

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau trjajian suatu masalah  
b. Pengutipan tidak mengalkan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



# DESAIN ALAT PEMUCAT MINYAK AKAR WANGI

## SKALA INDUSTRI KECIL



Oleh

**RUSSANTORO SAPTA ADHI PUTRA**

**F 30.1790**



1998

**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**BOGOR**

Russantoro Sapta Adhi Putra. F 30.1790. Desain Alat Pemucat Minyak Akar Wangi Skala Industri Kecil. Di bawah bimbingan Erliza Hambali dan Ade Iskandar.

## RINGKASAN

Minyak akar wangi merupakan salah satu jenis minyak atsiri yang telah diusahakan secara komersial. Minyak akar wangi dikenal di pasaran internasional dengan nama *vetiver oil*, diperoleh dari bagian akar tanaman akar wangi (*vetiveria zizanoides* Stapt.) melalui proses penyulingan.

Selama ini, minyak akar wangi yang dihasilkan oleh para penyuling berwarna coklat kehitaman sehingga berpengaruh pada mutu minyak. Karena itu Rohayati (1997) melakukan penelitian skala laboratorium untuk memucatkan minyak akar wangi agar mutunya dapat ditingkatkan. Untuk penerapan hasil penelitian pada skala industri rumah tangga diperlukan alat dengan skala lebih besar. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh desain alat pemucat minyak akar wangi skala industri rumah tangga yang merupakan pengembangan dari alat pemucat yang digunakan pada skala laboratorium.

Metode yang digunakan untuk membuat alat pemucat minyak akar wangi terdiri dari tahap identifikasi peralatan yang dibutuhkan, pemilihan bahan, rancang bangun alat, uji coba alat, penyempurnaan rancangan dan analisis minyak. Analisis minyak meliputi rendemen, persen transmisi, warna minyak, bobot jenis, indeks bias, bilangan asam, bilangan ester serta bilangan ester setelah asetilasi.

Kapasitas alat pemucat minyak akar wangi adalah 6 kilogram/per batch. Dengan menggunakan alat pemucat ini, penggunaan bentonit sebanyak 2 persen dari berat

minyak dapat meningkatkan kejernihan minyak dari 78 persen menjadi 86 persen dengan rendemen sebesar 81,5 persen. Hasil analisis lainnya terhadap minyak akar wangi yang telah dipucatkan tidak mengalami perbedaan yang nyata kecuali persen transmisi dan bilangan ester setelah asetilasi.

Hak cipta milik IPB University

IPB University





# DESAIN ALAT PEMUCAT MINYAK AKAR WANGI

## SKALA INDUSTRI KECIL

Oleh

**RUSSANTORO SAPTA ADHI PUTRA**

**F 30.1790**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**  
pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian  
**Fakultas Teknologi Pertanian**  
**Institut Pertanian Bogor**

1998

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**  
**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**  
**BOGOR**



FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

DESAIN ALAT PEMUCAT MINYAK AKAR WANGI  
SKALA INDUSTRI KECIL

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN  
pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

Oleh

RUSSANTORO SAPTA ADHI PUTRA

F 30.1790

Dilahirkan pada tanggal 11 Juli 1974

Di Jakarta



  
**Ir. Ade Iskandar**  
Dosen Pembimbing II

  
**Ir. Erliza Hambali, Msi**  
Dosen Pembimbing I

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau trjajian suatu masalah  
b. Pengutipan tidak mengalkan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini berjudul **Desain Alat Pemucat Minyak Akar Wangi Skala Industri Kecil**, merupakan pengembangan alat dari pemucatan skala laboratorium. Alat ini akan digunakan untuk memucatkan minyak akar wangi hasil penyulingan di industri minyak akar wangi Kecamatan Samarang, Kabupaten Garut.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir.Erliza Hambali, MSi. Dan Ir.Ade Iskandar selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran dan perhatiannya selama penyusunan tulisan ini.
2. Drs.Purwoko, selaku dosen penguji atas kesediaan menguji penulis serta arahan dan saran yang diberikan kepada penulis.
3. Jurusan teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menuntut ilmu hingga selesai.
4. Bapak H.yusuf, penyuling minyak akar wangi yang telah membantu untuk uji coba alat.
5. Bapak Hendra, teknisi Bangsal Percontohan Pengolahan Hasil Pertanian yang membantu membuat alat.
6. Ayahanda (alm), Ibunda, Kakak serta Adik atas doa serta dukungan moril dan materil yang sangat berarti bagi penulis.
7. Teman-temanku wisma "COMBI" yang telah memberikan bantuan, saran dan persahabatan yang tulus.



8. Rekan-rekanku Hastono, Silam, Ali Nasoetion, Nina, Ning, Wiwid, Andreas, Yusuf, Aryoko, Roni, Ariel yang atas segala bantuannya.
9. Komalasari atas dorongan semangat yang telah diberikan kepada penulis.
10. Seluruh staf dan laboran jurusan Teknologi Industri Pertanian yang banyak membantu penulis dalam penelitian.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu untuk penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Penulis,

Mei, 1998





## DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| KATA PENGANTAR .....                            | v       |
| DAFTAR ISI .....                                | viii    |
| DAFTAR TABEL .....                              | x       |
| DAFTAR GAMBAR.....                              | xi      |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                           | xii     |
| I. PENDAHULUAN.....                             | 1       |
| A. LATAR BELAKANG .....                         | 1       |
| B. TUJUAN PENELITIAN .....                      | 2       |
| II. TINJAUAN PUSTAKA .....                      | 3       |
| A. TANAMAN AKAR WANGI .....                     | 3       |
| B. MINYAK AKAR WANGI .....                      | 6       |
| C. PEMUCATAN MINYAK AKAR WANGI .....            | 9       |
| D. BENTONIT .....                               | 10      |
| E. DESAIN ALAT .....                            | 11      |
| F. PEMUCATAN SKALA LABORATORIUM .....           | 13      |
| G. INDUSTRI KECIL .....                         | 14      |
| III. BAHAN DAN METODE .....                     | 15      |
| A. BAHAN DAN ALAT .....                         | 15      |
| B. METODE PENELITIAN .....                      | 15      |
| 1. Identifikasi Peralatan yang dibutuhkan ..... | 16      |



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak mengizinkan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 2. Desain Alat .....                | 16 |
| 3. Pemilihan Bahan .....            | 16 |
| 4. Rancang Bangun Alat .....        | 17 |
| 5. Uji Coba Alat .....              | 17 |
| 6. Analisis Minyak .....            | 17 |
| 7. Penyempurnaan Alat .....         | 17 |
| 8. Analisis Ekonomi .....           | 18 |
| V. HASIL DAN PEMBAHASAN .....       | 20 |
| A. KONSTRUKSI ALAT .....            | 20 |
| B. MEKANISME KERJA ALAT .....       | 20 |
| C. PANCI REAKSI .....               | 22 |
| D. PENGADUK .....                   | 24 |
| E. ALIRAN GAS .....                 | 25 |
| F. KERANGKA MEJA .....              | 27 |
| G. UJI COBA ALAT .....              | 27 |
| H. ANALISIS MINYAK AKAR WANGI ..... | 28 |
| I. ANALISIS EKONOMI .....           | 36 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN .....       | 38 |
| A. KESIMPULAN .....                 | 38 |
| B. SARAN .....                      | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                | 39 |
| LAMPIRAN                            |    |



## DAFTAR TABEL

|  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 1. Standar Mutu Minyak Akar Wangi berdasarkan Standar Nasional Indonesia Dan <i>Essential Oil Association of USA (EOA)</i> ..... | 7       |
| Tabel 2. Hasil Analisa terhadap Minyak Akar Wangi .....  | 28      |



## DAFTAR GAMBAR

|  | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 1. Tanaman Akar Wangi .....   | 4       |
| Gambar 2. Akar Wangi yang Siap untuk Disuling .....  | 5       |
| Gambar 3. Diagram Alir Tahapan Penelitian .....  | 19      |
| Gambar 4. Tampak Depan Alat Pemucat Minyak Akar Wangi .....  | 21      |
| Gambar 5. Tampak Samping Alat Pemucat Minyak Akar Wangi .....  | 22      |
| Gambar 6. Pengaruh Bahan Pemucat terhadap persen transmisi Minyak akar wangi sebelum dan sesudah pemucatan .....                 | 31      |
| Gambar 7. Pengaruh Bahan Pemucat terhadap Bilangan Asam Minyak akar wangi sebelum dan sesudah pemucatan .....                    | 34      |
| Gambar 8. Pengaruh Bahan Pemucat terhadap Bilangan Ester setelah asetilasi Minyak akar wangi sebelum dan sesudah pemucatan ..... | 36      |



## DAFTAR LAMPIRAN

|   | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1. Gambar Piktorial Alat Pemucat .....   | 41      |
| Lampiran 2. Perhitungan untuk ketebalan minimum Stainless steel .....                                 | 46      |
| Lampiran 3. Analisis Mutu Minyak Akar Wangi .....   | 47      |
| Lampiran 4. Hasil Analisis Laboratorium Minyak Akar Wangi .....                                       | 55      |
| Lampiran 5a. Pengaruh penambahan bentonit terhadap perubahan persen transmisi minyak akar wangi ..... | 56      |
| Lampiran 5b. Daftar Analisis Keragaman Penambahan bentonit terhadap persen transmisi .....            | 56      |
| Lampiran 6a. Pengaruh penambahan bentonit terhadap perubahan bobot jenis minyak akar wangi .....      | 57      |
| Lampiran 6b. Daftar Analisis Keragaman Penambahan bentonit terhadap bobot jenis .....                 | 57      |
| Lampiran 7a. Pengaruh penambahan bentonit terhadap perubahan Indeks bias minyak akar wangi .....      | 58      |
| Lampiran 7b. Daftar Analisis Keragaman Penambahan bentonit terhadap Indeks Bias .....                 | 58      |
| Lampiran 8a. Pengaruh penambahan bentonit terhadap perubahan Bilangan Asam minyak akar wangi .....    | 59      |
| Lampiran 8b. Daftar Analisis Keragaman Penambahan bentonit terhadap Bilangan Asam .....               | 59      |



|  |    |
|--|----|
| Lampiran 9a. Pengaruh penambahan bentonit terhadap perubahan Bilangan Ester minyak akar wangi .....                    | 60 |
| Lampiran 9b. Daftar Analisis Keragaman Penambahan bentonit terhadap Bilangan Ester .....                               | 60 |
| Lampiran 10a. Pengaruh penambahan bentonit terhadap perubahan Bilangan Ester setelah Asetilasi minyak akar wangi ..... | 61 |
| Lampiran 10b. Daftar Analisis Keragaman Penambahan bentonit terhadap Bilangan Ester setelah Asetilasi .....            | 61 |



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## I. PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Minyak akar wangi merupakan salah satu jenis minyak atsiri yang diperoleh dari bagian akar tanaman akar wangi (*Vetiveria zizaniodes* Stapt) melalui proses penyulingan dan telah diusahakan secara komersial. Minyak ini dikenal di pasaran internasional dengan nama *vetiver oil*.

Daerah penanaman akar wangi terdapat di Jawa Barat (terutama Kabupaten Garut) dan sebagian kecil tersebar di daerah Jawa Tengah, Jawa Timur dan Sumatera Utara. Penghasil utama minyak akar wangi di Indonesia adalah Kabupaten Garut (Jawa Barat) yang mampu menghasilkan 90 persen dari total ekspor minyak akar wangi Indonesia.

Pada tahun 1992, ekspor minyak akar wangi Indonesia tercatat 19.710 kg dengan nilai US \$ 449.818 (BPS, 1993). Pada tahun 1993 ekspor produk ini meningkat menjadi 59.035 kg dengan nilai US\$ 2.478.744 (BPS, 1994). Sedangkan pada tahun 1994 volume ekspor produk ini menurun menjadi 54.249 kg dengan nilai ekspor US\$ 3.572.322 (BPS, 1995). Terjadinya fluktuasi ekspor ini bukan hanya dipengaruhi oleh permintaan konsumen tetapi juga dikarenakan oleh kondisi mutu dan kemampuan produksi minyak akar wangi Indonesia masih bervariasi.

Salah satu masalah yang menyebabkan turunnya mutu minyak akar wangi adalah warna minyak yang gelap dan mengandung kotoran terlarut (Anonim, 1993). Menurut Ketaren (1985), mutu minyak atsiri ditentukan oleh jenis tanaman dan umur panen, perlakuan bahan sebelum ekstraksi, sistem, jenis peralatan dan kondisi waktu

ekstraksi, perlakuan terhadap minyak setelah ekstraksi serta pengemasan dan penyimpanan minyak.

Pemucatan merupakan salah satu upaya dalam meningkatkan stabilitas dan mutu minyak akar wangi. Dengan cara ini diharapkan mutu minyak akar wangi dapat ditingkatkan sehingga harga jualnya dapat ditingkatkan. Pemucatan dilakukan secara kimia dengan menambahkan bahan-bahan yang dapat menyerap kotoran dan mengikat ion logam yang bereaksi dengan komponen minyak. Bahan kimia tersebut diantaranya adalah adsorben.

Hambali,*et.al.* (1997), telah melakukan pemucatan minyak akar wangi dengan menggunakan bahan pemucat bentonit, arang aktif dan asam sitrat dengan hasil terbaik menggunakan bahan pemucat bentonit 2 % dengan persen transmisi sebesar 88 %. Penerapan hasil penelitian skala laboratorium memerlukan pengembangan alat untuk dapat diterapkan dalam industri rumah tangga. Alat pemucat yang didesain merupakan pengembangan dan modifikasi dari alat yang digunakan untuk skala laboratorium.

## B. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh desain alat pemucat minyak akar wangi skala industri rumah tangga.





## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. TANAMAN AKAR WANGI

Tanaman akar wangi (*Vetiveria zizaniodes* Stapt) termasuk famili *Graminae*, kelas *Monocotyledonae*, phylum *Angiospermae* dan divisi *Antophyta*. Akar tanaman ini tumbuh merumpun, lebat, akar tinggalnya bercabang banyak dengan warna kuning pucat atau abu-abu sampai merah tua. Daunnya tampak kasar, berwarna hijau sampai kelabu, panjangnya 75-100 cm dan tidak mengandung minyak. Tanaman akar wangi di pulau Jawa tidak berbunga sehingga termasuk *Andropogon miricatus* Retz. Umumnya jenis yang tidak berbunga menghasilkan rendemen minyak yang lebih tinggi (Guenther, 1972).

Tanaman akar wangi dapat diperbanyak secara vegetatif dengan memasukkan bonggolnya ke dalam lubang tanaman berukuran 20 x 20 x 15 cm dengan jarak tanam 40 x 60 cm, 60 x 60 cm dan 40 x 80 cm tergantung dari kemiringan tanah. Semakin miring keadaan tanah maka jarak tanam semakin renggang. Begitu pula penanaman polikultur, jarak tanam harus lebih renggang daripada monokultur. Penanaman akar wangi tidak boleh pada tempat terlindung, karena akan menyebabkan pengaruh yang kurang baik pada pertumbuhan akar (Guenther, 1972).

Tanah yang baik untuk pertumbuhan akar wangi adalah tanaman berpasir atau tanah abu vulkanik. Pada tanah tersebut akar tanaman menjadi panjang dan lebat serta akar mudah dicabut. Bila ditanam pada tanah yang keras, padat dan liat, akar tanaman akan sulit dicabut dan menghasilkan akar dengan rendemen minyak yang lebih rendah.



@Hak cipta milik IPB University



Gambar 1. Tanaman Akar Wangi

Akar wangi tumbuh pada daerah yang berbukit dan bergelombang dengan jenis tanah andosol. Jenis tanah ini memiliki tekstur yang kasar dengan kadar pasir dan debu lebih dari 60 persen dengan kemiringan tanah di atas 15 persen (Anonim, 1989 di dalam Rohayati 1997).

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak mengiklankan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Pemeliharaan yang perlu dilakukan adalah pemupukan dan pemangkasan, sedangkan pemberantasan hama tidak banyak diperlukan. Pemangkasan daun dilakukan setiap enam bulan sekali akan memberikan pengaruh yang baik pada pertumbuhan akar (Grimshaw, 1988).

Pemanenan akar wangi lebih baik dilakukan pada musim kemarau sebab akan diperoleh kadar air yang rendah dan cepat kering. Akar yang telah dipanen selanjutnya dikibaskan, dicuci, dijemur di bawah sinar matahari langsung dan siap untuk disuling.



Gambar 2. Akar Wangi yang siap untuk Disuling

## B. MINYAK AKAR WANGI

Komposisi minyak akar wangi terdiri dari terpen, seskuiterpen (vetiven) dan senyawa hidrokarbon beroksigen (Ketaren, 1985). Menurut Guenther (1972), senyawa hidrokarbon beroksigen terdiri dari vetiveron (vetivone) dan vetiverol (vetivenol). Senyawa lainnya yang terdapat dalam minyak akar wangi adalah senyawa keton, aldehid, alkohol dan ester-ester yang memberikan bau khas. Senyawa-senyawa tersebut misalnya vetivenil, vetivenat, asam palmitat dan asam benzoat.

Mutu minyak akar wangi tidak hanya tergantung pada umur akar, tetapi juga tergantung pada lama penyulingan. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu minyak akar wangi antara lain adalah jenis tanaman, iklim, tanah, umur tanaman/waktu panen, kondisi bahan baku, bahan konstruksi alat penyuling dan metode penyulingan. Waktu penyulingan yang cukup lama akan menghasilkan minyak dengan titik didih yang tinggi, yang menjadi penentu nilai dan bau minyak. Penilaian mutu minyak akar wangi dilakukan dengan cara menganalisa sifat fisiko kimia. Tujuan menganalisa sifat fisiko kimia ini adalah untuk mendeteksi pemalsuan, mengevaluasi kemurnian minyak serta mengidentifikasi jenis dan kegunaan minyak.

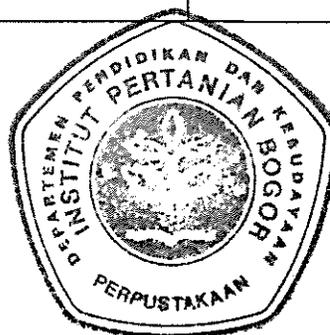
Umumnya minyak akar wangi yang baik ditandai dengan bobot jenis dan putaran optik yang tinggi, komposisi bau yang lebih sempurna dan ketahanan bau lebih lama. Menurut Moestofa dan Moermanto (1988), minyak akar wangi bermutu tinggi bila memiliki bilangan ester di atas 12 dan bilangan ester setelah asetilasi di atas 125.

Standar mutu minyak akar wangi dalam perdagangan internasional belum seragam, karena masing-masing negara penghasil dan pengimpor memiliki standar mutu menurut kebutuhan sendiri. Standar mutu minyak akar wangi ditetapkan berdasarkan Standar Nasional Indonesia dan *Essential Oil Association of USA* (EOA) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Mutu Minyak Akar Wangi berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *Essential Oil Association of USA* (EOA)

| Karakteristik                    | Syarat SNI                                   | Syarat EOA  |
|----------------------------------|--|---|
| Warna                            | Kuning muda sampai merah kecoklatan          | Cairan tidak gelap, berwarna coklat sampai coklat kemerahan, bau aromatis |
| Berat jenis (25 <sup>o</sup> C)  | 0,978 - 1,038                                | 0,984 - 1,035   |
| Bilangan Ester                   | 5 - 25                                       | -   |
| Bilangan Ester setelah Asetilasi | 100 - 150                                    | 110 - 165   |
| Kelarutan                        | Larut dalam alkohol 95 % pada 1 : 1, jernih. | Larut dalam alkohol 80 % pada 1 : 3 volume, seterusnya terjadi opelensi   |
| Putaran optik                    | -  | + 15 <sup>o</sup> - + 45 <sup>o</sup>                                     |
| Indeks bias (25 <sup>o</sup> C)  | 1,513 - 1,528                                | 1,5200 - 1,5280   |
| Alkohol tambahan                 | Negatif                                      |   |
| Minyak lemak                     | Negatif                                      |   |
| Minyak pelikan                   | Negatif                                      |   |

EOA, (1975)  
SNI, (1993)



Sifat-sifat khas minyak atsiri dapat berubah mulai dari minyak yang masih berada dalam bahan yang mengandung minyak, selama proses ekstraksi, penyimpanan dan pemasaran. Hal utama yang mempengaruhi mutu minyak adalah metode ekstraksi dan penanganan minyak hasil ekstraksi.

Kerusakan yang sering terjadi pada minyak atsiri adalah kerusakan komponen kimia, yang disebabkan oleh hidrolisa, oksidasi, resinifikasi, pencampuran dengan bahan lain dan pencemaran oleh wadah dalam kemasan (Ketaren, 1985). Kerusakan karena hidrolisa terjadi dalam minyak atsiri yang mengandung ester, ester tersebut akan terhidrolisa secara sempurna dengan adanya air dan asam sebagai katalisator. Asam organik hasil hidrolisa ester dapat bereaksi dengan ion logam dan membentuk garam, yang mengakibatkan minyak berubah menjadi warna gelap.

Reaksi oksidasi pada minyak atsiri terutama terjadi pada ikatan rangkap dalam terpen. Peroksida sebagai hasil reaksi oksidasi, bersifat labil dan dapat berisomerisasi karena adanya air sehingga membentuk senyawa aldehid, dan asam organik yang menyebabkan perubahan bau ke arah yang tidak dikehendaki (Ketaren, 1985).

Suhu dan tekanan serta lama penyulingan yang tidak tepat dapat menyebabkan warna minyak menjadi gelap dan mutu yang dihasilkan dinilai rendah di pasar. Wadah kemasan dapat menurunkan minyak yang dikemas. Hal ini karena disebabkan beberapa jenis kemasan tertentu dapat bereaksi dengan minyak atsiri, sehingga menghasilkan warna tertentu, atau bahan kemasan mengandung kotoran.

Minyak akar wangi merupakan salah satu bahan pewangi dan digunakan secara luas pada pembuatan parfum, kosmetik dan sebagai bahan pewangi sabun. Akar wangi yang baik mempunyai bau yang menyenangkan, keras, tahan lama, selain itu



minyak akar wangi berfungsi sebagai zat pengikat bau (fiksatif). Karena baunya yang keras maka dosis pemakaiannya harus tepat, penggunaan minyak akar wangi pada dosis yang berlebihan dapat memberikan kesan bau yang tidak enak (Ketaren, 1985).

## PEMUCATAN MINYAK AKAR WANGI

Untuk memperbaiki penampakan minyak yang gelap, diperlukan perlakuan yang khusus sehingga dihasilkan minyak yang jernih dan bening. Warna suatu substrat dapat dipucatkan atau dipudarkan dengan suatu bahan pemucat melalui proses fisik dan kimia. Proses ini melibatkan proses oksidasi, reduksi atau adsorpsi yang membuat suatu benda yang berwarna atau kotor menjadi lebih mudah lepas dan lebih mudah dihilangkan selama proses pemucatan. Ada dua cara yang dapat digunakan untuk pemucatan minyak atsiri, yaitu dengan redistilasi (penyulingan ulang) dan menggunakan bahan pemucat. Proses pemucatan sering dilakukan dengan menggunakan adsorben yang mempunyai sifat menyerap warna dalam minyak. Bahan pemucat dapat berupa adsorben, resin atau senyawa pembentuk kompleks. Pemucatan merupakan proses pemisahan zat warna dalam minyak. Pemucatan dapat pula melibatkan proses kimia yang mengubah bagian molekul berwarna untuk menyerap cahaya, dengan mengubah derajat ketidakjenuhannya atau melalui proses kimia yang membentuk senyawa kompleks.

Warna dalam minyak atsiri sangat mempengaruhi mutu, penggunaan dan harga. Minyak yang keruh dan berwarna gelap mempunyai mutu yang rendah. Kotoran yang terkandung dalam minyak dapat mempercepat kerusakan minyak terutama

selama penyimpanan dan pengolahan selanjutnya (Muchlis dan Rusli, 1988 di dalam Rohayati, 1997).

Adsorben yang biasa digunakan untuk pemucatan adalah tipe polar (hidrofilik) dan tipe non polar (hidrofobik). Adsorben polar antara lain silika gel, alumina yang diaktivasi dan beberapa jenis tanah liat (*clay*). Adsorben tipe ini umumnya digunakan jika zat warna yang akan digunakan lebih polar daripada cairannya. Adsorben non polar antara lain adalah arang (karbon dan batu bara) dan arang aktif, yang biasa digunakan untuk menghilangkan zat warna yang kurang polar (Kirk dan Othmer, 1985).

Adsorben yang digunakan untuk meucatkan minyak terdiri dari tanah liat pemucat (*bleaching clay*) dan arang (*bleaching carbon*). Zat warna dalam minyak akan diserap oleh permukaan adsorben dan juga menyerap permukaan suspensi koloid (gum dan resin) serta hasil degradasi minyak. Jumlah adsorben yang digunakan untuk menghilangkan warna minyak tergantung dari tipe zat warna dalam minyak serta sejauh mana zat warna tersebut akan dihilangkan (Ketaren, 1985).

Menurut Djatmiko dan Ketaren (1985), daya serap *bleaching clay* disebabkan karena ion  $Al^{+++}$  pada permukaan partikel adsorben dapat mengikat zat warna. Daya pemucatan *bleaching clay* tergantung dari perbandingan komponen  $SiO_2$  dan  $Al_2O_3$  di dalamnya.

#### D.BENTONIT

Bentonit merupakan istilah perdagangan untuk lempung mineral yang mengandung montmorillonite sebagai komponen utamanya. Komposisi



montmorillonite berbeda untuk satu bentonit dengan bentonit lainnya, kandungannya bervariasi tergantung pada proses pembentukannya di alam. Rumus kimia montmorillonite adalah  $(Mg,CA)OAl_2O_3,5SiO_2,nH_2O$  dengan n sekitar delapan (Kirk and Othmer, 1985). Sifat-sifat bentonit adalah berwarna dasar putih dengan sedikit kecoklatan, kemerahan atau kehijauan tergantung dari jenis dan jumlah fragmen mineralnya. Bersifat sangat lunak, ringan dan mudah pecah, mudah menyerap air dan melakukan pertukaran ion.

Bentonit memiliki kemampuan adsorpsi yang rendah pada keadaan awal. Tetapi dengan pemanasan atau penambahan asam dapat meningkatkan kemampuan adsorpsinya. Pengaktifan dengan pemanasan bertujuan agar air-air yang terikat di celah-celah molekul dapat menguap, sehingga porositasnya meningkat (Munir, 1981 di dalam Rohayati, 1997).

Aktivasi adalah semua proses untuk menaikkan kapasitas adsorpsi untuk memberikan sifat yang diinginkan sehubungan dengan penggunaannya. Pengaktifan bertujuan untuk memperluas permukaan melalui pembentukan struktur yang porous, dan mempertinggi daya adsorpsinya (Munir, 1981).

## E.DESAIN ALAT

Desain merupakan hasil dari suatu kegiatan untuk mewujudkan suatu keinginan menjadi rancangan yang dapat berarti dan berfungsi. Desain adalah formulasi rancangan, skema, atau metode untuk mewujudkan suatu keinginan tertentu (Detschman, *et.all.*, 1975 di dalam Sugiarto, 1993).

Desain dapat didefinisikan sebagai proses untuk mengaplikasikan teknik dan prinsip keilmuan untuk menentukan suatu rencana, proses atau suatu sistem yang cukup mendetail. Desain dapat simpel atau rumit, mudah atau susah, matematis atau tidak, sesuai dengan masalah atau tingkat kepentingan desain tersebut (Norton, 1993).

Alat adalah benda yang dipakai untuk mengerjakan sesuatu (Anonim, 1995).

Mesin adalah istilah yang digunakan untuk suatu susunan bagian-bagian yang rumit dan bekerja bersama melakukan suatu pekerjaan.

Desain dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu desain baru, desain pengembangan dan desain adaptasi. Desain baru adalah desain yang belum ada sebelumnya, sedangkan desain pengembangan adalah pengembangan dari desain yang telah ada untuk memperbaiki atau meningkatkan fungsinya. Hasil pengembangan desain bisa berbeda dengan desain awalnya. Desain adaptasi adalah desain hasil perubahan pada bagian tertentu dari desain yang telah ada disesuaikan dengan kebutuhan tertentu (Jain, 1980 di dalam Sugiarto, 1993).

Desain mesin menurut metode yang digunakan dibagi menjadi desain rasional, desain empiris dan desain industrial. Desain rasional merupakan desain yang didapatkan dari rumus-rumus matematika berdasarkan prinsip mekanika. Desain empiris didapatkan dari pengerjaan secara empiris rumus-rumus yang telah diturunkan berdasarkan praktek dan pengalaman sebelumnya. Desain industrial adalah desain yang memperhatikan masalah estetika, ergonomi dan aspek produksi (Jain, 1980 di dalam Sugiarto, 1993).

Pengembangan desain baru hingga dicapai bentuk yang dapat dijual memerlukan beberapa tahap pekerjaan. Tahap pertama adalah penyajian ide awal,



penyaringan ide, penyusunan mesin secara konsep garis besar, desain tahap pertama, desain tahap kedua (model produksi), dan tahap produksi untuk penjualan (Myatt, 1962 di dalam Sugiarto, 1993).

Desain juga dapat dibedakan menjadi desain struktural dan desain fungsional. Desain struktural adalah desain yang memperhatikan struktur, bentuk dan segi ergonomika mesin yang dibuat. Desain fungsional lebih menekankan pada efektivitas mesin yang akan dibuat tanpa memperhatikan kemudahan dalam pembuatan dan perawatan mesin, bentuk mesin, dan faktor yang berkenaan dengan gerakan kerja manusia (Nibel dan Draper, 1974 di dalam Sugiarto, 1993).

## F. ALAT PEMUCAT SKALA LABORATORIUM

Alat yang digunakan pada pemucatan skala laboratorium adalah *rotary evaporator* yang dilengkapi dengan penangas air. Air penangas dipanaskan hingga mencapai suhu  $55^{\circ}\text{C}$ . kemudian sejumlah minyak dan bahan pemucat dimasukkan ke dalam labu evaporator, dipasang pada *rotary evaporator*. Campuran minyak akar wangi dan bahan pemucat tersebut diaduk dan dipanaskan selama 15 menit. Setelah itu minyak didinginkan dan disaring dengan menggunakan kertas saring.

Rotary evaporator terdiri dari tiga bagian penting yaitu penukar panas, bagian penguapan tempat bahan cair dididihkan atau diuapkan dan alat pemisah tempat uap meninggalkan bahan cair keluar ke alat pengembun. (Earle, 1982). Cara kerja dari alat ini adalah dengan memanaskan cairan yang ada ke dalam tempat bahan cair dididihkan (labu evaporator) kemudian dipanaskan sehingga cairan akan menguap kemudian uap dikondensasi dengan kondensor dan diperoleh cairan yang diuapkan.

## G. INDUSTRI KECIL

Industri adalah bagian dari proses produksi yang tidak secara langsung mengambil atau mendapatkan barang atau bahan dari alam akan tetapi mengerjakan bahan dasar atau bahan bantu secara mekanis atau kimiawi sehingga menjadikannya lebih berharga untuk dipakai manusia (Anonim, 1982).

Industri kecil memiliki batasan yang berbeda. Menurut Biro Pusat Statistik industri kecil dengan batasan tenaga kerja 5-19 orang. Menurut UU no 9 tahun 1995 tentang usaha kecil yaitu suatu usaha yang memiliki kekayaan bersih paling banyak Rp 200.000.000,00 tidak termasuk tanah dan bangunan atau memiliki hasil penjualan tahunan paling banyak Rp 1.000.000.000,00. Menurut SK Menteri Perindustrian dan Perdagangan no SK/M/VII/1995 kelompok industri kecil dan menengah (IKM) termasuk di dalamnya industri kerajinan dan industri rumah tangga yang memiliki kekayaan seluruhnya tidak lebih dari Rp 600.000.000,00 tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha.

Berdasarkan eksistensinya industri kecil dibagi menjadi industri lokal yaitu industri yang mempunyai skala usaha kecil, lokasi tersebar dan pemasaran terbatas. Industri sentra yaitu industri yang mempunyai skala usaha kecil tetapi saling mengelompok dengan usaha sejenis dan pasar yang relatif luas. Industri mandiri yaitu industri yang mempunyai teknologi maju, pemasaran luas tetapi masih bersifat industri kecil (Soleh. 1986. Di dalam Hapidin, 1997).



### III. BAHAN DAN METODE

#### A. BAHAN DAN ALAT

@Hak cipta milik IPB University

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah panci *stainless steel*, pipa *stainless steel*, plat *stainless*, karet lembaran, termometer payung, *pressure gauge*, motor DC, adaptor, katup gas otomatis, saringan *stainless*, sekring pengaman, terminal kabel, saklar, boks listrik, pipa segi empat, kran pengatur gas, kran minyak, selang gas, kabel, klem penjepit, papan tripleks. Untuk uji coba digunakan minyak akar wangi kasar hasil penyulingan rakyat. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisa adalah alkohol 95%, indikator penophtalein, larutan NaOH, Heksan, KOH, HCl, bentonit, arang aktif dan silika gel.

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah las listrik, gergaji besi, meteran, girinda, alat bor, palu. Alat-alat yang digunakan untuk analisa terdiri dari piknometer, spektrofotometer, tabung reaksi, corong Buchner, erlenmeyer, timbangan, kertas saring.

#### B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu identifikasi peralatan yang dibutuhkan, desain alat, pemilihan bahan yang digunakan untuk peralatan, rancang bangun alat, uji coba alat dan analisa hasil uji coba alat.

## 1. Identifikasi Peralatan (bahan) yang Dibutuhkan

Tahap pertama dari penelitian ini adalah identifikasi peralatan yang dibutuhkan untuk membuat alat pemucat minyak akar wangi. Identifikasi berdasarkan prinsip proses pemucatan, kemudian diidentifikasi peralatan apa saja yang dibutuhkan untuk proses pemucatan. Peralatan yang dibutuhkan adalah wadah panci sebagai tempat reaksi, pengaduk untuk meratakan pencampuran minyak dengan bentonit, kompor untuk memanaskan minyak, termometer untuk mengetahui suhu proses, *pressure gauge* untuk mengetahui tekanan kerja yang dihasilkan.

## 2. Desain Alat

Desain alat pemucat minyak akar wangi berdasarkan pendekatan proses pemucatan pada skala laboratorium. Kemudian dilakukan modifikasi dan penyesuaian agar bisa dilakukan dalam skala industri rumah tangga. Kemudian dibuat gambar dari alat yang akan dibuat.

## 3. Pemilihan Bahan

Tahap selanjutnya adalah pemilihan bahan-bahan yang sesuai untuk alat pemucat minyak akar wangi. Bahan utama yang digunakan adalah *stainless steel*. Pemilihan *stainless steel* karena sifat bahan ini yang tidak korosif dan tidak bereaksi dengan minyak atsiri, sehingga diharapkan tidak terjadi perubahan mutu dari minyak yang diproses. Komponen-komponen pendukung dari alat ini juga disiapkan.



#### 4. Rancang Bangun Alat

Tahap selanjutnya adalah pembuatan alat pemucat minyak akar wangi. Pembuatan dilakukan di Bangsal Percontohan Pengolahan Hasil Pertanian (BPPHP), FATETA, IPB. Bahan-bahan yang telah tersedia dirangkai menjadi satu kesatuan alat. Pengerjaan ini meliputi pemotongan batang besi sebagai rangka meja, pengelasan komponen pendukung ke panci reaksi, penggerindaan dan perangkaian komponen pengatur aliran gas.

#### 5. Uji Coba Alat

Setelah alat yang dibuat jadi dilakukan uji coba terhadap alat tersebut. Uji coba dilakukan dengan menggunakan minyak akar wangi kasar. Uji coba dilakukan dengan 2 kali ulangan. Uji coba dilakukan di industri penghasil minyak akar wangi di Kecamatan Samarang, Kabupaten Garut.

#### 6. Analisis Minyak

Minyak yang telah dipucatkan dilakukan analisis pada minyak. Hasil analisis dibandingkan antara sebelum diproses dan setelah diproses. Analisa yang dilakukan adalah warna minyak, rendemen yang dihasilkan persen transmisi, bobot jenis, indeks bias, kelarutan dalam alkohol, bilangan asam, bilangan ester serta bilangan ester setelah asetilasi.

#### 7. Penyempurnaan Alat

Penyempurnaan alat dilakukan apabila hasil uji coba alat masih belum optimal. Tahap penyempurnaan dilakukan dengan memodifikasi tahapan

pemucatan minyak akar wangi dan penyempurnaan alat sehingga dihasilkan proses pemucatan yang optimal.

## 8. Analisis Finansial

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh oleh penyuling dengan melakukan proses pemucatan. Perhitungan ini untuk mengetahui tambahan keuntungan dengan dilakukan proses pemucatan. Perhitungan dibuat untuk mengetahui pendapatan petani tanpa melakukan proses pemucatan dan pendapatan dengan melakukan proses pemucatan, kemudian dibandingkan. Cara perhitungannya adalah dengan menghitug pendapatan yang diperoleh dengan tanpa melakukan pemucatan dan dengan pemucatan. Kemudian dihitung pula biaya operasional alat yaitu pemakaian bahan pemucat, pemakaian gas, pemakaian listrik serta penyusutan alat. Setelah itu dihitung keuntungan yang diperoleh.

*@Hak cipta milik IPB University*

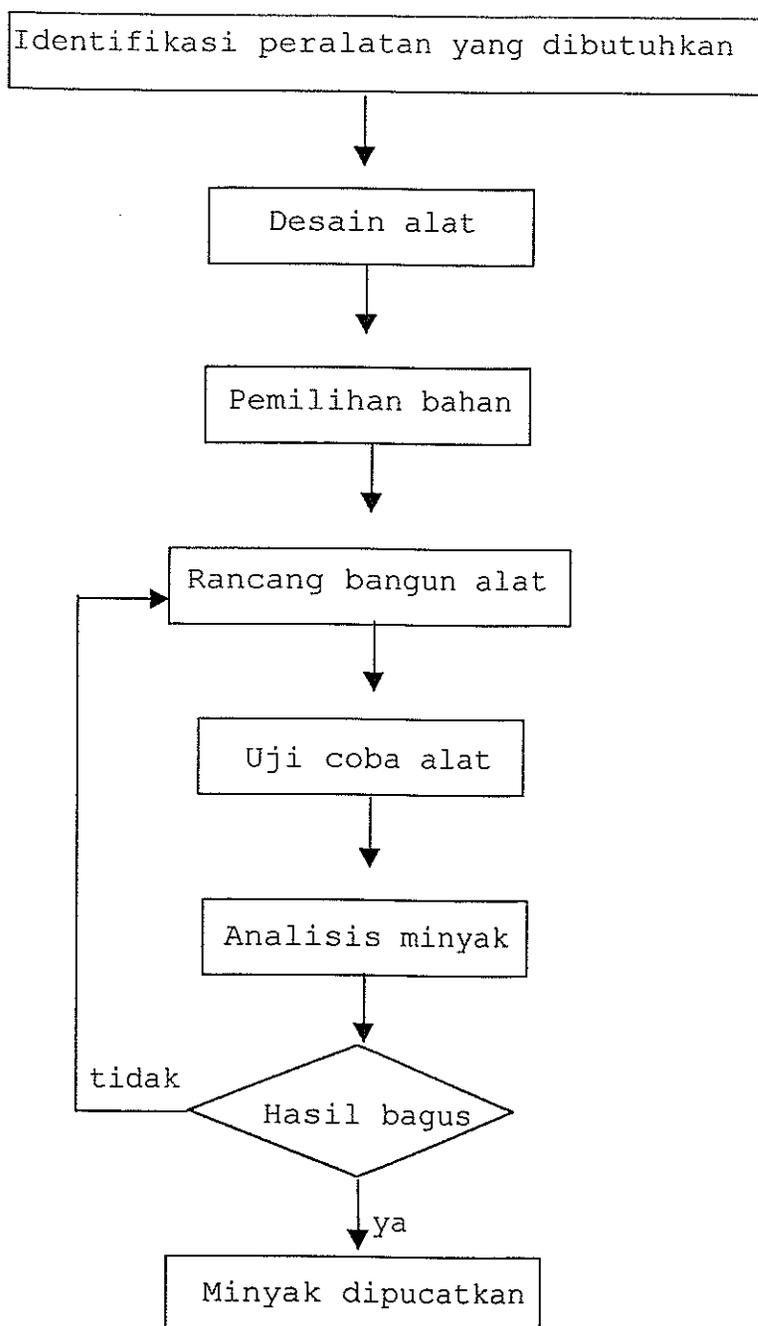
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau trjajian suatu masalah
- b. Pengutipan tidak mengikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





Gambar 3. Diagram Alir Tahapan Penelitian.





## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan alat pemucat minyak akar wangi dilakukan di Bangsal Percontohan Pengolahan Hasil Pertanian (BBHP), FATETA, IPB. Alat yang didesain digunakan untuk memucatkan minyak akar wangi hasil penyulingan industri kecil. Uji coba alat dilakukan di industri kecil penyulingan minyak akar wangi Kecamatan Samarang, Kabupaten Garut, Jawa Barat.

### A. KONSTRUKSI ALAT

Alat ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu panci sebagai tempat reaksi dan meja untuk meletakkan kompor gas dan panci reaksi serta sebagai dudukan bagi komponen pengaturan aliran gas. Meja yang dibuat berukuran tinggi 1 meter, lebar 0,5 meter dan panjang 0,5 meter. Ukuran meja seperti ini untuk memudahkan dalam menggunakan alat. Ukuran ini disesuaikan dengan tinggi badan, sehingga penyuling yang menggunakan alat ini tidak terlalu tinggi atau terlalu rendah. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1.

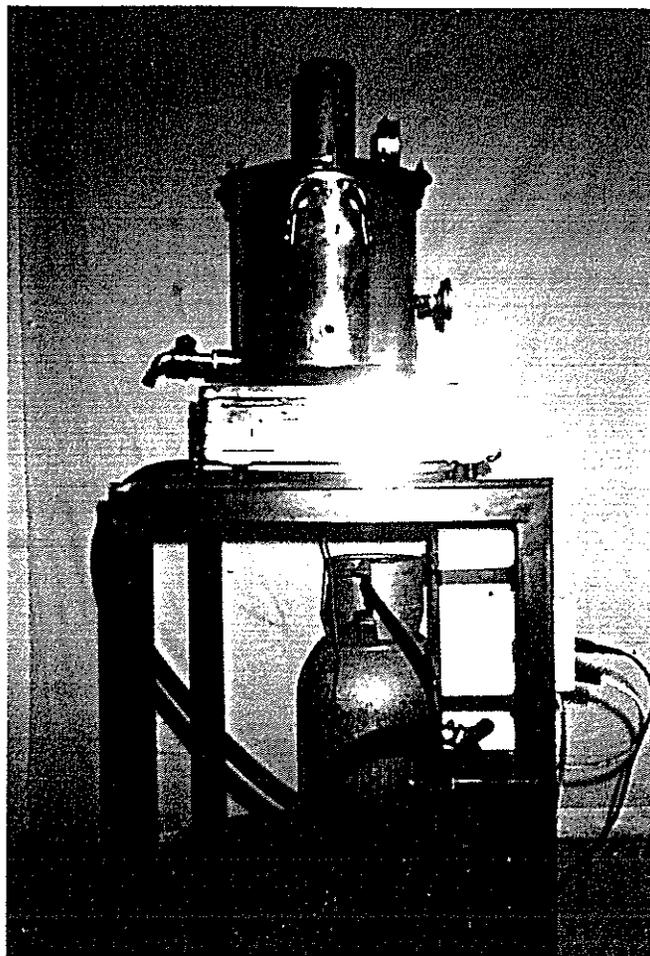
### B. MEKANISME KERJA ALAT

Mekanisme kerja dari alat yang dibuat adalah: minyak akar wangi dimasukkan ke dalam panci dan ditambahkan bahan pemucat sebanyak dua persen dari minyak yang akan diproses. Bahan pemucat yang digunakan adalah bentonit. Panci ditutup dengan rapat dan dikunci agar reaksi terjadi dalam keadaan optimal. Termostat diatur pada suhu reaksi yang diinginkan yaitu 55° C. kemudian kompor dinyalakan. Selama proses terjadi dilakukan pengadukan.

Pengadukan bertujuan untuk meratakan bahan pemucat sehingga pencampuran dengan minyak akar wangi lebih merata. Setelah suhu proses tercapai, api pada kompor akan mengecil dan waktu proses mulai dihitung selama 15 menit. Setelah 15 menit, api kompor dimatikan dan minyak dikeluarkan dan disaring untuk memisahkan minyak dengan bahan pemucat.



Gambar 4. Tampak Depan Alat Pemucat Minyak Akar Wangi



Gambar 5. Tampak Samping Alat Pemucat Minyak Akar Wangi

### C. PANCI REAKSI

Alat pemucat ini terdiri dari panci yang terbuat dari bahan *stainless steel* dengan kapasitas maksimum 6 kilogram minyak dilengkapi dengan termometer untuk mengetahui suhu di dalam panci, *pressure gauge* untuk mengetahui tekanan yang dihasilkan. pengaduk yang dilengkapi dengan motor, serta kran pengeluaran minyak. Pada bagian dalam panci terdapat saringan yang digunakan

sebagai tempat meletakkan silika gel yang berfungsi untuk mengikat uap air yang ada di dalam panci. Uap air akan timbul saat panci dipanaskan. Agar uap air tidak bercampur dengan minyak maka uap air diikat dengan menggunakan silika gel. Silika gel diletakkan pada saringan yang diletakkan pada bagian atas melingkar di sekeliling panci.

Panci yang digunakan terbuat dari bahan *stainless steel*. Pemilihan bahan ini karena *stainless steel* tidak bereaksi dengan minyak akar wangi sehingga diharapkan minyak tidak berubah mutunya. Panci mempunyai diameter dalam 25 sentimeter dan tinggi bagian dalam 25 sentimeter, karena alat ini didesain untuk kapasitas maksimum 6 kilogram minyak, karena setiap satu kali proses penyulingan menghasilkan 5 - 6 kilogram minyak akar wangi. Pada bagian dalam panci terdapat saringan yang mengelilingi pinggiran panci sebagai tempat untuk meletakkan silika gel. Jarak saringan dari bagian atas panci adalah 10 sentimeter dengan lebar 5 sentimeter. Dengan ukuran lebar 5 sentimeter maka pengaduk bisa masuk dengan mudah pada saat panci akan ditutup. Termometer untuk mengukur suhu di dalam panci diletakkan dengan jarak 10 sentimeter dari bagian dasar panci. Jarak 10 sentimeter dari bawah terletak pada tengah-tengah panci sehingga diharapkan suhu yang terukur lebih cermat. Termometer mempunyai skala  $0^{\circ}$  -  $100^{\circ}$  C. Sensor termostat diletakkan dengan jarak 5 sentimeter dari dasar panci. Sensor termostat ini digunakan untuk mematikan arus listrik yang mengalir ke katup otomatis.

Pada bagian tutup panci diletakkan *pressure gauge* dengan kisaran 0 - 2.5 bar untuk mengukur tekanan yang dihasilkan di dalam panci karena adanya panas



yang dihasilkan. Panas yang terjadi di dalam panci akan mengembangkan volume udara di dalam panci sedangkan volume panci tetap sehingga menghasilkan tekanan. Untuk menahan tekanan yang ada maka ketebalan panci mempunyai peranan yang penting. Perhitungan mengenai ketebalan minimal panci yang akan digunakan terdapat pada Lampiran 2. Pemasangan *pressure gauge* ini untuk mengetahui tekanan yang dihasilkan untuk mengamankan panci dari kemungkinan meledak karena kelebihan tekanan. Percobaan dengan menggunakan tekanan angin panci dapat bertahan hingga tekanan 1,2 bar. Pada tekanan tersebut tutup panci sudah menggelembung. Selama percobaan dengan menggunakan minyak dan panas tekanan yang dihasilkan sebesar 0,3 bar. Untuk panci ini maka kisaran tekanan yang aman adalah 0 - 1,2 bar. Jadi panci yang digunakan cukup aman dari perubahan tekanan yang terjadi.

Tutup panci dikunci dengan menggunakan baut dengan memasang dudukan antara tutup panci dengan bibir panci. Jumlah baut yang dipasang berjumlah enam buah. Antara tutup panci dengan bibir panci ditambahkan seal yang terbuat dari bahan karet tahan panas untuk mencegah kebocoran bagian atas panci. Seal yang digunakan sebanyak dua buah. Selama proses berlangsung panci harus terkunci dengan rapat sehingga proses lebih optimal.

#### D. PENGADUK

Pengaduk yang digunakan adalah tipe propeler bersirip tiga yang digerakkan dengan motor penggerak bertenaga arus listrik DC. Untuk menggerakkan motor digunakan arus listrik AC yang dirubah menjadi arus listrik



DC dengan menggunakan adaptor. Adaptor yang digunakan menghasilkan listrik dengan berbagai tegangan yaitu 4,5 V; 6 V; 7,5 V; 9 V; 12 V dan 24 V. Dengan adanya tegangan yang berbeda ini maka putaran dari pengaduk bisa diatur. Semakin tinggi tegangan yang digunakan maka semakin tinggi pula putaran pengaduk yang dihasilkan. Tinggi rendah putaran pengaduk disesuaikan dengan tinggi cairan minyak di dalam panci. Semakin banyak cairan di dalam panci maka dibutuhkan putaran yang lebih tinggi untuk mengaduk agar pencampuran terjadi lebih merata. Selain itu dengan diaturnya putaran pengaduk maka tipe aliran di dalam panci bisa ditentukan. Semakin tinggi putaran maka akan terbentuk pola aliran turbulen dalam panci yang akan lebih meningkatkan pencampuran antara minyak dengan bahan pemucat.

Bahan yang digunakan untuk pengaduk terbuat dari *stainless steel*. Bagian propeler menggunakan bahan plat *stainless* dan bagian batangnya menggunakan bahan pipa *stainless*. Propeler yang digunakan bisa diatur tinggi rendahnya disesuaikan dengan banyaknya minyak yang akan dipucatkan. Apabila minyak yang akan dipucatkan hanya sedikit maka propeler distel mendekati dasar panci sebaliknya apabila minyak akan dipucatkan dalam jumlah yang lebih banyak maka propeler lebih ditinggikan lagi letaknya.

## E. ALIRAN GAS

Untuk memanaskan minyak digunakan kompor gas. Gas yang mengalir ke kompor gas diatur dengan sebuah katup otomatis. Katup otomatis ini bekerja berdasarkan aliran listrik yang mengalir. Arus listrik akan terputus apabila suhu



55<sup>o</sup> C yang diinginkan di dalam panci sudah tercapai. Untuk mengukur suhu di dalam panci diukur dengan menggunakan termostat. Termostat dihubungkan dengan katup otomatis. Apabila suhu proses sudah tercapai maka termostat akan memutuskan aliran listrik ke katup otomatis, sehingga aliran gas akan tertutup. Untuk menjaga api tidak mati total, maka dibuat aliran gas langsung (*by pass*) dengan aliran gas yang kecil sehingga api tetap menyala kecil. Apabila suhu di dalam panci turun maka aliran listrik akan tersambung kembali dan katup akan membuka sehingga gas akan mengalir kemudian api akan membesar.

Kebutuhan gas selama proses pemucatan rata-rata sebesar 90 gram. Nilai setara panas dari gas propane yang digunakan untuk bahan bakar adalah sebesar 51.120,265 KJ/Kg maka energi yang diperlukan selama proses adalah sebesar 3834 KJ. Di dalam satu bulan, rata-rata penyulingan adalah 25 kali, sehingga kebutuhan bahan bakar gas per bulannya adalah 2,25 Kg. Biaya pemakaian bahan bakar ini jika diperhitungkan adalah  $2,25 \text{ kg}/11 \text{ kg} \times 15.000,00 = \text{Rp } 3.068,00$  dan dibulatkan untuk pemakaian bahan bakar gas perbulan sebesar Rp 3.500,00.

Daya listrik yang diperlukan untuk mengatur aliran gas dan menggerakkan pengaduk adalah 88 watt. Pengukuran daya listrik ini dengan menggunakan alat multimeter dengan cara mengukur aliran listrik yang masuk. Aliran listriknya adalah sebesar 0,4 ampere dan dengan tegangan listrik 220 volt maka akan diperoleh daya listrik sebesar 88 watt.

$$I = 0,4 \text{ ampere}$$

$$V = 220 \text{ volt}$$

$$P = V \times I = 0,4 \text{ Ampere} \times 220 \text{ volt} = 88 \text{ watt}$$



Waktu yang diperlukan untuk proses pemucatan rata-rata adalah 20 menit, sehingga listrik yang digunakan selama proses adalah 29 watthour, dalam satu bulan pemakaian listrik yang diperlukan adalah 733 watthour. Jadi biaya pemakaian listrik perbulan adalah dibawah 1 KWH dan harga pemakaian listrik per KWH adalah Rp 250,00.

## KERANGKA MEJA

Komponen untuk mengatur aliran gas diletakaan dalam satu boks yang diletakkan pada kaki meja. Dalam boks tersusun dari katup otomatis, termostat, saklar serta sikring untuk mengamankan komponen yang ada apabila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Untuk menghubungkan semua komponen itu digunakan kabel listrik. Meja yang dibuat berukuran tinggi 1 meter, lebar 0.5 meter dan panjang 0,5 meter.

Bahan dasar pembuatan meja adalah besi segi empat dengan lebar 4 sentimeter. Pada bagian atas digunakan pelapis papan triplek dengan ketebalan 1 sentimeter. Pada bagaian kaki meja diletakkan boks berisi komponen pengatur aliran gas, serta sebuah saklar listrik.

## G. UJI COBA ALAT

Uji coba alat dilakukan di penyulingan minyak akar wangi skala industri rumah tangga di Kecamatan Samarang, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Tujuan dari uji coba ini adalah untuk mengetahui sejauh mana alat tersebut berfungsi serta efektifitas alat tersebut. Setelah dilakukan uji coba maka dilakukan analisa terhadap minyak setelah dipucatkan. Analisa yang dilakukan adalah warna



minyak, rendemen yang dihasilkan, persen transmisi, bobot jenis, indeks bias, kelarutan dalam alkohol, bilangan asam, bilangan ester dan bilangan ester setelah asetilasi.

Uji coba dilakukan dengan menggunakan bahan pemucat bentonit sejumlah 2 persen. Setelah proses pemucatan selesai maka dilakukan penyaringan secara manual dengan menggunakan kain monel. Penggunaan kain monel untuk memisahkan minyak dengan bahan pemucat yang masih terdapat dalam minyak. Kain monel biasa digunakan oleh para penyuling untuk memisahkan kotoran yang terdapat pada minyak setelah proses penyulingan.

## H. ANALISIS MINYAK AKAR WANGI

Hasil analisis minyak setelah pemucatan dengan menggunakan bentonit dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Analisis Minyak Akar Wangi

| Karakteristik                    | Minyak Akar Wangi Kasar |              |           | Minyak Akar Wangi Setelah Dipucatkan |            |           |
|----------------------------------|-------------------------|--------------|-----------|--------------------------------------|------------|-----------|
|                                  | Ulangan I               | Ulangan II   | Rata-Rata | Ulangan I                            | Ulangan II | Rata-Rata |
| Warna                            | Coklat merah            | Coklat merah | -         | Merah                                | Merah      | -         |
| Rendemen                         | -                       | -            | -         | 83 %                                 | 80 %       | 81,5 %    |
| Persen Transmisi                 | 78 %                    | 75 %         | 76,5%     | 86 %                                 | 85 %       | 85,5%     |
| Bobot Jenis                      | 0.980                   | 0.980        | 0.980     | 0.997                                | 0.998      | 0.998     |
| Indeks Bias                      | 1.521                   | 1.521        | 1.521     | 1.522                                | 1.522      | 1.522     |
| Kelarutan dalam Alkohol 95 %     | Larut                   | Larut        | Larut     | Larut                                | Larut      | Larut     |
| Bilangan Asam                    | 15                      | 14           | 14,5      | 16                                   | 16         | 16        |
| Bilangan Ester                   | 16                      | 15           | 15,5      | 16                                   | 16         | 16        |
| Bilangan Ester setelah Asetilasi | 110                     | 110          | 110       | 134                                  | 136        | 135       |



Dari analisis data di atas dapat dilihat bahwa rendemen dan persen transmisi menjadi salah satu faktor penting untuk menentukan keberhasilan alat. Rendemen merupakan faktor penting untuk menentukan tingkat efisiensi dengan menggunakan alat yang dibuat. Dari hasil analisis data dapat dilihat bahwa rendemen pemucatan dengan menggunakan bahan pemucat bentonit sebanyak dua persen adalah 83 persen. Hasil ini jauh lebih rendah dari rendemen yang dihasilkan pada skala laboratorium, yaitu rata-rata 92,3 persen untuk bahan pemucat bentonit 2 persen (Hambali, *et.al.*, 1997).

Hilangnya minyak ini dipengaruhi oleh beberapa faktor. Alat yang didesain menggunakan saluran pengeluaran berupa kran yang diletakkan pada bagian samping. Letak kran masih kurang optimal karena terdapat jarak pada bagian dalam panci, sehingga tidak semua bahan yang di dalam panci keluar semua. Bahan pemucat setelah proses akan mengendap pada bagian dasar panci, sehingga hanya sedikit saja bahan pemucat yang keluar melalui kran pengeluaran. Minyak tidak keluar dari panci karena posisi kran yang letaknya agak di atas sedikit dari dasar panci. Apabila minyak yang tertinggal dalam bentonit disaring maka rendemen yang diperoleh akan lebih tinggi. Rendemen yang diperoleh dapat mencapai 90 persen, karena pada skala laboratorium rendemen yang diperoleh adalah 92 persen.

Faktor lain yang menyebabkan hilangnya minyak adalah pada saat penyaringan untuk memisahkan minyak dengan bahan pemucat. Minyak yang hilang pada saat penyaringan yaitu minyak yang menempel pada alat penyaring.

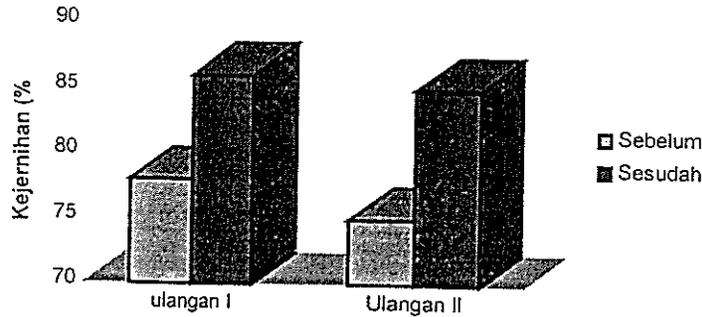


Rendemen yang dihasilkan ini menunjukkan bahwa minyak yang hilang cukup besar. Hal ini menjadi kendala dalam penerapan alat ini di industri kecil. Minyak akar wangi termasuk minyak akar wangi yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Jika minyak yang hilang cukup besar, maka jumlah minyak yang akan dijual berkurang. Kondisi saat ini pengumpul lebih mengutamakan kuantitas dari minyak yang dijual oleh petani. Kualitas minyak yang dihasilkan mempengaruhi harga jual minyak. Salah satu faktornya adalah warna minyak, semakin jernih minyak maka harga jualnya semakin tinggi. Dengan adanya pemucatan minyak diharapkan dapat meningkatkan harga jual minyak akar wangi.

Data lain yang menjadi faktor keberhasilan proses pemucatan adalah persen transmisi. Persen transmisi ini menunjukkan tingkat kejernihan minyak yang dihasilkan. Semakin jernih minyak maka semakin banyak cahaya yang akan diteruskan pada panjang gelombang tertentu, yang ditunjukkan dengan semakin tingginya nilai transmisi cahaya.

Nilai persen transmisi minyak akar wangi setelah dipucatkan adalah 85-86 persen. Nilai ini mengalami peningkatan dari sebelum dipucatkan yaitu sebesar 77-78 persen. Kenaikan ini menunjukkan bahwa minyak yang dihasilkan menjadi lebih jernih.





Gambar 6. Pengaruh Bahan Pemucat terhadap Persen Transmisi Minyak Akar Wangi Sebelum dan Sesudah Pemucatan

Pada Gambar 6 dapat dilihat hubungan penambahan bahan pemucat terhadap persen transmisi minyak akar wangi. Berdasarkan histogram tersebut dapat dilihat adanya kenaikan persen transmisi minyak akar wangi antara sebelum dan sesudah proses pemucatan. Dari uji statistik, ternyata penambahan bentonit memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap persen transmisi minyak akar wangi sebelum dipucatkan.

Perbedaan ini secara visual tidak terlihat jelas, sehingga secara sekilas tidak terlihat adanya perbedaan antara minyak sebelum dipucatkan dengan minyak setelah dipucatkan. Perbedaan terlihat setelah dilakukan analisa dengan melihat nilai persen transmisi minyak. Untuk membedakan warna minyak akar wangi pada perdagangan dengan cara memasukkan contoh minyak akar wangi ke dalam botol ampul, dengan demikian perbedaan warna antara minyak akar wangi gelap dan terang dapat terlihat.

Analisis lain yang dilakukan terhadap minyak akar wangi tidak mengalami perubahan drastis baik sebelum dipucatkan maupun setelah

dipucatkan. Bobot jenis minyak setelah dipucatkan mengalami kenaikan. Bobot jenis sebelum dipucatkan sebesar 0.980 dan setelah dipucatkan naik menjadi 0.997 - 1.002. Kenaikan ini disebabkan karena dengan dilakukannya proses pemucatan maka kotoran yang ada di dalam minyak menjadi hilang sehingga nilai bobot jenis minyak menjadi lebih tinggi dari sebelum dipucatkan.

Bobot jenis setiap minyak mempunyai nilai tertentu sehingga menjadi indikator adanya pencampuran minyak. Bobot jenis juga menjadi indikator kemurnian suatu minyak atsiri. Bobot jenis ini telah masuk ke dalam selang standar mutu minyak akar wangi berdasarkan Standar Nasional Indonesia yaitu sebesar 0.978 - 1.038. Dari uji statistik, ternyata penambahan bentonit memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap kenaikan bobot jenis minyak akar wangi antara sebelum dan setelah dipucatkan.

Nilai indeks bias dipengaruhi oleh kekentalan dan kerapatan minyak. Semakin tinggi kerapatan minyak maka nilai indeks biasanya semakin tinggi. Komponen-komponen kimia yang terdapat di dalam minyak termasuk fraksi berat akan meningkatkan kerapatan minyak sehingga sinar yang datang akan mendekati garis normal. Hal itu karena fraksi minyak banyak mengandung molekul-molekul yang berantai panjang.

Nilai indeks bias minyak akar wangi hasil pemucatan dan sebelum pemucatan tidak mengalami perubahan yang berarti. Dari uji statistik, ternyata penambahan bentonit memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap indeks bias minyak akar wangi antara sebelum dan setelah dipucatkan. Nilai

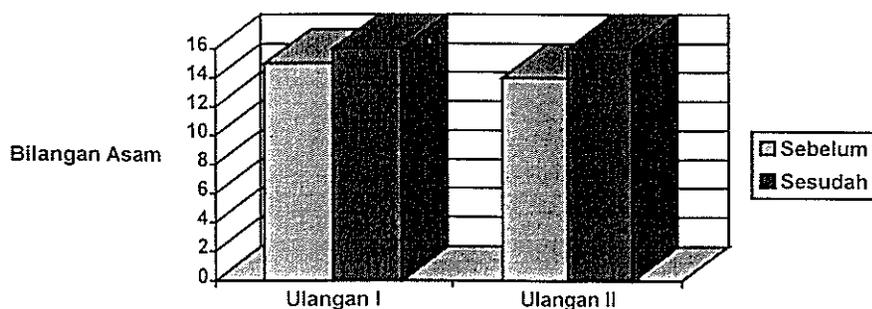


indeks bias ini telah masuk dalam standar mutu minyak akar wangi berdasarkan Standar Nasional Indonesia yang berada pada selang 1,513 - 1,582.

Kelarutan minyak akar wangi dalam ethanol dipengaruhi oleh komponen-komponen penyusun minyak. Minyak yang mengandung senyawa hidrokarbon beroksigen, lebih mudah larut dibandingkan dengan minyak yang mengandung senyawa hidrokarbon. Semakin banyak senyawa hidrokarbon beroksigen dalam minyak maka minyak akan semakin bersifat polar. Pencampuran minyak atsiri dengan bahan-bahan lain dapat mempengaruhi kelarutan dalam alkohol. Nilai kelarutan minyak akan berkurang karena pengaruh umur minyak. Hal ini terjadi karena polimerisasi minyak selama penyimpanan. Senyawa polimer yang terbentuk akan menurunkan daya larutnya dalam alkohol. Minyak akar wangi sebelum dan sesudah pemucatan larut pada satu bagian volume ethanol 95 persen.

Bilangan asam suatu minyak bertambah bila umur penyimpanan bertambah terutama akibat oksidasi aldehid dan hidrolisa ester. Reaksi oksidasi pada minyak atsiri terutama terjadi pada ikatan rangkap dalam terpen. Peroksida sebagai hasil reaksi oksidasi, bersifat labil dan berisomerisasi karena adanya air sehingga membentuk senyawa organik yang menyebabkan perubahan yang tidak diinginkan.





Gambar 7. Pengaruh Bahan Pemucat terhadap Bilangan Asam Minyak Akar Wangi Sebelum dan Sesudah Pemucatan

Bilangan asam minyak akar wangi mengalami sedikit kenaikan antara sebelum dan sesudah dipucatkan. Hal ini terjadi karena reaksi oksidasi pada minyak membentuk senyawa peroksida yang tidak stabil. Kemudian membentuk senyawa aldehid dan asam bebas dengan berat molekul yang rendah, sehingga bilangan asam cenderung meningkat. Dari uji statistik, ternyata penambahan bentonit memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap bilangan asam minyak akar wangi antara sebelum dan setelah dipucatkan.

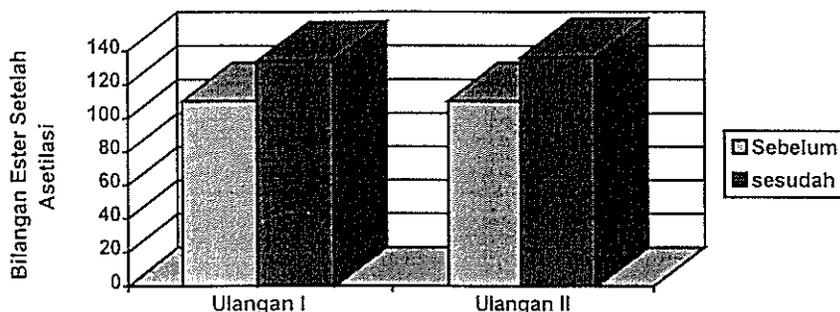
Dalam minyak akar wangi mungkin terdapat sejumlah ion logam yang berasal dari ketel suling ketika penyulingan minyak. Ion logam yang terdapat dalam minyak dapat mempercepat reaksi oksidasi. Ion logam dapat berikatan dengan asam-asam bebas yang terdapat dalam minyak membentuk senyawa kompleks logam asam, yang menyebabkan bilangan asam meningkat. Kenaikan bilangan asam ini berhubungan dengan umur simpan minyak. Semakin lama minyak disimpan maka bilangan asamnya akan semakin meningkat.

Bilangan ester sangat penting dalam penentuan mutu minyak atsiri, karena ester merupakan senyawa kompleks yang berperan dalam menentukan aroma minyak atsiri. Nilai bilangan ester sebelum dan sesudah pemucatan tidak mengalami perubahan yang berarti. Dari uji statistik, ternyata penambahan bentonit memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap bilangan ester minyak akar wangi antara sebelum dipucatkan dan setelah dipucatkan. Nilai bilangan ester ini masih dalam kisaran yang ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu berkisar antara 5-25.

Analisis bilangan ester setelah asetilasi bertujuan untuk mengetahui total senyawa alkohol dalam minyak akar wangi. Alkohol dalam minyak akar wangi dapat diketahui dengan cara asetilasi, yaitu diasetilasi mempergunakan asetat anhidrid sehingga membentuk ester. Semakin tinggi nilai bilangan ester maka mutu minyak akar wangi semakin tinggi.

Bilangan ester setelah asetilasi minyak akar wangi mengalami kenaikan sesudah dipucatkan. Bilangan ester setelah asetilasi menunjukkan total alkohol yang terdapat dalam minyak akar wangi. Dari uji statistik, ternyata penambahan bentonit memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap bilangan ester setelah asetilasi minyak akar wangi antara sebelum dan setelah dipucatkan. Kenaikan ini karena adanya pemanasan menyebabkan semakin banyaknya alkohol yang terbentuk.





Gambar 8. Pengaruh Bahan Pemucat terhadap Bilangan Ester Setelah Asetilasi Minyak Akar Wangi Sebelum dan Sesudah Pemucatan

## I. ANALISIS FINANSIAL

Analisis ini dibuat untuk memberikan gambaran manfaat penerapan alat ini secara perhitungan keuntungan. Perhitungan ini untuk mengetahui tambahan keuntungan dengan dilakukan proses pemucatan. Perhitungan dibuat untuk mengetahui pendapatan petani tanpa melakukan proses pemucatan dan pendapatan dengan melakukan proses pemucatan, kemudian dibandingkan. Harga jual minyak akar wangi berkisar antara Rp 80.000,00 - Rp 100.000,00 per kilogram sesuai dengan kualitas minyak yang dihasilkan. Dalam satu bulan petani rata-rata melakukan 25 kali penyulingan. Asumsi yang digunakan untuk perhitungan ini adalah rendemen yang dihasilkan dapat mencapai 90 persen. harga jual setelah pemucatan adalah harga minimal sehingga penyuling mendapat keuntungan. perhitungan ini untuk satu orang penyuling.

### 1. Pendapatan Petani tanpa Proses Pemucatan

$$\text{Produksi 1 bulan} = 25 \times 6 \text{ kg} = 150 \text{ kg}$$

Harga jual per-kg = Rp 80.000,00

Pendapatan = 150 kg x Rp 80.000 = Rp 12.000.000

## 2. Pendapatan dengan Proses Pemucatan

Produksi 1 bulan = 25 x 6 kg = 150 kg

Rendemen pemucatan = 90% x 150 kg = 135 kg

Harga Jual = Rp 90.000,00

Pendapatan = 124,5 kg x Rp 98.000 = Rp 12.201.000,00

### Biaya Operasional Alat

Kebutuhan Bentonit per-bulan 2 % x 156 kg = 3,12 kg

Biaya pembelian bentonit = 3,5 kg x Rp 1000 = Rp 3.500,00

Pemakaian gas per-bulan = Rp 3.500,00

Pemakaian listrik per-bulan = Rp 500,00

Biaya penyusutan alat = Rp 29.200,00

**Biaya Operasional Alat per-bulan = Rp 36.700,00**

Jadi dengan melakukan proses pemucatan ini penyuling mendapat tambahan pendapatan perbulan sebesar Rp 113.300,00. Dengan harga jual minimal Rp 90.000,00 dan harga jual ini dapat ditingkatkan sehingga keuntungan yang diperoleh semakin besar.





## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Kapasitas alat pemucat minyak akar wangi adalah 6 kilogram minyak akar wangi. Diameter panci adalah 25 cm dan tinggi panci 25 cm. Pemanasan dengan menggunakan kompor gas dengan aliran gas otomatis. Pengaduk dapat diatur tinggi letaknya dan dapat diatur putarannya. Penggunaan bentonit sebanyak 2 persen dari berat minyak sebagai bahan pemucat dapat meningkatkan kejernihan yang dilihat dengan naiknya persen transmisi dari 78 persen menjadi 86 persen. Rendemen hasil pemucatan dengan alat pemucat ini adalah 81,5 persen.

Hasil analisis terhadap minyak yang telah dipucatkan tidak mengalami perbedaan yang nyata dengan sebelum dipucatkan kecuali analisis persen transmisi dan bilangan ester setelah asetilasi. Bilangan ester setelah asetilasi mengalami peningkatan dari 110 menjadi 135.

### B. SARAN

Penggunaan pompa penyedot vakum untuk mempercepat proses pemisahan minyak akar wangi dengan bahan pemucat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1982. Ensiklopedi Indonesia. CV. Ichtisar Baru, Jakarta.
- , 1989. Pembinaan dan Pengembangan Budidaya Akar Wangi melalui Usaha Tani Konservasi di Kabupaten Garut, Jawa Barat. Di dalam Rohayati, 1997. Penggunaan Bentonit, Arang Aktif dan Asam Sitrat untuk Meningkatkan Mutu Minyak Akar Wangi. FATETA. IPB.
- , 1993. Laporan Tahunan Dinas Perdagangan DT II Kabupaten Garut, Jawa Barat.
- , 1995. Kamus Besar Bahasa Indonesia. Balai Pustaka, Jakarta.
- Baumeister. T. 1967. Standard Handbook for Mechanical Engineers. Di dalam Sugiarto, 1993. Desain Prototipe Mesin Pembuat Kemasan Kotak Karton Dengan Cara Perekatan. FATETA. IPB.
- Biro Pusat Statistik. 1995. Ekspor menurut Jenis Barang, Negara Tujuan dan Pelabuhan Ekspor. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Deutschman, A.d., W.J. Michels and C.E. Wilson. 1975. Machine design. Theory and Practice. Di dalam Sugiarto. 1993. Desain Prototipe Mesin Pembuat Kemasan Kotak Karton Dengan Cara Perekatan. FATETA, IPB.
- Djarmiko, B. dan S. Ketaren. 1985. Pemurnian Minyak. Agroindustri Press, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Essential Oil Association of USA. 1975. EOA Specifications and Standard. EOA USA. New York. Di
- Earle, R.L. 1982. Satuan Operasi dalam Industri Pangan. Terjemahan. PT. Sastra Hudaya, Jakarta.
- Grimshaw, R.G. 1988 Vetiver Gras (*Vetiveria zizanioides* Stapt). A Methode of Vetative Soil Moisture Conservation. 2<sup>nd</sup> ed. Print at PS. Press Service PVT. New Delhi.
- Guenther, E. 1972. The Essential Oil. Vol IV. Robert E. Article Publishing Co. Inc., Huntington, New York.

Hambali, E., E. Noor, S. Ketaren, S.Wijandi, and N.Rohayati. 1997. Penggunaan Bentonit, Arang Aktif dan Asam Sitrat untuk Meningkatkan Mutu Minyak Akar Wangi. *J. Teknol. Ind. Pert.* Vol. VII (1) p.55-64.

Jain, R. 1980. *Machine Design 2<sup>nd</sup> ed.* Di dalam Sugiarto, 1993. Desain Prototipe Mesin Pembuat Kemasan Kotak Karton Dengan Cara Perekatan. FATETA, IPB.

Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan. 1996. Surat Edaran no 391/MPP/3/1996 tentang industri kecil. Di dalam Hapidin. 1997. Kajian Industri Kecil Bawang Goreng di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. FATETA, IPB.

Ketaren, S. 1985. *Teknologi Minyak Atsiri.* Balai Pustaka, Jakarta.

Kirk, B.E. and D.F. Othmer. 1985. *Encyclopedia of Chemical Technology.* The Interscience Encyclopedia Inc., New York.

Moestofa dan J. Moermanto. 1988. Meningkatkan Mutu Minyak Akar Wangi. *Warta IHP.* Vol.5 No. 1. Balai Pengembangan Khemurgi dan Aneka Industri. Balai Besar Litbang Industri hasil Pertanian (BBIHP), Bogor.

Muchlis, N.A. dan S. Rusli. 1988. Tinjauan Masalah Mutu Minyak Atsiri dari Beberapa Daerah. Di Dalam Pemberitaan LPTI no 28, Januari - Maret 1978. Lembaga Penelitian Tanaman Industri, Bogor.

Munir. 1981. Pengaktifan Bentonit untuk Lumpur dan Koagulan. Laporan Lengkap Laboratrium Penelitian Teknologi Kimia. Departemen Teknologi Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Myatt, D.J. 1962. *Machine Design, An Introductory Text.* Di dalam Sugiarto, 1993. Desain Prototipe Mesin Pembuat Kemasan Kotak Karton Dengan Cara Perekatan. FATETA, IPB.

Nash, W.A. 1977. *Theory and Problems of Strength of Materials.* McGraw Int. Book Company, Singapore.

Nebell, B.W. dan A.B. Droper. 1974. *Product Design and Processing Engineering.* Di dalam Sugiarto, 1993. Desain Prototipe Mesin Pembuat Kemasan Kotak Karton Dengan Cara Perekatan. FATETA, IPB.

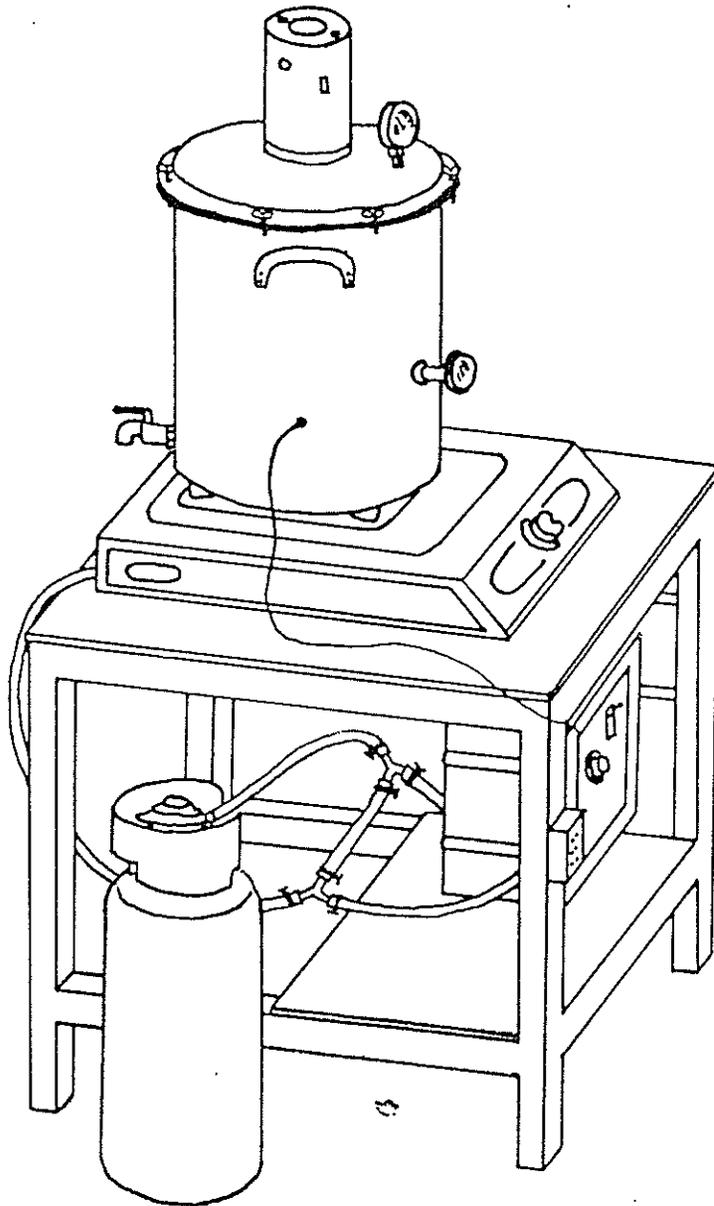


# LAMPIRAN

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## Lampiran 1. Gambar Piktorial



|  |                                |                   |                |
|--|--------------------------------|-------------------|----------------|
|  | SKALA : 1 : 10                 | NAMA : RUSSANTORO | PERINGATAN :   |
|  | SATUAN : mm                    | NRP : F 30.1790   |                |
|  | TANGGAL :                      | PEMERIKSA :       |                |
|  | ALAT PEMUCAT MINYAK AKAR WANGI |                   | A <sub>4</sub> |

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

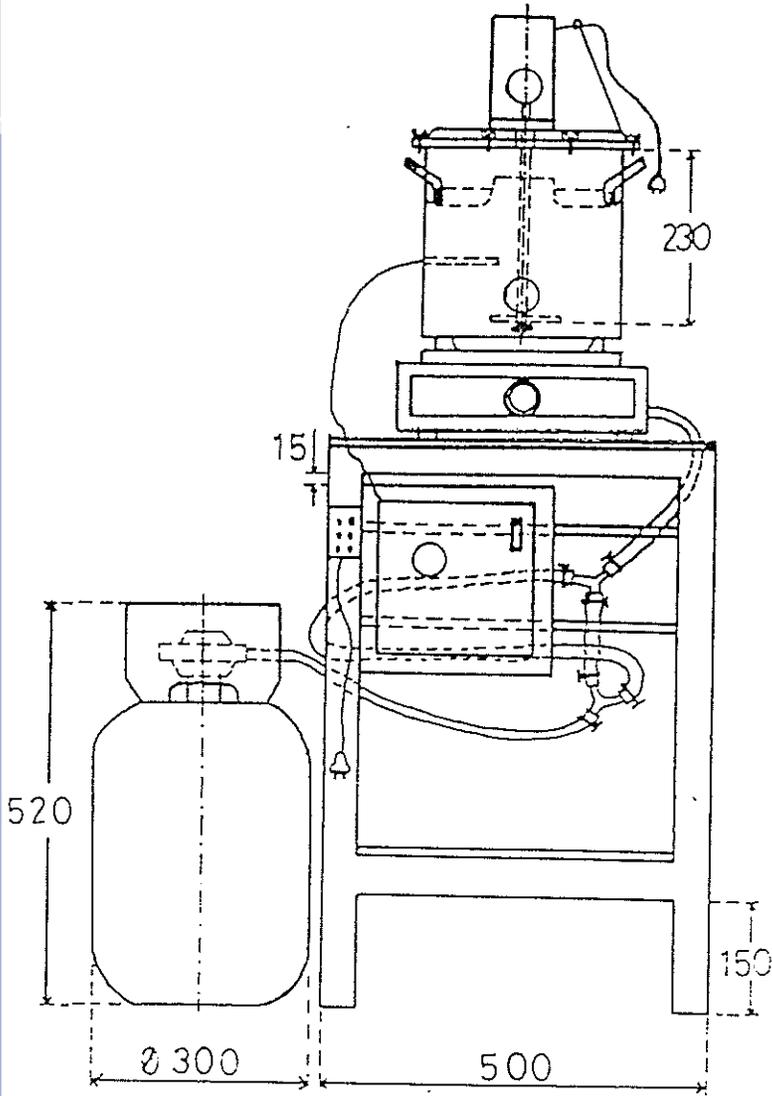
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak mengiklankan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



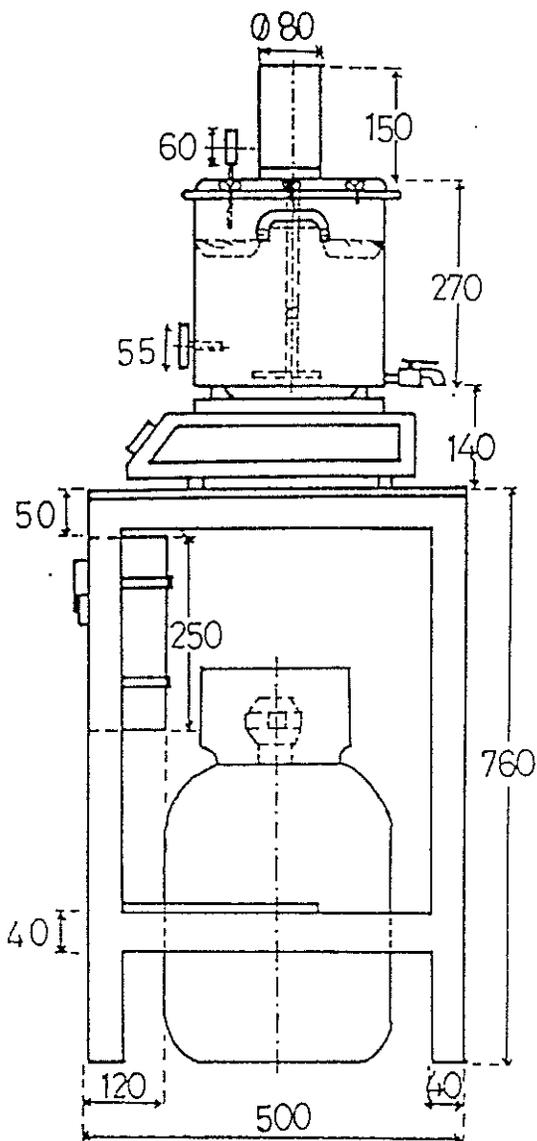
@Hak cipta milik IPB University



Gambar Tampak Depan

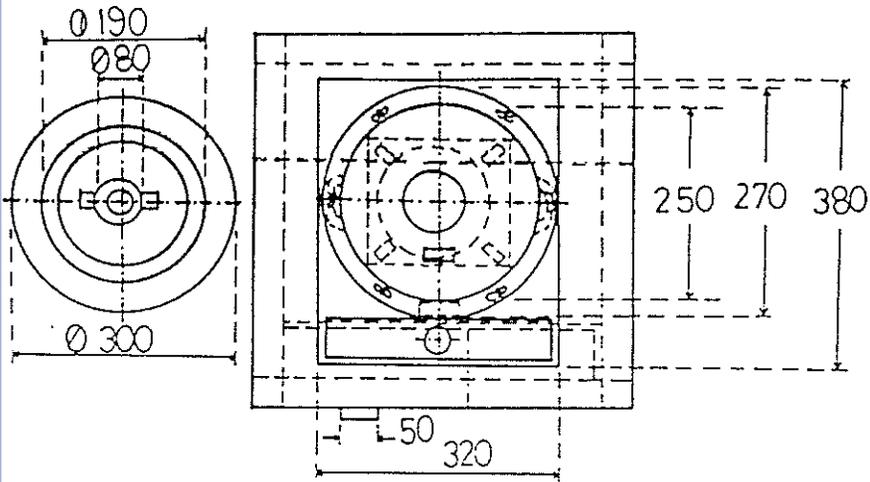
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau trjajian suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak mengiklan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

|                                |                |                   |                |
|--------------------------------|----------------|-------------------|----------------|
|                                | SKALA : 1 : 10 | NAMA : RUSSANTORO | PERINGATAN :   |
|                                | SATUAN : mm    | NRP : F30.1790    |                |
|                                | TANGGAL :      | PEMERIKSA :       |                |
| ALAT PEMUCAT MINYAK AKAR WANGI |                |                   | A <sub>4</sub> |



Gambar Tampak Samping

|  |                                |                   |                |
|--|--------------------------------|-------------------|----------------|
|  | SKALA : 1 : 10                 | NAMA : RUSSANTORO | PERINGATAN:    |
|  | SATUAN : mm                    | NRP : F 30.1790   |                |
|  | TANGGAL :                      | PEMERIKSA :       |                |
|  | ALAT PEMUCAT MINYAK AKAR WANGI |                   | A <sub>4</sub> |



Gambar Tampak Atas

|  |                                |                   |                |
|--|--------------------------------|-------------------|----------------|
|  | SKALA : 1 : 10                 | NAMA : RUSSANTORO | PERINGATAN :   |
|  | SATUAN : mm                    | NRP : F 30.1790   |                |
|  | TANGGAL :                      | PEMERIKSA :       |                |
|  | ALAT PEMUCAT MINYAK AKAR WANGI |                   | A <sub>4</sub> |

@Hak cipta milik IPB University

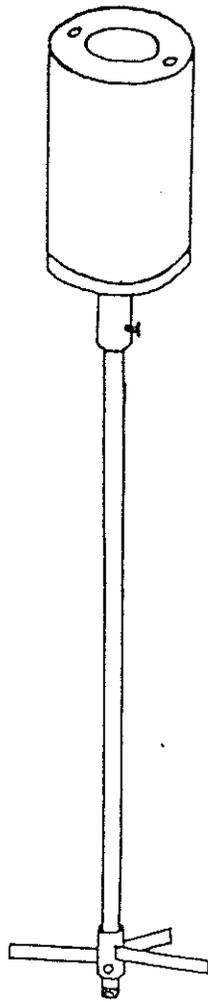
IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak mengizinkan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Alat Pengaduk dengan Motor Penggerak

|  |                                |                   |                |
|--|--------------------------------|-------------------|----------------|
|  | SKALA : 1 : 10                 | NAMA : RUSSANTORO | PERINGATAN :   |
|  | SATUAN : mm                    | NRP : F 30.1790   |                |
|  | TANGGAL :                      | PEMERIKSA :       |                |
|  | ALAT PEMUCAT MINYAK AKAR WANGI |                   | A <sub>4</sub> |

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak mengiklankan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menyalin dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## Lampiran 2. Perhitungan untuk Ketebelan Minimum *Stainless Steel*

$$\begin{aligned} \text{diameter panci} &= 25 \text{ cm} \\ \text{Tinggi panci} &= 25 \text{ cm} \\ \text{Tekanan Awal (P1)} &= 1 \text{ Atm} = 1.033 \text{ Kg/cm}^2 \\ \text{Suhu Awal (T1)} &= 298 \text{ K} \\ \text{Volume panci (V1)} &= 12.271 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Suhu dinaikkan menjadi 328 K dengan volume tetap maka akan terjadi perubahan tekanan sebesar :

$$P_2 = P_1 \times T_2 / T_1$$

$$P_2 = 1,033 \times 328 / 298$$

$$P_2 = 1,137 \text{ Kg/cm}^2$$

Tekanan akhir ini menjadi tekanan dalam.

$$\text{Yield point stainless} = 30.000 \text{ psi} = 2092.5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Safety factor} = 4$$

**Rumus circumferential stress :**

$$\delta_c = pr/t$$

$\delta_c$  : circumferential stress

p : tekanan dalam

r : Jari-jari silinder

t : Ketebalan bahan



$$\begin{aligned} \delta c &= pr/t \\ \frac{2092,5 \text{ kg/cm}^2}{1,137 \text{ kg/cm}^2} &= \frac{4 \times 12,5 \text{ cm}}{t} \\ t &= 0,027 \text{ cm} \\ t &= \mathbf{0,27 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Jadi ketebalan minimum stainless yang digunakan adalah **0,27 mm**.

Stainless steel yang digunakan untuk alat ini mempunyai ketebalan sebesar 2 mm, sehingga aman untuk digunakan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak mengalkan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

### Lampiran 3. Analisis Mutu Minyak Akar Wangi

#### 1. Rendemen

##### Prinsip :

Rendemen menunjukkan jumlah minyak akar wangi yang diperoleh kembali setelah proses pemucatan, yang dinyatakan dengan persentase dari perbandingan antara volume minyak akar wangi hasil pemucatan dengan volume minyak akar wangi awal yang akan dipucatkan.

##### Prosedur :

Volume minyak akar wangi yang akan dipucatkan dihitung, demikian juga dengan volume minyak akar wangi hasil pemucatan.

##### Perhitungan :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat minyak hasil pemucatan (g)}}{\text{Berat minyak awal (g)}} \times 100 \%$$

#### 2. Kejernihan (Persen Transmisi)

##### Prinsip :

Kemampuan minyak untuk meneruskan cahaya dengan panjang gelombang tertentu yang melewati minyak akan menunjukkan tingkat kejernihan minyak tersebut. Semakin jernih minyak semakin banyak cahaya yang akan diteruskan pada panjang gelombang tertentu, yang ditunjukkan dengan semakin tingginya nilai transmisi cahaya. Minyak yang bermutu baik akan tampak jernih dan mampu mentransmisikan sinar secara maksimum pada panjang gelombang tertentu.



### Prosedur :

Spektrofotometer dinyalakan dan dibiarkan beberpa saat agar stabil, dan dipilih panjang gelombang maksimum sampai diperoleh nilai adsorben tertinggi. Setelah panjang gelombang maksimum diperoleh, blanko (air) dimasukkan ke tempat sampel, pengontrol transmittan atau adsorben disetel sampai menunjukkan angka 100% T atau 0,0 A. Kemudian minyak yang akan diuji dimasukkan ke dalam tabung dan ditempatkan pada tempat sampel.

### Perhitungan :

Nilai % transmittan dapat dibaca pada alat dan nilai tersebut dibandingkan dengan nilai transmittan blanko untuk 100 %.

### 3.Kelarutan dalam Alkohol

#### Prinsip:

Suatu cairan akan larut dalam suatu pelarut pada perbandingan volume dan konsentrasi tertentu jika polaritasnya sama atau mendekati polaritas pelarut tersebut.

#### Prosedur :

Minyak atsiri sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian secara perlahan-lahan ditambahkan sejumlah alkohol 95 persen, lalu dilakukan pengocokan. Pemanmbahan dilakukan sampai larutan menjadi jernih, dan dicatat volume alkohol yang dibutuhkan. Penambahan alkohol ditambahkan lagi sampai timbul warna keruh, volume alkohol yang ditambahkan dicatat.



## 4. Indeks Bias

### Prinsip :

Jika cahaya dari media kurang padat melewati media lebih padat, maka cahaya yang dibelokkan mendekati garis normal. Penentuan indeks bias didasarkan pada perbandingan sinus sudut datang dengan sinus sudut sinar bias.

### Prosedur :

Prisma refraktometer dibersihkan dengan alkohol. Kemudian minyak diteteskan sampai memenuhi prisma. Dirapatkan dan dibiarkan beberapa saat. Dengan mengatur slide akan diperoleh garis batas yang jelas antara bidang yang terang dengan bidang yang gelap. Nilai indeks bias dapat dibaca langsung pada garis paling terang, dengan ketelitian kurang lebih 0,0002.

### Perhitungan :

$$n_{tD} = n_{1D} + 0,00039 (t_1 - t)$$

### Keterangan :

$n_{tD}$  = Indeks bias minyak akar wangi pada suhu tertentu dan kerapatan D

$n_{1D}$  = Indeks bias minyak akar wangi pada suhu pengerjaan ( $t_1$ °C) dan kerapatan D

0,0039 = Faktor koreksi indeks bias minyak akar wangi untuk setiap perubahan suhu 1° C



## 5. Bobot Jenis

### Prinsip:

Bobot jenis merupakan perbandingan antara kerapatan minyak dengan kerapatan air suling pada volume dan yang sama.

### Prosedur :

Piknometer dibersihkan dengan alkohol, kemudian dibilas dengan eter. Setelah kering, piknometer ditimbang dengan teliti. Air suling diisikan ke dalam piknometer sampai melebihi tanda tera, ditutup dan dihindari dari adanya gelembung-gelembung udara. Bagian luar piknometer dikeringkan dari air yang menempel. Piknometer yang telah diisi air suling dibiarkan beberapa saat, kemudian ditimbang dengan teliti. Pengukuran terhadap minyak akar wangi dilakukan dengan prosedur yang sama.

### Perhitungan :

$$BJ (t^{\circ} C) = \frac{\text{bobot minyak akar wangi (g)}}{\text{bobot air suling (g)}} = d$$

$$BJ (15^{\circ} C) = d + 0,00071 (t - 15)$$

### Keterangan :

t : Suhu pengerjaan ( $^{\circ}C$ )

d : Bobot jenis minyak pada saat suhu pengukuran ( $t^{\circ} C$ )

0,00071 : Faktor koreksi bobot jenis minyak akar wangi pada setiap kenaikan suhu  $1^{\circ} C$ .





## 6. Bilangan Asam

### Prinsip:

Netralisasi asam-asam bebas dengan menggunakan larutan alkali.

### Prosedur :

Minyak ditimbang 2 gram dalam labu erlenmeyer 100 ml. kemudian ditambahkan 25 ml alkohol 90 persen yang telah dinetralkan. Setelah itu ditambahkan indikator penophtelin 1 persen sebanyak 3 tetes, dititrasasi dengan alkohol KOH 0,5 N. Titrasasi dihentikan jika telah terjadi perubahan warna, dari tidak berwarna menjadi berwarna merah muda.

### Perhitungan:

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{\text{ml KOH} \times \text{N KOH} \times 56.1}{\text{Bobot contoh (g)}}$$

### Keterangan :

ml KOH : Jumlah ml KOH yang digunakan untuk titrasasi

N KOH : Normalitas KOH dalam alkohol

56,1: Berat molekul KOH

## 7. Bilangan Ester

### Prinsip :

Penyabunan ester dengan basa keras (KOH 0,5 N)

**Prosedur :**

Minyak hasil titrasi pada bilangan asam kemudian ditambah 25 ml KOH 0,5 N, kemudian dipanaskan pada pendingin tegak selama 1 jam dihitung sejak larutan mendidih. Didinginkan pada suhu kamar dan ditambahkan indikator penophtelin sebanyak 3 tetes. Kelebihan KOH ditirasi dengan HCl 0,5 N. Dengan cara yang sama dilakukan terhadap blanko.

**Perhitungan :**

$$\text{Bilangan Ester} = \frac{(b-a) \times N \text{ HCl} \times 56,1}{\text{gram contoh}}$$

**Keterangan :**

a : Jumlah ml HCl 0.5 N yang diperlukan untuk titrasi contoh

b : Jumlah ml HCl 0.5 N yang diperlukan untuk titrasi blanko

N HCL: Normalitas HCl

56,1 : Berat molekul KOH

**8. Bilangan Ester setelah Asetilasi****Prinsip :**

Alkohol dalam minyak atsiri dapat ditentukan dengan cara asetilasi, yaitu minyak diasetilasi dengan menggunakan asetat anhidrid sehingga membentuk ester. Dari jumlah ester tersebut dapat dihitung prosesntase alkohol yang terkandung dalam minyak.

**Prosedur :**

Minyak akar wangi sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 250 ml, ditambah 2 gram asetat kering dan 10 ml asetat anhidrid serta batu didih.



Dipanaskan selama 2 jam ( $146^{\circ}\text{C}$ ) dihitung mulai mendidih, kemudian didinginkan. Selanjutnya ditambah akuades sebanyak 50 ml, dipanaskan di atas penangas air selama 15 menit dan sewaktu-waktu dikocok sehingga kelebihan asetat anhidrid hilang. Setelah dingin, larutan dimasukkan ke dalam corong pemisah dan lapisan air dikeluarkan. Minyak yang tertinggal dikocok dengan 50 ml larutan NaCl 10 persen.

Minyak dimasukkan ke dalam tabung kimia dan dikeringkan dengan menambahkan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrid selama satu malam, kemudian disaring menggunakan kaps. Contoh yang telah diasetilasi ditimbang dengan teliti  $\pm 1,5$  gram ke dalam labu penyabunan. Selanjutnya ditambah dengan 2,5 ml alkohol 95 persen dan beberapa tetes indikator penophletin dan dinetralkan dengan menggunakan KOH dalam alkohol 0.5 N. ditambah 25 ml KOH dan dipanaskan selama 1,5 jam dengan pendingin tegak. Setelah didinginkan, kelebihan alkohol dititrasi kembali dengan HCl 0.5 N.

#### Perrhitungan :

$$\text{Bilangan Ester setelah Asetilasi} = \frac{(b-a) \times N \text{ HCl} \times 56.1}{\text{gram setelah asetilasi}}$$

#### Keterangan :

a : ml titran untuk blanko

b : ml titran untuk contoh

## Lampiran 4. Hasil Analisis Laboratorium Minyak Akar Wangi

| Karakteristik                    | Minyak Akar Wangi Kasar |              |           | Minyak Akar Wangi Setelah Dipucatkan |            |           |
|----------------------------------|-------------------------|--------------|-----------|--------------------------------------|------------|-----------|
|                                  | Ulangan I               | Ulangan II   | Rata-Rata | Ulangan I                            | Ulangan II | Rata-Rata |
| Warna                            | Coklat merah            | Coklat merah | -         | Merah                                | Merah      | -         |
| Rendemen                         | -                       | -            | -         | 83 %                                 | 80 %       | 81,5 %    |
| Persen Transmisi                 | 78 %                    | 75 %         | 76,5%     | 86 %                                 | 85 %       | 85,5%     |
| Bobot Jenis                      | 0.980                   | 0.980        | 0.980     | 0.997                                | 0.998      | 0.998     |
| Indeks Bias                      | 1.521                   | 1.521        | 1.521     | 1.522                                | 1.522      | 1.522     |
| Kelarutan dalam Alkohol 95 %     | Larut                   | Larut        | Larut     | Larut                                | Larut      | Larut     |
| Bilangan Asam                    | 15                      | 14           | 14.5      | 16                                   | 16         | 16        |
| Bilangan Ester                   | 16                      | 15           | 15.5      | 16                                   | 16         | 16        |
| Bilangan Ester setelah Asetilasi | 110                     | 110          | 110       | 134                                  | 136        | 135       |

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau trjajian suatu masalah
- b. Pengutipan tidak mengiklankan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 5a. Pengaruh Penambahan Bentonit terhadap perubahan Persen Transmisi Minyak Akar Wangi

|                   | Penambahan Bentonit |         | Jumlah |
|-------------------|---------------------|---------|--------|
|                   | Sebelum             | Sesudah |        |
| Persen Transmisi  | 78                  | 86      |        |
|                   | 75                  | 85      |        |
| Jumlah            | 153                 | 171     | 324    |
| Banyak Pengamatan | 2                   | 2       | 4      |
| Rata - Rata       | 76,5                | 85,5    |        |

Lampiran 5b. Daftar Analisis Keragaman Penambahan Bentonit terhadap Persen Transmisi

| Sumber Keragaman    | dB | Jk    | KT    | F Hitung | F Tabel |
|---------------------|----|-------|-------|----------|---------|
| Rata-rata           | 1  | 26224 | 26244 |          | 18,51   |
| Penambahan Bentonit | 1  | 81    | 81    |          |         |
| Kekeliruan          | 2  | 5     | 2,5   | 32,4     |         |
| Jumlah              | 4  | 26330 |       |          |         |

F hitung > F tabel, ada perbedaan nyata antara sebelum dan sesudah dipucatkan

Lampiran 6a. Pengaruh Penambahan Bentonit terhadap Perubahan Bobot Jenis Minyak Akar Wangi

|                   | Penambahan Bentonit |         | Jumlah |
|-------------------|---------------------|---------|--------|
|                   | Sebelum             | Sesudah |        |
| Bobot             | 0.980               | 0.997   |        |
| Jenis             | 0.980               | 0.998   |        |
| Jumlah            | 1.96                | 1.995   | 3.955  |
| Banyak Pengamatan | 2                   | 2       | 4      |
| Rata - Rata       | 0.98                | 0.9975  |        |

Lampiran 6b. Daftar Analisis Keragaman Penambahan Bentonit terhadap Bobot Jenis

| Sumber Keragaman    | dB | Jk       | KT      | F Hitung | F Tabel |
|---------------------|----|----------|---------|----------|---------|
| Rata-rata           | 1  | 3.910    | 3.91    |          | 18,51   |
| Penambahan Bentonit | 1  | 0.0008   | 0.0008  |          |         |
| Kekeliruan          | 2  | 0.00013  | 0.00065 | 1.23     |         |
| Jumlah              | 4  | 3.910813 |         |          |         |

$F_{\text{Hitung}} < F_{\text{Tabel}}$ , tidak ada perbedaan nyata antara sebelum dan sesudah dipucatkan

Lampiran 7a. Pengaruh Penambahan Bentonit terhadap Perubahan Indeks Bias Minyak Akar Wangi

|                   | Penambahan Bentonit |         | Jumlah |
|-------------------|---------------------|---------|--------|
|                   | Sebelum             | Sesudah |        |
| Indeks Bias       | 1,521               | 1,522   |        |
|                   | 1,521               | 1,523   |        |
| Jumlah            | 3,042               | 3,045   | 6,087  |
| Banyak Pengamatan | 2                   | 2       | 4      |
| Rata - Rata       | 1,521               | 1,5225  |        |

Lampiran 7b. Daftar Analisis Keragaman Penambahan Bentonit terhadap Indeks Bias

| Sumber Keragaman    | dB | Jk                    | KT                    | F Hitung | F Tabel |
|---------------------|----|-----------------------|-----------------------|----------|---------|
| Rata-rata           | 1  | 0,26289225            | 9,26                  |          | 18,51   |
| Penambahan Bentonit | 1  | $2,25 \times 10^{-6}$ | $2,25 \times 10^{-6}$ |          |         |
| Kekeliruan          | 2  | $5 \times 10^{-6}$    | $2,5 \times 10^{-6}$  | 0,9      |         |
| Jumlah              | 4  |                       |                       |          |         |

F Hitung < F Tabel, tidak ada perbedaan nyata antara sebelum dan sesudah dipucatkan

Lampiran 8a. Pengaruh Penambahan Bentonit terhadap perubahan Bilangan Asam minyak Akar Wangi

|                   | Penambahan Bentonit |         | Jumlah |
|-------------------|---------------------|---------|--------|
|                   | Sebelum             | Sesudah |        |
| Indeks Bias       | 15                  | 16      |        |
| Jumlah            | 15                  | 16      | 61     |
| Banyak Pengamatan | 29                  | 32      | 4      |
| Rata - Rata       | 2                   | 2       |        |
|                   | 14,5                | 16      |        |

Lampiran 8b. Daftar Analisis Keragaman Penambahan Bentonit terhadap Bilangan Asam

| Sumber Keragaman    | dB | Jk     | KT     | F Hitung | F Tabel |
|---------------------|----|--------|--------|----------|---------|
| Rata-rata           | 1  | 930,25 | 930,25 |          | 18,51   |
| Penambahan Bentonit | 1  | 2,25   | 2,25   |          |         |
| Kekeliruan          | 2  | 0,5    | 0,25   | 9        |         |
| Jumlah              | 4  | 933    |        |          |         |

F Hitung < F tabel, tidak ada perbedaan nyata antara sebelum dan sesudah dipucatkan

Lampiran 9a. Pengaruh penambahan bentonit terhadap perubahan Bilangan Ester minyak Akar Wangi

|                   | Penambahan Bentonit |         | Jumlah |
|-------------------|---------------------|---------|--------|
|                   | Sebelum             | Sesudah |        |
| Bilangan Ester    | 16                  | 16      |        |
|                   | 15                  | 16      |        |
| Jumlah            | 31                  | 32      | 63     |
| Banyak Pengamatan | 2                   | 2       | 4      |
| Rata - Rata       | 15,5                | 16      |        |

Lampiran 9b. Daftar Analisis Keragaman Bentonit terhadap Perser. Transmisi

| Sumber Keragaman    | dB | Jk     | KT     | F Hitung | F Tabel |
|---------------------|----|--------|--------|----------|---------|
| Rata-rata           | 1  | 992,25 | 992,25 |          | 18,51   |
| Penambahan Bentonit | 1  | 0,25   | 0,25   |          |         |
| Kekeliruan          | 2  | 0,5    | 0.25   | 1        |         |
| Jumlah              | 4  |        |        |          |         |

$F_{\text{Hitung}} < F_{\text{Tabel}}$ , tidak ada perbedaan nyata antara sebelum dan sesudah dipucatkan

Lampiran 10a. Pengaruh penambahan bentonit terhadap perubahan Bilangan Ester Setelah Asetilasi Minyak Akar Wangi

|                   | Penambahan Bentonit |         | Jumlah |
|-------------------|---------------------|---------|--------|
|                   | Sebelum             | Sesudah |        |
| Bilangan Ester    | 110                 | 134     |        |
|                   | 110                 | 136     |        |
| Jumlah            | 220                 | 270     | 490    |
| Banyak Pengamatan | 2                   | 2       | 4      |
| Rata - Rata       | 110                 | 135     |        |

Lampiran 10b. Daftar Analisis Keragaman Bentonit terhadap Bilangan Ester Setelah Asetilasi

| Sumber Keragaman    | dB | Jk    | KT    | F Hitung | F Tabel |
|---------------------|----|-------|-------|----------|---------|
| Rata-rata           | 1  | 60025 | 60025 |          | 18,51   |
| Penambahan Bentonit | 1  | 625   | 625   |          |         |
| Kekeliruan          | 2  | 2     | 1     | 625      |         |
| Jumlah              | 4  |       |       |          |         |

F Hitung > F Tabel, ada perbedaan nyata antara sebelum dan sesudah dipucatkan

