### 5.1. Karakteristik Bahan

Bahan yang didestilasi menggunakan daun nilam kering (*Pogostemon Pachtouly*) yang akan menghasilkan *Pachtouly Oil*. Karakteristik dari bahan yang akan didestilasi yaitu :

Tabel 2. Karakteristik Bahan

Karakteristik	Keterangan
Spesifik Gravitasi pada 25°C/25°C	0.9625
Massa Jenis pada 25°C, ρ	0.9625 x 1000 = 962,5 kg/m <sup>3</sup> Spesifik Gravitasi, $\rho_s = 0.9625 = \rho/\rho_{H_2O}$ (acuan massa jenis air)
Kalor Spesifik Bahan	0.5 Btu/lb/°F = 2093.4 J/kg.°C
Kalor Laten Minyak Nilam	846 kJ/kg
Kadar Air	10 % (v/b) (ml/g)
Rendemen	1.6 % (v/b) (ml/g)
Titik Didih	257°C
<i>Pachtouly Alcohol</i>	32.8 – 40.55 % (GC/Gas Chromography)
Kepadatan Bahan dalam Tangki	0.080 – 0.085 kg/ltr (standar Balitro)

Sumber Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika (Balitro)

### 5.2. Konstruksi Ketel Uap

Bahan

: Alumunim Alloy (a184.0.0 Cast Tempered)

Diameter : 350 mm  
 Tinggi : 400 mm  
 Kapasitas tangki bahan : 2.45 kg (nilam kering)  
 Kepadatan bahan dalam tangki : 0.08 kg/liter  
 Uap air yang dibutuhkan : 8.6 liter  
 Uap air per jam : 1.84 liter = 1.84 kg

Luasan dasar ketel dengan diameter 0.35 m =  $(3.14 \times 0.35^2) / 4 = 0.096 \text{ m}^2$

Jadi luasan dasar ketel yang ada sudah dianggap mencukupi untuk jumlah perpindahan kalor yang diperlukan untuk menguapkan air destilasi. Jumlah perpindahan kalor yang terjadi juga tergantung oleh luasan efektif dasar ketel yang terkena oleh sumber kalor.

a. Tebal Isolasi Dinding Ketel

Bahan Isolasi : Jika menggunakan karet talang dan kaca-serat L = 0.53 m

Karet talang (karet dengan karbon hitam),  $k = 0.24 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$

Tebal = 0.8 mm = 0.08 cm = 0.0008 m

Selubung kaca-serat,  $k = 86 \text{ mW/m} \cdot ^\circ\text{C} = 0.086 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$

Tebal = 1.45 cm = 0.0145 m

Kondisi isolasi = dinding ketel karet kaca-serat karet

Kerugian kalor konveksi bebas tanpa isolasi (dari dinding ketel) = 195.7 W

Penurunan rugi-rugi kalor konveksi bebas dari dinding ketel =  $(195.7 - 111) / 195.7 = 43.3 \%$

b. Rugi-rugi Kalor Konveksi Bebas pada Dinding Pipa Uap

Parameter-parameter

Suhu dinding ketel,  $T_w = 100^\circ\text{C}$  (asumsi)

Suhu udara lingkungan,  $T_\infty = 30^\circ\text{C}$

Tebal Isolasi Dinding Uap

Bahan Isolasi : Jika menggunakan selubung kaca-serat L = 1.4 m

Selubung kaca-serat,  $k = 86 \text{ mW/m} \cdot ^\circ\text{C} = 0.086 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$

Tebal = 1.45 cm = 0.0145 m

Kondisi isolasi : dinding pipa uap selubung kaca-serat

$q = (T_w - T_\infty) / R_{th} = (100 - 30)^\circ\text{C} / 1.69^\circ\text{C/W} = 41.42 \text{ W}$

Kerugian kalor konveksi bebas tanpa isolasi (dari dinding ketel) : 60.22 W

Penurunan rugi-rugi kalor konveksi bebas dari dinding pipa uap

$$= (60.22-41.42)/60.22 = \mathbf{31.2 \%}$$

### c. Desain Kondensor (*Stainless Steel Tube*)

Konstruksi Kondensor

Bahan *Tube* : Stainless Steel (Cr 16-26, ni 8-36)

$$d_1 : 11.1 \text{ mm} = 0.0111 \text{ m}$$

$$d_0 : 12.7 \text{ mm} = 0.0127 \text{ m}$$

$$k = : 14.64 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

Bahan *Shell* : Alumunium Alloy (asumsi A184.0. Cast or Tempered)

Tebal : 1 mm

Diameter : 350 mm

Tinggi : 400 mm

$$d_{\text{tangki}} = 350 \text{ mm} = 0.35 \text{ m}$$

$m = 0.04 \text{ kg/s}$  (laju aliran air pendingin)

$$A = 3.14 \times (0.35/2)^2 = 0.0962\text{m}^2 \text{ (luas penampang tangki)}$$

$$T_i = 90.5 \text{ }^\circ\text{C} \text{ dan } T_0 = 98.834 \text{ }^\circ\text{C}$$

Jadi luasan perpindahan kalor yang diperlukan yaitu **0.1173 m<sup>2</sup>**

$$\text{Panjang tube yang dibutuhkan yaitu } 0.1173/(3.14 \times 0.0127) = \mathbf{2.94 \text{ m}}$$

## 5.3. PEMBUATAN ALAT

### 1. Komponen-komponen Utama Alat

#### a. Ketel Uap

Ketel memiliki ukuran diameter 350 mm dan tinggi 400 mm dengan ketebalan 1 mm. pinggiran ketel bagian atas dibuat kerah untuk menyangga tangki bahan baku dan juga sebagai tempat untuk perapat agar uap tidak keluar.

#### b. Tangki Bahan Baku



Tangki bahan baku juga terbuat dari bahan alumunium berukuran diameter 320 mm dan tinggi 380 mm



Gambar.

Bagian dalam ketel bahan

dengan pinggiran bagian atasnya

diberi kerah seperti ketel uap sebagai tempat melekatnya gasket/perapat. Bagian dasar dibuat berlubang-lubang dengan diameter 10 mm agar uap dapat masuk ke dalam bahan baku. Kapasitas tangki didesain untuk memuat bahan baku dengan jenis daun nilam kering maksimal 2.5 kg (volume tangki  $\pm$  30.5 liter).

#### c. Penutup Ketel Uap

Penutup ketel dibuat dari alumunium yang pada bagian atasnya dibuat lubang untuk saluran keluarnya uap dari tangki bahan. Pada bagian kerahnya dibuat lubang untuk baut pengunci sebanyak 8 buah yang mengikat kerah tangki bahan dan ketel uap agar perapat dapat berfungsi dengan baik, sehingga uap tidak keluar/bocor.



Gambar 4. Tutup ketel

#### d. Pipa Ketel Uap – Kondensor

Pipa ini terbuat dari stainless steel dengan diameter  $\frac{3}{4}$  inchi dan panjang 1.5 m. pipa tersebut berfungsi untuk menyalurkan uap dari ketel destilasi ke kondensor untuk dikondensasi. Pada kedua ujungnya diberi water mur  $\frac{3}{4}$  inchi yang masing-masing terhubung ke lubang keluar tangki destilasi dan masuk ke kondensor.

#### e. Tube Kondensor

*Tube* kondensor terbuat dari stainless steel dengan diameter  $\frac{1}{2}$  inchi dan biasa digunakan untuk peralatan pendingin atau pemanas. *Tube* kondensor dibuat berliku-liku dalam arah vertical yang kedua ujungnya diberi nepel  $\frac{1}{2}$  inchi untuk disambungkan dengan pipa uap dan juga dengan kran pada saluran keluar kondensat.



Gambar 5. Pipa Kondenser

f. Tangki Kondensor

Tangki ini terbuat dari bahan alumunium dengan ukuran diameter 350 mm dan tinggi 400 mm. Pada tangki kondensor dibuat 3 lubang, yaitu 1 lubang untuk saluran keluar air pendingin dan 2 lubang untuk saluran masuk dan keluar uap yang akan dikondensasi.

Gambar 6. Tangki Kondenser

Alat pemisah air minyak ini dibuat



... dan perancangannya, pembuatan alat destilasi dan pengujian yang dilakukan. Sebagai pertimbangan ekonomis, berikut sedikit kalkulasi yang didapat.

g. Alat pemisah Air-Minyak Sederhana

Tabel 4. Pertambahan nilai :

Keterangan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
Daun Nilam Kering	3 kg	3000	9000
Minyak Tanah	1.5 ltr	2800	4200
Penggunaan Briket	1.5 kg	2500	3750
Hasil Minyak Nilam (Rendemen 1.5%)	37.5 ml 0.036	150000	5400

Dari perkiraan biaya di atas terlihat bahwa :

Biaya operasi dalam 1 kali proses destilasi = Rp. 13.200 ,-(Minyak Tanah)

= Rp. 12.750 ,-(Briket)

Nilai ekonomis hasil minyak nilam = Rp. 5.400,-

Nilai jual minyak 37-37.5 ml minimal = Rp. 18.600 = Rp. 484/ml

Harga minyak nilam di pasaran berkisar Rp. 150.000-200.000 per kilogram.

6. Kesimpulan

a. Alat destilasi dengan kapasitas kecil dapat dibuat dengan menggunakan bahan alumunium untuk ketel uap, tangki bahan dan tangki kondensornya karena lebih murah dibandingkan dengan menggunakan *stainless steel*.

b. Alat destilasi yang dibuat dengan skala kecil/laboratorium kurang cocok digunakan untuk menghasilkan minyak

secara massal karena kurang ekonomis, tetapi dapat digunakan di rumah untuk menghasilkan minyak atsiri jenis lain dari bahan baku yang berbeda untuk keperluan sendiri/percobaan-percobaan.

c. Proses destilasi sebaiknya dilakukan di tempat yang terlindung dari angin, karena akan mengganggu sumber kalor sehingga proses destilasi menjadi tidak stabil.

3. Bahan yang akan didestilasi sebaiknya berasal dari sumber yang sama agar kualitasnya tidak jauh berbeda, dan pastikan bahwa bahan baku tidak tercampur dengan tanaman yang berbeda serta tidak terdapat jamur pada bahan, karena akan mengurangi minyak yang akan dihasilkan.

4. Mengganti sistem pengunci mur-baut pada tutup ketel dengan yang lebih praktis dan menggunakan bahan perapat yang lebih tebal pada penutup ketel untuk meminimalisir kebocoran uap.

5. Pada kenyataannya rendemen yang dihasilkan yang dapat diterima para Pengumpul adalah 2,8 sedangkan untuk ekspor adalah 3,4. Tetapi ada sedikit kegagalan dalam pasar, Pemasok utama adalah Singapore, dimana mereka tidak memperdulikan tingkatan rendemen yang dihasilkan, lebih rendah lebih baik,

karena mereka memiliki mesin proses sendiri dan mereka pun memiliki pasar.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Abetti, Pier A. *Linking Technology and Business Strategy*. American Management Association. New York. 1998.
2. Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI. *Kebijakan dan Strategi Umum Pengembangan Industri Kecil Menengah*. Jakarta. 2002.
3. Guenther, Ernest, "Minyak Atsiri (Vol. I)", Universitas Indonesia Press, Jakarta, 1994
4. Holman, J.P., "Perpindahan Kalor", Penerbit Erlangga, Jakarta, 1994
5. Koestoer, Raldi A., "Perpindahan Kalor untuk Mahasiswa Teknik", Salemba Teknika, 2002
6. Kataren S., dan Djatmiko B. *Minyak Atsiri Bersumber Dari Daun*, Departemen Teknologi Pertanian Fatameta IPB, Bogor, 1978
7. Lembaga Penelitian ITB. *Studi Transfer Teknologi Kepada UKM Beserta Pengembangan Riset Daerah*. Bandung. 2002.
8. Tjakraatmadja, Jann H. *Manajemen Teknologi*. Studio Manajemen ITB. Bandung. 1998.
9. Umar, Husein. *Metodologi Penelitian Untuk Skripsi dan Tesis Bisnis*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 2003.
10. Wibisono, D. *Riset Bisnis: Panduan Bagi Praktisi dan Akademisi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 2003.
11. Yusanto, HG., Pengaruh Variasi Massa Daun dan Batang Nilam Terhadap Rendemen dan Waktu Kritis Yang

dihasilkan, Skripsi SI Jurusan Teknik  
Mesin UNTAR, Jakarta, 2000