

7/7EP  
1994  
0081



# PENGARUH UKURAN BAHAN DAN LAMA EKSTRAKSI TERHADAP RENDEMEN DAN MUTU OLEORESIN LADA ENTENG (*Piper nigrum* Linn)



Oleh  
**IMAM SOELISTYO**  
F 25. 1305



1994  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
B O G O R

oMik epta milti Ipa Universtg

IPB University

Halaman ini merupakan bagian dari koleksi digital yang dibuat oleh Departemen Teknologi Informasi dan Komunikasi IPB University. Untuk informasi lebih lanjut mengenai kebijakan penggunaan, peninjauan, pemeliharaan, pembaruan, dan lain-lain, silakan kunjungi situs web IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi situs web IPB University.

IPB University

**Imam Soelistyo. F 25.1305.** Pengaruh Ukuran Bahan Dan Lama Ekstraksi Terhadap Rendemen Dan Mutu Oleoresin Lada Enteng (*Piper nigrum* Linn). Dosen Pembimbing Dr.Ir.H. Atjeng M. Syarief, MSAE.

## RINGKASAN

Buah lada segar dapat diolah menjadi berbagai bentuk. Produk lada hitam, lada putih dan bubuk lada dihasilkan melalui proses pengeringan. Sementara produk oleoresin, minyak lada maupun lada hijau awetan belum banyak diusahakan. Hasil olahan lada pada umumnya digunakan untuk keperluan masak-memasak, dalam industri makanan, industri farmasi dan obat-obatan.

Metode ekstraksi diantaranya adalah destilasi dengan uap atau air, pengepresan, ekstraksi menggunakan pelarut dan pengikatan dengan lemak murni. Dalam penelitian ini oleoresin lada enteng diperoleh melalui proses ekstraksi menggunakan pelarut. Prinsip ekstraksi adalah dengan melarutkan oleoresin di dalam bahan menggunakan pelarut, kemudian memisahkan pelarut tersebut dari oleoresin yang dihasilkan.

Metode penelitian dimulai dengan memodifikasi sistem pemanas pada alat *solid-liquid extraction unit*. Sedangkan perlakuan yang dilakukan adalah dengan menghaluskan lada enteng menjadi ukuran kurang dari 16 mesh, 16 - 32 mesh dan lebih besar dari 32 mesh. Sedangkan lama ekstraksi yang dilakukan adalah 1, 2 dan 3 jam.



Kekentalan miscella akan mengalami kenaikan pada awal ekstraksi dan selanjutnya menurun hingga menyamai kekentalan etanol pada akhir satu jam ekstraksi. Setelah bahan dikeringkan, kembali kekentalan miscella meningkat.

Rendemen oleoresin yang dihasilkan dengan ukuran bahan kurang dari 16 mesh dengan lama ekstraksi 1, 2 dan 3 jam adalah 20.28%, 27.37%, 32.77%. Rendemen bahan berukuran 16-32 mesh sebesar 19.09%, 25.43%, 28.44%. Rendemen bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh adalah 12.57%, 29.55%, 34,59%.

Kadar piperin oleoresin yang dihasilkan dengan ukuran bahan kurang dari 16 mesh dengan lama ekstraksi 1, 2 dan 3 jam adalah 20.45%, 20.47%, 12.40%. Kadar piperin bahan berukuran 16-32 mesh sebesar 20.45%, 21.65%, 12.09%. Kadar piperin bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh adalah 17.48%, 20.34%, 11.63%.

Kadar minyak atsiri yang dihasilkan dengan ukuran bahan kurang dari 16 mesh dengan lama ekstraksi 1, 2 dan 3 jam adalah 4.80%, 4.77%, 2.99%. Kadar minyak atsiri bahan berukuran 16-32 mesh sebesar 7.39%, 6.67%, 5.74%. Kadar minyak atsiri bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh adalah 7.03%, 5.79%, 5.70%.

Sisa pelarut dalam oleresin yang dihasilkan dengan ukuran bahan kurang dari 16 mesh dengan lama ekstraksi 1, 2 dan 3 jam adalah 43.67%, 42.35%, 51.03%. Sisa pelarut dalam oleoresin bahan berukuran 16-32 mesh sebesar 39.19%,



44.68%, 47.03%. Sisa pelarut dalam oleoresin bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh adalah 29.00%, 39.41%, 47.25%.

Piperin mudah larut dalam etanol. Minyak atsiri juga merupakan komponen oleoresin yang mudah larut pada pelarut organik. Dengan banyaknya etanol dalam oleoresin, rendemen oleoresin menjadi besar karena massa etanol turut tertimbang. Tingginya etanol dalam oleoresin juga akan menurunkan jumlah piperin. Sementara itu disamping minyak atsiri hilang karena terbawa pelarut pada saat destilasi menggunakan alat *solid-liquid extraction unit* juga sebagian minyak atsiri hilang karena terlarut etanol dalam oleoresin.

Hilangnya etanol terjadi karena penggunaan alat *solid-liquid extraction unit*, pada proses pengeringan bahan dari pelarut (pelarut yang diserap bahan) dan pada proses pemisahan pelarut menggunakan evaporator vakum.



**PENGARUH UKURAN BAHAN DAN LAMA EKSTRAKSI  
TERHADAP RENDEMEN DAN MUTU OLEORESIN  
LADA ENTENG (*Piper nigrum* Linn.)**

Oleh :

**IMAM SOELISTYO**

**F 25.1305**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN  
Pada Jurusan Mekanisasi Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor**

**1994**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR**

Halaman ini merupakan Lembar Pengantar  
1. Diisi dengan nama-nama mahasiswa yang telah lulus ujian sarjana dan sarjana muda  
2. Diisi dengan nama-nama mahasiswa yang telah lulus ujian sarjana dan sarjana muda  
3. Diisi dengan nama-nama mahasiswa yang telah lulus ujian sarjana dan sarjana muda  
4. Diisi dengan nama-nama mahasiswa yang telah lulus ujian sarjana dan sarjana muda  
5. Diisi dengan nama-nama mahasiswa yang telah lulus ujian sarjana dan sarjana muda  
6. Diisi dengan nama-nama mahasiswa yang telah lulus ujian sarjana dan sarjana muda  
7. Diisi dengan nama-nama mahasiswa yang telah lulus ujian sarjana dan sarjana muda  
8. Diisi dengan nama-nama mahasiswa yang telah lulus ujian sarjana dan sarjana muda  
9. Diisi dengan nama-nama mahasiswa yang telah lulus ujian sarjana dan sarjana muda  
10. Diisi dengan nama-nama mahasiswa yang telah lulus ujian sarjana dan sarjana muda

INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

PENGARUH UKURAN BAHAN DAN LAMA EKSTRAKSI  
TERHADAP RENDEMEN DAN MUTU OLEORESIN  
LADA ENTENG (*Piper nigrum* Linn.)

SKRIPSI

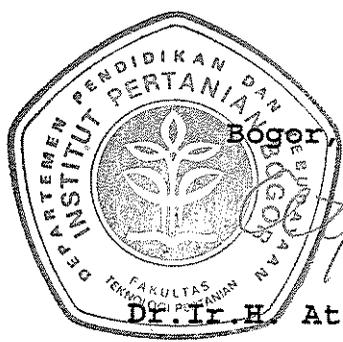
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN  
Pada Jurusan Mekanisasi Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

Oleh :

IMAM SOELISTYO

F 25.1305

Dilahirkan pada tanggal 6 April 1969  
di Grobogan, Purwodadi  
Tanggal lulus : 2 - 6 - 1994



Disetujui  
16 Juni 1994

*Atjeng M. Syarif*

Dr. Ir. H. Atjeng M. Syarif, MSAE

Dosen Pembimbing

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan.

Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr.Ir.H. Atjeng Muchlis Syarief, MSAE., selaku dosen pembimbing penulis.
2. Bapak Ir. Mad Yamin dan Ir. Putiati M App.Sc., selaku tim penguji penulis
3. Segenap pegawai karyawan Pilot Plant dan Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, Pusat Antar Universitas, IPB.
4. Buat Anto, Vera, Lia dan Mirna yang telah banyak memberikan bantuan moril kepada penulis.
5. Serta semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan tidak dapat penulis katakan satu per satu.

Ibarat gading, skripsi inipun banyak akan kesalahannya. Kritik dan saran sangat penulis harapkan.

Bogor, Juni 1994

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| DAFTAR ISI                           | 1  |
| DAFTAR TABEL                         |    |
| DAFTAR GAMBAR                        |    |
| DAFTAR LAMPIRAN                      |    |
| I. PENDAHULUAN .....                 | 1  |
| II. TINJAUAN PUSTAKA .....           | 4  |
| A. LADA ( <i>Piper nigrum</i> Linn)  |    |
| 1. Botani .....                      | 4  |
| 2. Pengolahan Lada .....             | 9  |
| B. OLEORESIN .....                   | 12 |
| C. PERSIAPAN BAHAN .....             | 14 |
| D. UKURAN BAHAN .....                | 16 |
| E. PELARUT .....                     | 17 |
| F. EKSTRAKSI .....                   | 20 |
| G. PEMISAHAN PELARUT .....           | 23 |
| III. METODOLOGI PENELITIAN           |    |
| A. BAHAN .....                       | 24 |
| B. ALAT .....                        | 27 |
| C. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN ..... | 33 |
| D. METODE PENELITIAN .....           | 33 |



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. RENDEMEN OLEORESIN ..... 49

B. MUTU OLEORESIN LADA ENTENG ..... 61

C. KESEIMBANGAN MATERIAL ..... 70

D. PENGGUNAAN PELARUT ..... 74

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN ..... 78

B. SARAN ..... 80

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

*a Miskipia milti H. University*

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang dihasilkan oleh sistem manajemen dokumen dan informasi IPB University. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat IPB University di [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
 1. Dokumen ini merupakan bagian dari dokumen yang dihasilkan oleh sistem manajemen dokumen dan informasi IPB University.  
 2. Dokumen ini merupakan bagian dari dokumen yang dihasilkan oleh sistem manajemen dokumen dan informasi IPB University.  
 3. Dokumen ini merupakan bagian dari dokumen yang dihasilkan oleh sistem manajemen dokumen dan informasi IPB University.  
 4. Dokumen ini merupakan bagian dari dokumen yang dihasilkan oleh sistem manajemen dokumen dan informasi IPB University.  
 5. Dokumen ini merupakan bagian dari dokumen yang dihasilkan oleh sistem manajemen dokumen dan informasi IPB University.





## DAFTAR GAMBAR

|        |     |  | Halaman |
|--------|-----|--|---------|
| Gambar | 1.  | Penampang Melintang Lada .....   | 7       |
| Gambar | 2.  | Lada ( <i>Piper nigrum</i> Linn) .....   | 8       |
| Gambar | 3.  | Fluidized Bed Drier .....  | 25      |
| Gambar | 4.  | Hammer Mill .....  | 26      |
| Gambar | 5.  | Lada Enteng .....  | 26      |
| Gambar | 6.  | Modifikasi Sistem Pemanas pada Tabung Destilasi Alat <i>Solid-liquid Extraction Unit</i> ..... | 28      |
| Gambar | 7.  | Evaporator Vakum .....   | 30      |
| Gambar | 8.  | Termometer, Refraktometer, Ayakan .....  | 31      |
| Gambar | 9.  | Tray Drier .....   | 32      |
| Gambar | 10. | Skema Pengkondisian Menggunakan Air .....  | 36      |
| Gambar | 11. | Skema Pengkondisian Menggunakan Etanol 95% .....   | 39      |
| Gambar | 12. | Bagan Alir Proses Ekstraksi Pendahuluan ...  | 42      |
| Gambar | 13. | Bagan Alir Proses Percobaan Ekstraksi Lanjutan .....   | 44      |
| Gambar | 14. | Rendemen Oleoresin untuk Ekstraksi Selama Satu, Dua dan Tiga Jam .....                         | 51      |
| Gambar | 15. | Diagram Batang Kenaikan Rendemen Oleoresin untuk Ekstraksi Satu, Dua dan Tiga Jam ....         | 52      |
| Gambar | 16. | Grafik Perubahan Kekentalan Miscella (Brix) untuk Ekstraksi Selama Satu Jam ....               | 55      |
| Gambar | 17. | Grafik Perubahan Kekentalan Miscella (Brix) untuk Ekstraksi Selama Dua Jam .....               | 55      |
| Gambar | 18. | Grafik Perubahan Kekentalan Miscella (Brix) untuk Ekstraksi Selama Tiga Jam ....               | 56      |



Gambar 19. Grafik Kadar Piperin (%) untuk Ekstraksi Selama Satu, Dua dan Tiga Jam ..... 63

Gambar 20. Grafik Kadar Minyak Atsiri (%) untuk Ekstraksi Selama Satu, Dua dan Tiga Jam ... 65

Gambar 21. Grafik Sisa Pelarut dalam Oleoresin (%) untuk Ekstraksi Selama Satu, Dua dan Tiga Jam ..... 68

Gambar 22. Skema Aliran Bahan pada Proses Ekstraksi Lada Enteng ..... 71

Gambar 23. Distribusi Bahan Di Dalam Oleoresin ..... 71

Gambar 24. Grafik Kehilangan Total Pelarut untuk Ekstraksi Menggunakan *Solid-liquid Extraction Unit* ..... 75

Gambar 25. Grafik Kehilangan Etanol Karena Pengeringan ..... 76

Gambar 26. Grafik Kehilangan Pelarut pada Proses Pemisahan Pelarut Menggunakan Evaporator Vakum ..... 76

1. Mengembangkan kemampuan analisis kritis, kreatif, dan inovatif dalam menyelesaikan masalah.  
 2. Mengembangkan kemampuan komunikasi dan kepemimpinan yang efektif.  
 3. Mengembangkan kemampuan berkolaborasi dalam tim.  
 4. Mengembangkan kemampuan beradaptasi dengan perubahan.  
 5. Mengembangkan kemampuan berinovasi dan berkreasi.  
 6. Mengembangkan kemampuan beretika dan bertanggung jawab.  
 7. Mengembangkan kemampuan berprestasi.  
 8. Mengembangkan kemampuan berkeadilan.  
 9. Mengembangkan kemampuan berkeberagaman.  
 10. Mengembangkan kemampuan berkeberlanjutan.



## I. PENDAHULUAN

Lada merupakan tanaman memanjat yang di daerah asalnya Ghats, Malabar, India, tumbuh secara liar di bawah pohon-pohon hutan. Secara geografis wilayah dengan posisi  $20^{\circ}$  LS sampai  $20^{\circ}$  LU merupakan daerah sebaran lada (*piper nigrum* Linn). Diperkirakan tanaman lada masuk ke Indonesia berkisar antara tahun 100 SM - 600 M.

Ada 600 jenis tanaman lada yang dikenal di daratan Asia dan Amerika, 40 jenis diantaranya dapat dijumpai di Indonesia. Daerah Lampung dan Bangka merupakan daerah di mana banyak dijumpai tanaman lada. Jenis Lampung Daun Lebar dan jenis Bangka merupakan dua varietas tanaman lada yang banyak dibudidayakan di kedua daerah tersebut.

Sejarah mencatat bahwa lada termasuk komoditi tanaman perdagangan penting yang mengawali aktivitas perdagangan belahan dunia Timur (termasuk Indonesia) dan negara-negara Eropa. Sampai saat ini ada empat negara penghasil lada dunia yaitu Malaysia, India, Brazil dan Indonesia. Indonesia bahkan tercatat mampu memasok hampir 80% kebutuhan lada dunia sebelum adanya Perang Dunia ke Dua.

Luas areal perkebunan lada yang ada di Indonesia tercatat sekitar 1214 800 Ha. Lahan seluas ini menghasilkan lada sebanyak 69 424 ton. Catatan ekspor lada hitam Indonesia pada tahun 1989 sebanyak 17 304 ton, sedangkan lada putih terkirim sebanyak 24 834 ton (Anonim, 1991). Ini

merupakan sebagian dari total ekspor rempah-rempah Indonesia yang pengirimannya pada tahun 1991 sebanyak 1 139 000 ton (Anonim, 1992).

Buah lada yang telah dipisahkan dari tandannya, dapat diolah menjadi bermacam produk olahan. Yang banyak dilakukan adalah mengolah lada segar menjadi produk lada hitam, lada putih dan bubuk lada putih melalui proses pengeringan. Sementara bentuk olahan lada yang lain, seperti minyak lada, oleoresin lada maupun lada hijau awetan belum banyak diusahakan. Hasil olahan lada ini pada umumnya digunakan untuk keperluan masak-memasak, pada industri makanan, industri farmasi dan obat-obatan.

Lada enteng merupakan salah satu hasil limbah sortasi dari lada mutu ASTA (American Spices Trade Association) dengan tujuan ekspor. Limbah lainnya berupa lada keriput, lada menir, batang, lada rusak atau pecah serta kotoran lainnya (Purseglove, 1981).

Buah lada muda ataupun masak susu merupakan asal muasal dari lada enteng. Pada setiap pemanenan buah lada segar, baik pemanenan pada saat masak penuh maupun masak petik, buah lada muda selalu ada dalam setiap tandannya. Dan setelah selesai proses pengeringan, buah ini akan menjadi lada enteng tersebut.

Lada enteng tidak bisa dijual ke pasar karena merupakan limbah. Untuk menambah nilainya perlu kiranya dilakukan pengolahan lanjutan, dijadikan minyak ataupun oleore-

sin misalnya. Sekiranya dilihat seberapa efektif lada dalam bentuk oleoresin, di dalam industri makanan setiap hari bisa menghabiskan 100 kg (10 kg bentuk oleoresin) namun apabila digunakan dalam bentuk oleoresin cukup menghabiskan 5 kg. Kelebihan lainnya, oleoresin memiliki kandungan bahan kimia yang relatif stabil, mengandung bahan yang tidak mudah menguap sehingga walaupun minyak atsirinya telah hilang akibat proses pemanasan, oleoresin masih dapat memberikan rasa yang tetap.

Proses ekstraksi merupakan tahapan yang penting dalam pembuatan oleoresin lada. Prinsip ekstraksi menggunakan pelarut adalah dengan memaksa keluarnya oleoresin dari bahan, kemudian memisahkan kembali pelarut tersebut dari oleoresin yang dihasilkan. Keberhasilan proses ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa aspek. Kadar air bahan, ukuran bahan, lama ekstraksi, jenis pelarut, suhu, nisbah pelarut dengan bahan serta pemilihan proses ekstraksi merupakan beberapa aspek yang mempengaruhi keberhasilan ekstraksi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi terbaik dalam proses ekstraksi oleoresin lada enteng dengan melihat perubahan ukuran bahan dan lama ekstraksi yang dilakukan dalam proses.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. LADA (*Piper nigrum* Linn)

#### 1. Botani

Tanaman lada banyak tumbuh di daerah tropis dengan curah hujan cukup dan suhu udara saat musim kemarau tidak begitu panas. Tanaman ini tumbuh liar di bawah pepohonan hutan di daerah asalnya Ghats, Malabar, India. Lada tumbuh di daerah dengan ketinggian 150 - 240 m dari permukaan laut.

Daerah penyebarannya berada antara 20° LU sampai dengan 20° LS. Beberapa wilayah yang berada pada lintang tersebut antara lain Asia (Indo China, Srilangka, Philipina Indonesia, India bagian Barat, Burma dan Thailand), Afrika (Madagaskar, Afrika Tengah, Kongo), Kepulauan Pasifik (Carolina, Tahiti), Amerika Tengah dan Selatan (Puerto Rico, Guadelope, Jamaica, Brazil) (Pasril Wahid, 1980).

Curah hujan rata-rata tahunan yang diperlukan tanaman lada tidak kurang dari 2 300 mm dan rata-rata bulanan tidak kurang dari 100 mm. Tanaman lada masih bisa dijumpai di daerah dengan ketinggian 500 m di atas permukaan laut. Kisaran suhu

suhu udara yang cocok untuk tanaman lada adalah  $23^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $30^{\circ}\text{C}$  (Anonim, 1980).

Dikenal tidak kurang dari 600 jenis tanaman lada yang dijumpai di daerah Asia dan Amerika. Sementara di Indonesia sendiri diketahui ada 40 jenis diantaranya. Daerah yang paling banyak dijumpai tanaman lada adalah Lampung dan Bangka (Pasril Wahid, 1973).

Lada merupakan tanaman memanjat, termasuk pada genus *Piper*, famili *Peperaceae*. Batangnya memiliki karakteristik bentuk peralihan antara *dicotyledonae* dan *monocotyledonae*. Hal ini dapat dilihat pada jaringan pengangkut yang terletak pada dua lingkaran pembuluh atau lebih. Memiliki dua bagian utama, yaitu sulur panjang yang tumbuh abnormal dan selalu harus dibuang dan cabang lateral (cabang buah). Secara fisiologis kedua bagian utama ini memiliki sifat yang berbeda. Cabang buah memiliki sifat fototrop positif sedangkan sulur panjang bersifat fototrop negatif (Pasril W. dan Prama Y., 1989).

Tiga macam sulur dimiliki oleh tanaman lada yaitu sulur panjang, sulur gantung dan tanah serta sulur pendek dan bunga. Sulur panjang serta sulur gantung dan tanah biasa digunakan untuk stek pada

pembiakan vegetatif disamping pembiakan generatif melalui biji (Anonim, 1980).

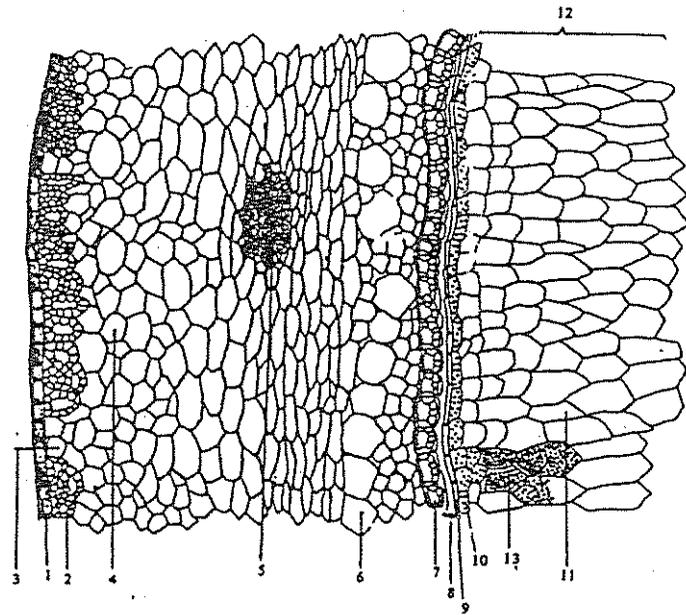
Bentuk daunnya beragam, dari bulat telur sampai lonjong, bagian pangkal bundar, tumpul atau berbentuk baji, Ujung daun lancip, permukaan atas berwarna hijau gelap, kuat dan menjangat. Panjang daun antara 8 cm dan 20 cm serta lebarnya antara 5 sampai 15 cm. Panjang tangkai berkisar 7.5 cm sampai 8 cm.

Buah berbentuk hampir bulat, berwarna coklat kelabu sampai coklat kehitaman. Garis tengah antara 2.5 mm sampai 6 mm dengan permukaan berkeriput kasar, dalam dan serupa jala.

Pada ujung buah terdapat sisa dari kepala putik yang tak bertangkai. Pada irisan membujur tampak perikrap yang tipis, sempit dan berwarna gelap menyelubungi inti yang putih dari biji tunggal. Perikrap melekat erat pada biji dan hampir seluruh bagian biji terdiri dari perisperm. Bagian tengah perisperm berongga, bagian ujungnya menyelubungi endosperm yang kecil. Embrionya sangat kecil, terbenam dalam endosperm.

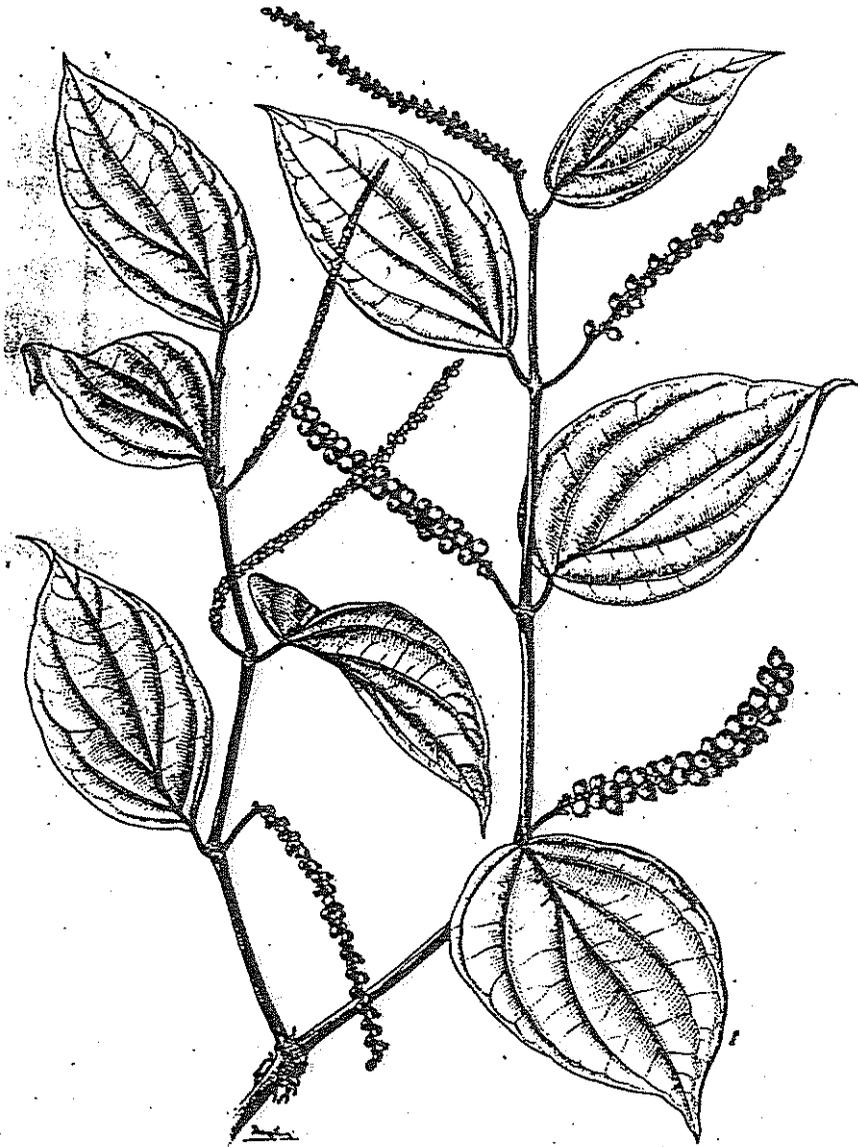
Bunga berupa bulir yang menggantung, panjang bisa mencapai 25 cm. Panjang gagang dari 1 cm sampai 3.5 cm, berdaun pelindung yang bentuknya lonjong menggalah panjang antara 4 mm - 5 mm dan

lebar 1 mm. Benang sarinya berjumlah dua helai dengan tangkai tebal. Memiliki dua sampai lima kepala putik. Buah buni, bulat sampai agak elips. Buah muda berwarna hijau tua, kemudian menjadi merah dan akhirnya berwarna hitam, gundul, panjang lebih kurang 4 mm setelah tua.



Gambar . Penampang melintang lada hitam, 1= Epidermis, 2= Sel batu dari hipodermis, 3= Sel parenkim dari hipodermis, 4= Sel berisi minyak atau damar, 5= Berkas pembuluh, 6= Lapisan sel minyak, 7= Endokarp, 8= Spermoderm, 9= Lapisan hialin, 10= Lapisan aleuron, 11= Sel sekresi, 12= Perisperma, 13= Butir-butir pati.

Gambar 1. Penampang Melintang Lada (Anonim, 1980)



Gambar 2. Lada (*Piper nigrum* Linn) (Anonim,1980)

Beberapa varietas lada yang terkenal antara lain varietas Belatung, Teluk Bengkulu, Jambi Bengkulu, Muntok, Bangka, Kecil Lampung, Pulau Laut A, Pulau Laut B, Banjarmasin Besar, Banjarmasin Kecil, Lampung Besar, Minyak Aceh, Johor Getas, Johor Sedeng Betawi, Serawak Cian, Merapin, Lampung Tipe Besar, Kecil Kota Bumi, Jambi Kota Bumi, Besar Kota Bumi dan Bengkayan (Pasril Wahid, 1973).

## 2. Pengolahan Lada

Ada tiga waktu petik tanaman lada, yaitu pemetikan pada saat masak susu, masak penuh dan masak petik. Buah masak susu ditandai dengan warna hijau dan apabila dipijit akan keluar cairan seperti susu. Buah lada masak penuh berupa buah yang berwarna hijau tua dan apabila dipijat terasa keras dan tidak pecah. Buah lada masak penuh sering pula disebut buah masak petik untuk lada hitam. Buah lada masak petik adalah buah lada yang sebagian telah berwarna kuning atau merah yang sering disebut juga sebagai buah masak petik untuk lada putih (Pandji L. dan Edy M., 1986).

Pembuatan lada hitam dalam garis besarnya mengikuti langkah-langkah setelah pemanenan, buah lada diinjak-injak menggunakan kaki (mengirik)

agar buah lada terlepas dari tangkainya. Untuk memudahkan proses tersebut, sebelum diirik biasanya lada diperam dalam karung karung selama 1 hari. Kemudian setelah buah terpisah dari tangkainya, lada dijemur. Penjemuran dilakukan selama 2 - 3 hari bila cahaya matahari cukup. Lada kering memiliki kadar air 11% sampai 14%. Bila penjemuran kurang sempurna, hasil lada kering dapat susut sampai 30% karena terjadinya peragian dan pembusukan. Dari 100 kg lada segar akan diperoleh sekitar 35 kg lada hitam kering yang dinamakan lada hitam asalan atau lada rakyat (Pasril Wahid, 1973).

Bentuk-bentuk bahan hasil olah yang sudah diproduksi dan diperdagangkan di Indonesia adalah lada hitam, lada putih, serbuk lada putih, serbuk lada hitam, minyak lada dan oleoresin lada. Bahan olah dan hasil olah pada umumnya banyak digunakan untuk keperluan masak-memasak, pada industri makanan, industri farmasi dan obat-obatan (Pandji Laksmahardja, 1989).

Salah satu minyak atsiri yang sudah dirintis untuk dikembangkan di Indonesia adalah minyak lada hitam (black pepper oil). Minyak lada sebagian besar berada pada kulit luarnya. Bahan baku yang baik dan ekonomis sebagai sumber minyak lada ada-

lah kulit buangan dari proses pembuatan lada putih yang masih mungkin untuk dimanfaatkan. Hasil sortasi dari lada hitam untuk tujuan ekspor seperti lada hitam keriput, lada pecah atau rusak dan lada enteng juga dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan minyak lada (Purseglove, 1981).

Oleoresin lada merupakan salah satu bentuk olahan berupa pasta, hasil dari proses ekstraksi lada hitam ataupun lada putih dengan memakai pelarut alkohol, etilen khlorida, aseton atau pelarut lainnya (Pandji L. dan Edy M., 1986).

Produk lada hijau dibuat dari lada yang belum masak tetapi belum bernas secara sempurna, yang dikeringkan secara buatan atau diawetkan dalam bentuk segar serta diberi larutan garam, cuka atau asam sitrat (Purseglove, 1981).

Lada putih dibuat dari buah lada setelah memasuki saat masak petik (umur 8-9 bulan). Buah yang telah dipanen kemudian dimasukkan ke dalam karung (plastik atau goni), direndam dalam air selama 8-14 hari, tergantung cuaca dan kebiasaan setempat serta keadaan air yang digunakan untuk perendaman. Apabila waktu perendaman dianggap sudah cukup, buah lada diangkat dan dimasukkan ke wadah rotan atau kotak kayu untuk diinjak-injak atau digilas agar kulit buah terlepas dari biji-

nya. Setelah dicuci bersih, lalu dijemur selama 4-5 hari sampai diperoleh lada putih asalan (Pandji Laksmanahardja, 1989).

## B. OLEORESIN

Oleoresin merupakan gabungan dari resin dan minyak atsiri. Oleoresin dapat diperoleh dari bagian tanaman tertentu dengan cara melarutkan menggunakan pelarut, misalnya etanol, aseton, heksana dan lain-lainnya (Whiteley, 1951).

Pengertian oleoresin sering dirancukan dengan minyak atsiri, walaupun sebenarnya kedua produk ini sangat berbeda. Minyak atsiri dapat dihasilkan dengan penyulingan dan hanya mengandung senyawa-senyawa yang mudah menguap (volatil oil). Senyawa ini keluar selama proses penyulingan serta memiliki aroma yang khas. Sedangkan oleoresin diperoleh melalui proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut, sehingga selain mengandung minyak atsiri, pada oleoresin terdapat resin yang menentukan rasa khas rempah tersebut (Stahl, 1973).

Oleoresin berbentuk padat ataupun semi padat dan biasanya lengket. Selain mengandung resin dan minyak atsir, oleoresin juga mengandung senyawa-senyawa aromatik, zat warna, vitamin serta komponen-komponen lain yang penting dari tanaman yang diekstraksi tersebut (Whiteley, 1951).

Di dalam industri makanan, pemberian bumbu dalam bentuk oleoresin akan lebih baik bila dibandingkan dalam bentuk powder atau tepung. Rempah-rempah yang berasal dari daerah yang berbeda kemungkinan besar akan memiliki kandungan kimia yang berbeda. Sehingga penambahan rempah-rempah tersebut kedalam proses pengolahan bahan makanan akan merubah formulasi campurannya. Di dalam oleoresin variasi yang demikian tersebut relatif kecil.

Dalam proses pengolahan makanan secara tidak disadari akan terjadi proses ekstraksi dari senyawa pemberi rasa dan aroma yang berasal dari rempah-rempah serta bercampur dengan makanan yang diolah. Pada proses pengolahan ini zat-zat dalam rempah-rempah tidak terekstrak secara keseluruhan. Dengan demikian untuk menghasilkan tingkat flavour yang diinginkan akan memerlukan rempah-rempah yang lebih banyak. Industri pengolahan makanan setiap hari bisa menggunakan 100 kg lada utuh (oleoresin 10 kg), tetapi apabila digunakan dalam bentuk oleoresin langsung cukup hanya 5 kg (Somaatmadja, 1981).

Rasa pedas dan kadar minyak atsiri pada lada dipengaruhi oleh varietas dan tingkat kematangan buah lada saat dipanen (Purseglove et al., 1981).

Perlakuan pemanasan pada umumnya sering dilakukan dalam proses pengolahan makanan. Sedangkan minyak atsiri merupakan zat volatil yang mudah menguap dan hilang apabila dikenakan pemanasan pada suhu yang tinggi dan waktu yang lama. Oleoresin di lain pihak mengandung bahan yang tidak mudah menguap dalam jumlah besar dan akan terus memberikan rasa walaupun minyak atsirinya telah menguap. Salah satu senyawa yang tidak mudah menguap adalah resin, yaitu suatu senyawa polimer yang terbentuk selama proses ekstraksi menggunakan tekanan dan suhu tinggi serta ada yang terdapat secara alami (Ketaren, 1985).

### C. PERSIAPAN BAHAN

Lada yang sering digunakan sebagai bahan baku adalah dari jenis Lampung dan Jambi, oleh karena kedua varietas ini paling banyak dibudidayakan di Indonesia. Varietas Lampung Daun Lebar (LDL) dan varietas Jambi dapat menghasilkan produk yang tinggi dengan kelemahan tidak tahan pada serangan penyakit busuk pangkal batang (Pasril Wahid, 1976).

Umur petik buah lada yang menghasilkan minyak atsiri yang terbesar adalah pada saat masak penuh dengan kadar air setelah pengeringan sebesar 9.66% (Pandji L. dan Edy M., 1986)

Persiapan bahan baku mencakup pengeringan bahan sampai kadar air tertentu serta dilanjutkan dengan proses penggilingan untuk mempermudah kontak antara bahan dengan pelarut. Dengan begitu proses ekstraksi akan berlangsung efektif (Purse-glove, 1981).

Apabila kadar air bahan tinggi, kemungkinan komponen-komponen yang larut dalam air seperti gum dan gula akan ikut terekstraksi. Komponen-komponen ini akan menyebabkan oleoresin hasil ekstraksi akan mengalami perubahan aroma dan rasa (Lewis, 1984).

Kerusakan dinding sel selama tahap pengeringan akan mempermudah keluarnya minyak dan resin. Pengaruh yang dirasakan langsung adalah pada lama ekstraksi yang dilakukan. Namun demikian, suhu pengeringan yang tinggi dapat menurunkan rendemen minyak atsiri yang dihasilkan (Somaatmadja, 1981).

Pruthi (1980) menambahkan bahwa pelarut seperti etanol dan aseton memerlukan tingkat kadar air yang rendah untuk mencegah dilarutkannya sebagian pelarut oleh air yang terdapat di dalam bahan sehingga dapat menurunkan efektifitas pelarut.

Sebagai sumber minyak lada dapat digunakan lada enteng atau juga hasil samping dari lada kualitas ASTA seperti lada pecah atau lada rusak,

lada menir dan batang. Lada enteng memiliki berat jenis 0.31 kg/l, dengan kadar air sebesar 12.58% serta kadar minyaknya 2.12% (Sofyan R. dan Pasril W., 1986)

#### D. UKURAN BAHAN

Setelah dikeringkan, bahan baku dihancurkan dan dihaluskan sampai pada tingkat ukuran tertentu. Ukuran bahan yang sesuai akan menjadikan proses ekstraksi berlangsung baik dan tidak memakan waktu yang lama. Namun apabila ukuran bahan terlalu halus, kandungan minyak atsirinya akan banyak hilang pada saat penggilingan. Sampai berapa tingkat kehalusan masih dapat diterima, perlu dipelajari untuk masing-masing bahan. Hal ini dikarenakan apabila ukuran bahan terlalu halus, bahan akan menggumpal sehingga akan sulit ditembus pelarut. Sebaliknya apabila ukuran bahan terlalu besar, proses ekstraksi akan memakan waktu yang lama (Moestafa, 1981).

Ukuran bahan juga harus diusahakan seragam. Apabila tidak, bahan dengan ukuran yang kecil akan menempati celah-celah yang terbentuk antara bahan yang berukuran lebih besar. Dengan demikian kontak antara pelarut dengan bahan menjadi tidak efektif (Goldman, 1949).

Besar ukuran bahan yang sering dipakai untuk proses ekstraksi adalah sekitar 50 mesh. Namun ukuran bahan yang paling besar dan masih berhasil baik dalam skala laboratorium adalah 30 mesh dan ukuran yang terhalus sebesar 60 mesh (Purseglove, 1981).

Oman (1989) menyatakan ukuran kunyit yang baik adalah sebesar 60-80 mesh dan akan menghasilkan rendemen oleoresin sebesar 14.66% dimana 44.46% dari bagian tersebut adalah minyak atsiri. Sementara itu Nora Azmi (1991) mengutarakan ukuran fuli pala sebesar 40 mesh akan menghasilkan rendemen oleoresin sebesar 39.17%.

#### E. PELARUT

Dalam proses ekstraksi oleoresin faktor-faktor yang harus diperhatikan adalah jenis pelarut, suhu, lama ekstraksi dan ukuran partikel. Pada pemilihan jenis pelarut, faktor yang harus dipertimbangkan adalah daya melarutkan oleoresin, titik didih, sifat keracunan, mudah tidaknya terbakar dan pengaruhnya terhadap alat ekstraksi (Daniel Swern, 1982).

Ekstraksi oleoresin sebaiknya menggunakan pelarut organik yang mudah menguap, sebab pelarut

yang tercampur dalam oleoresin pada akhirnya harus dipisahkan dengan cara penguapan (Moestofa, 1981).

Beberapa pelarut beserta kondisi titik didihnya yang biasa digunakan untuk proses ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa Pelarut dan Titik Didihnya

| Jenis pelarut         | Titik Didih ( °C) |
|-----------------------|-------------------|
| Aseton                | 56.5              |
| Etilen Dikhlorida     | 83.5              |
| Etil Alkohol (Etanol) | 78.4              |
| Heksana               | 69.0              |
| Isopropil Alkohol     | 82.3              |
| Metanol               | 64.7              |
| Trikloroetilen        | 113.5             |

Sumber : Somaatmadja, 1981

Etanol merupakan pelarut organik yang mudah terbakar dan memiliki *flash point* sebesar 18 °C. Untuk menaikkan titik ini dapat dilakukan dengan pencampuran air berdasar besar volumenya. Pencampuran air sebesar 60% akan menaikkan *flash point* menjadi 41 °C. Sedangkan pencampuran dengan air sebesar 75% akan menaikkan titik ini menjadi 46 °C (Mellan, 1950). Dengan kenaikan *flash point* ini diharapkan dapat menurunkan sifat mudah terbakarnya etanol.

Somaatmadja (1981) mengutarakan bahwa etilen diklorida merupakan pelarut yang sering digunakan pada proses ekstraksi. Akan tetapi etanol merupakan pelarut yang paling aman digunakan, dalam artian tidak beracun. Etanol merupakan etil alkohol atau metil karbonil dengan rumus kimia  $C_2H_5OH$ , yaitu suatu cairan tak berwarna, bening, mudah menguap, berbau merangsang dan larut dalam air. Etanol dapat diperoleh melalui proses sintesa ataupun fermentasi.

Food and Drug Administration (FDA) memberikan batasan jumlah sisa pelarut yang masih diperkenankan tertinggal di dalam bahan makanan. Beberapa jenis pelarut yang telah diberikan batasannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Rendemen oleoresin kunyit dengan ukuran bahan sebesar 60-80 mesh dan menggunakan etanol 95% sebanyak 500 ml sebagai pelarut adalah 14.66% (Oman, 1989). Sedangkan oleoresin fuli pala dengan ukuran bahan 40 mesh dan nisbah pelarut dengan bahan sebesar 8 : 1 menghasilkan rendemen 34.847% (Nora Azmi, 1991).

Tabel 2. Batas Residu Organik yang Diijinkan dalam Makanan

| Jenis pelarut         | Residu (ppm) |
|-----------------------|--------------|
| Aseton                | 30           |
| Etilen Dikhlorida     | 30           |
| Etil Alkohol (Etanol) | 30           |
| Heksana               | 25           |
| Isopropil Alkohol     | 50           |
| Metilen Dikhlorida    | 30           |
| Metanol               | 50           |

Sumber: Pruthi, 1980

Kadar oleoresin dan piperin sisa penyulingan lada enteng lebih rendah dari lada mutu ASTA. Kadar oleoresin dan piperin dari lada yang diekstraksi dengan pelarut etilen khlorida lebih rendah dari lada yang diekstraksi dengan pelarut etanol (Pandji L. dan Edy M., 1986).

#### F. EKSTRAKSI

Ekstraksi adalah suatu istilah yang digunakan untuk suatu kegiatan, dimana komponen-komponen pembentuk bahan dipisahkan ke dalam cairan lain (pelarut). Metode yang paling sederhana untuk mengekstraksi padatan adalah dengan mencampur keseluruhan bahan dengan pelarut, kemudian memisahkan larutan dengan padatan yang tak terlarut (Brown, 1950).

Ekstraksi biji minyak lobak dilakukan dengan alat *screw presses* (*expeller presses*). Cara ini dapat langsung menghasilkan minyak atau merupakan tahap *pre pressing* untuk proses ekstraksi menggunakan pelarut. Secara umum tahap *pre pressing* dilakukan untuk menghasilkan bubuk yang penting untuk proses ekstraksi menggunakan pelarut. Proses ini menghasilkan residu dengan kandungan minyak rendah. Namun demikian ekstraksi menggunakan pelarut tanpa melalui proses *pre pressing* juga sering dilakukan (Appel and Ohlson, 1972).

Swern (1982) menyatakan ada beberapa cara ekstraksi yaitu *batch extraction*, *continous extraction* dan *percolation-type extraction*. Secara umum ada empat metode ekstraksi yaitu destilasi dengan uap atau air, pengepresan, ekstraksi menggunakan pelarut menguap dan pengikatan dalam lemak murni (Whiteley, 1951).

Cara perkolasi pada prinsipnya adalah menambahkan pelarut pada bahan yang akan diekstrak dengan perbandingan tertentu kemudian diaduk. Pengadukan dilakukan untuk mempercepat ekstraksi dengan membentuk suspensi, serta melarutkan partikel-partikel kedalam media pelarut (Oman, 1989).

Goldman (1949) menyebutkan batasan suhu ekstraksi yang baik harus dipelajari. Minyak atsiri

yang menyusun sebagian komponen flavour dalam oleoresin akan mudah menguap dan teroksidasi apabila dipanaskan dalam waktu lama dan suhu yang tinggi.

Ekstraksi kunyit pada suhu kamar ( $\pm 28^{\circ}\text{C}$ ) dan lama ekstraksi 5 jam menghasilkan rendemen oleoresin sebesar 33.9% (Oman, 1989). Sedangkan Nora Azmi (1991) menyarankan fulli pala diekstraksi pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  dan waktu ekstraksi selama 4 jam.

Dari percobaan penyulingan oleoresin lada hitam mutu ASTA dengan alat soxlet selama 8 jam menggunakan pelarut alkohol, aseton dan etil khlorida diperoleh rendemen sebesar 9.66%, 11.46% dan 12.27%. Ekstraksi oleoresin lada dengan menggunakan pelarut yang sama tetapi dengan cara pengadukan dan pembilasan pada suhu kamar selama 3 jam menghasilkan rendemen sebesar 11.87%, 11.80% dan 11.71% (Moestafa, 1976).

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Oleoresin dan Analisis Hasil Ekstraksi Lada Mutu Asta dan Lada Enteng Sisa Penyulingan

| Jenis mutu Lada | Jenis pelarut Organik | Oleoresin (%) | Sisa Pelarut (%) | Kadar Air (%) | Piperin | Minyak |
|-----------------|-----------------------|---------------|------------------|---------------|---------|--------|
| ASTA            | Etanol                | 15.20         | 11.00            | 0.80          | 49.00   | -      |
|                 | Etilen Khlorida       | 12.74         | 7.62             | 0.86          | 39.64   | -      |
| Enteng          | Etanol                | 9.03          | 7.62             | 1.24          | 30.74   | -      |
|                 | Etilen Khlorida       | 6.35          | 4.61             | 1.04          | 22.06   | -      |

Sumber : Pandji L. dan Edy M., 1986

## G. PEMISAHAN PELARUT

Pemisahan pelarut dari oleoresin merupakan tahapan yang sangat penting. Kesulitan yang sering dihadapi dalam pemisahan pelarut dari oleoresin adalah dalam upaya menekan jumlah minyak atsiri yang menguap bersama pelarut organik pada saat pemanasan. Agar tidak terjadi kerusakan pada komponen oleoresin dan juga minyak atsiri tidak turut menguap, pemisahan dilakukan pada suhu yang rendah (kurang dari 90 °C) (Moestafa, 1981).

Ketaren (1985) menyatakan bahwa oleoresin lada yang telah diekstraksi dipisahkan dari pelarutnya dengan penguapan pada tekanan vakum. Pemanasan yang melebihi 100 °C akan menyebabkan degradasi komponen penyusun oleoresin, antara lain minyak atsiri dan pigmen warna. Oleoresin hanya tahan sampai suhu 90 °C tanpa mengalami perubahan mutu yang nyata.



### BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

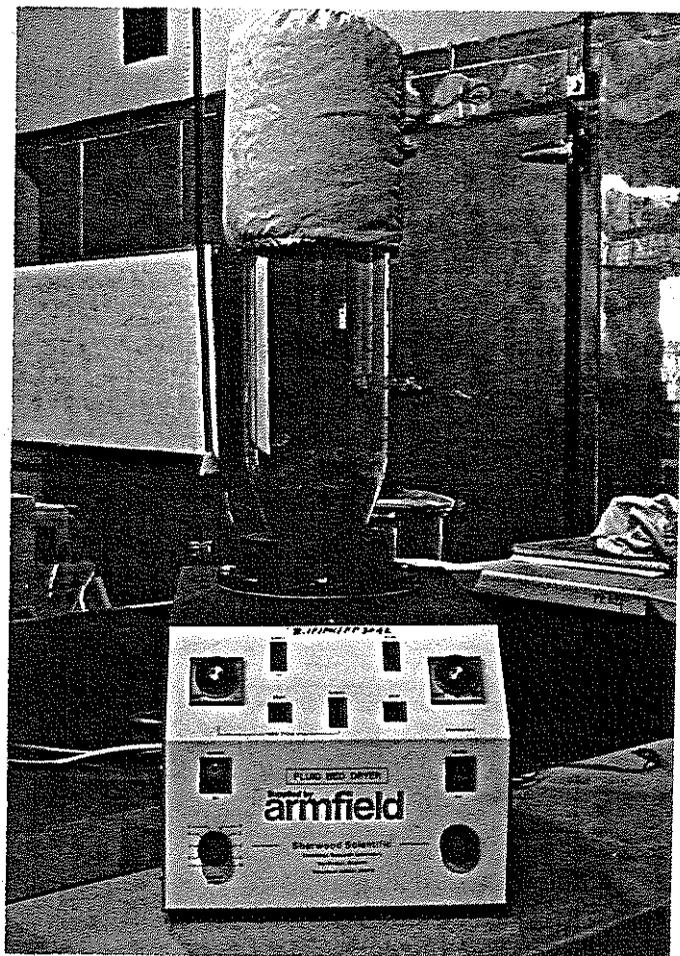
#### A. BAHAN

Bahan yang digunakan adalah lada enteng (lada angin) yang merupakan bahan hasil sortasi dengan cara penampian lada hitam asalan di tingkat petani Desa Baros, Pandeglang.

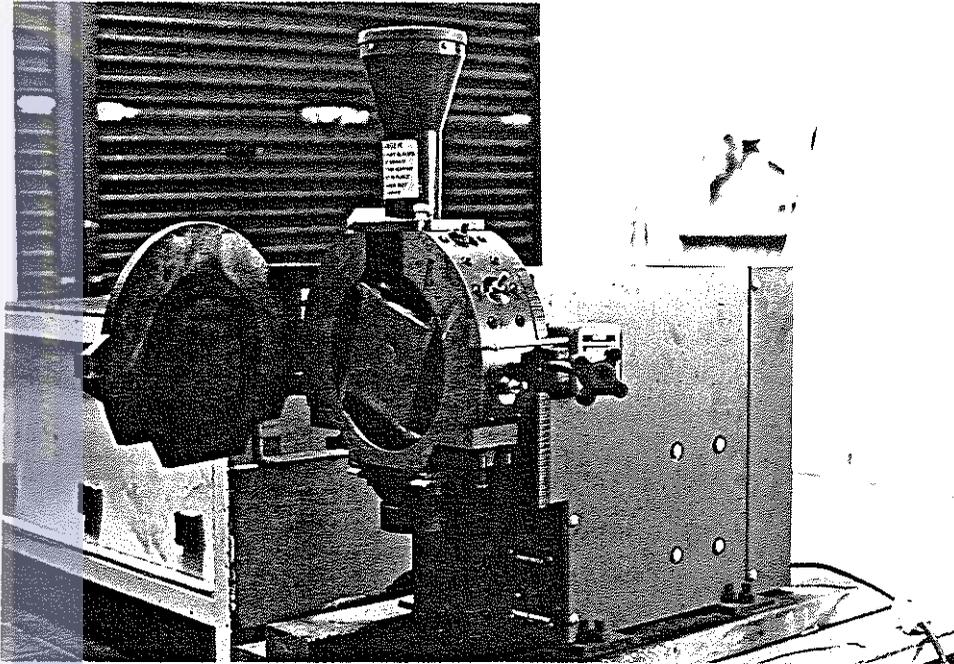
Lada enteng tersebut masih tercampur dengan komponen lain seperti kotoran, batang, daun kerikil dan bahan kering lainnya. Dengan demikian perlu dilakukan pembersihan kembali untuk mendapatkan lada yang benar-benar bersih.

Lada enteng bersih kemudian dihaluskan kedalam tiga ukuran menggunakan *hammer mill*. Selepas penggilingan, bahan halus kemudian dikeringkan kembali menggunakan *fluidized bed drier* pada suhu 70 °C selama 1 jam. Hal ini dilakukan untuk menghasilkan kadar air lada enteng halus menjadi seragam, sekitar 7.95%. Setelah proses pengeringan, bahan diangin-anginkan dan dimasukkan ke dalam kantong plastik serta disimpan di dalam desikator.

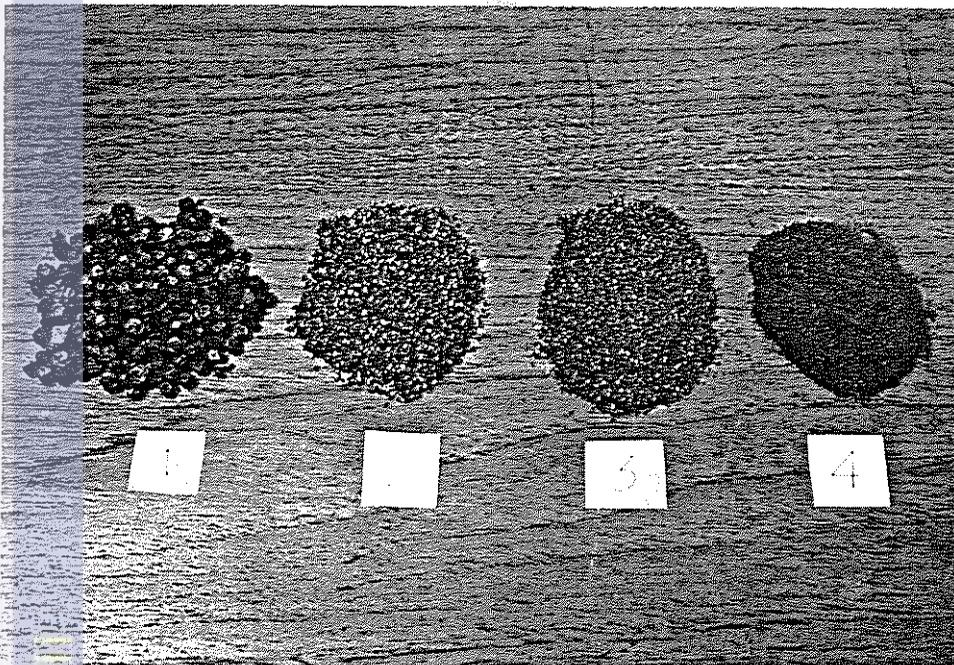
1. Mengukur temperatur, kelembapan, dan tekanan udara di dalam ruang pengaliran dan menggunakan sensor.  
2. Mengukur laju aliran menggunakan pendulum, gravimetri, pendulum kawat spiral, persediaan aliran, pendulum kawat spiral program waktu gravitasi.  
3. Menentukan nilai koefisien konveksi dengan menggunakan hukum Newton.  
4. Menentukan koefisien konveksi dengan menggunakan hukum Newton.



Gambar 3. Fluidized Bed Drier



Gambar 4. Hammer Mill



Gambar 5. Lada Enteng

Keterangan :

- 1 : Lada enteng ukuran  $< 16$  mesh
- 2 : Lada enteng ukuran  $16 - 32$  mesh
- 3 : Lada enteng ukuran  $> 32$

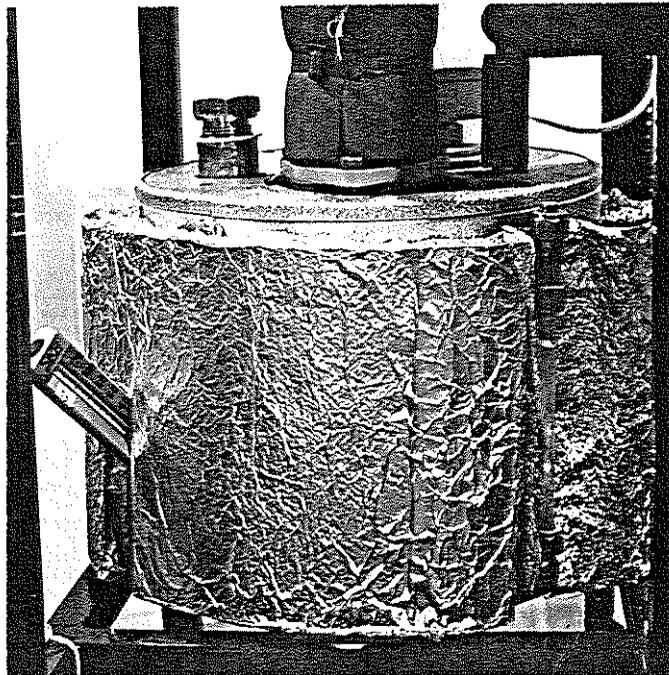
## B. ALAT

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah :

1. *Solid-liquid Extraction Unit*
  2. *Vacuum Evaporator*
  3. *Fluidized Bed Drier*
  4. *Tray Drier*
  5. *Hammer Mill*
  6. Gelas ukur 25 ml, 250 ml, 500 ml, 1000 ml, 2000 ml
  7. *Steam Generator*
  8. Termometer
  9. Timbangan dengan ketelitian 0.01 gr
  10. Pencatat waktu
  11. Ayakan
  12. Refraktometer
1. **Solid-liquid Extraction Unit**

Alat ini dibuat oleh Armfield dan dirancang agar dapat mengekstrak berbagai macam bahan, baik bahan padat maupun cair melalui metode ekstraksi yang beragam pula. Secara garis besar alat ini terdiri dari rangka alat, tabung dan kolom destilasi, tabung ekstraksi, tabung penampung pelarut dan pompa. Gambar 6 memperlihatkan alat *Solid-liquid Extraction Unit* secara lengkap.

Sebenarnya alat ini dirancang untuk penggunaan pelarut yang tidak mudah terbakar, seperti pelarut metilen klorida. Hal ini disebabkan oleh sistem pemanas listriknya yang berhubungan langsung dengan pelarut, baik di tabung destilasi maupun pada tabung penampung pelarut. Karena pada penelitian ini menggunakan pelarut etanol 95%, dimana pelarut ini mudah sekali terbakar, maka dirasa perlu untuk mengganti sistem pemanasnya dari pemanas listrik menjadi pemanas menggunakan jaket uap.



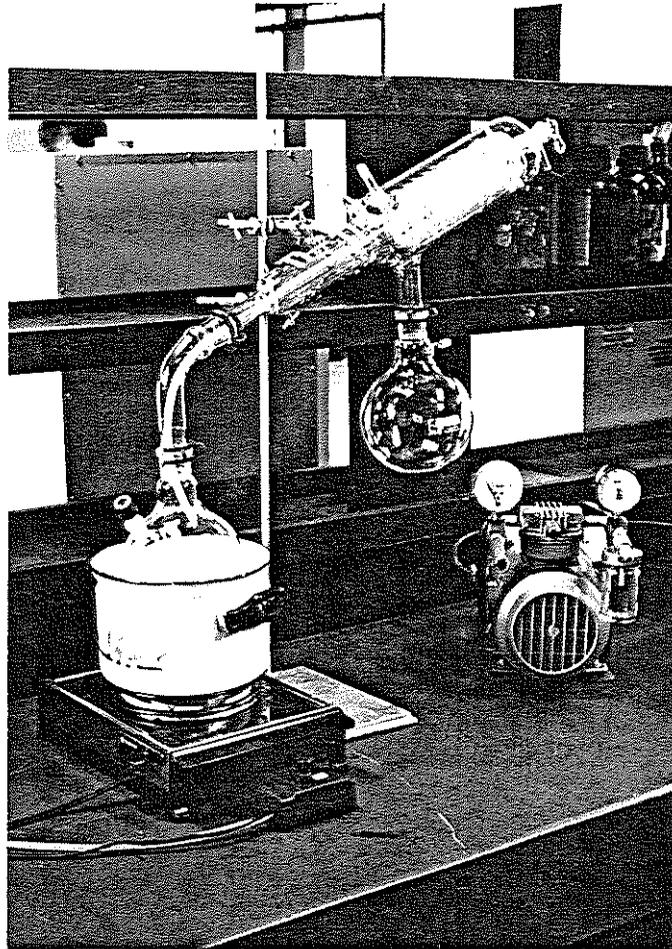
Gambar 6. Modifikasi Sistem Pemanas Pada Tabung Destilasi Alat *Solid-liquid Extraction Unit*

## 2. Vacuum Evaporator

Pada alat *Solid-liquid Extraction Unit* telah dilengkapi dengan kolom destilasi untuk memisahkan pelarut dari miscela yang terbentuk setelah proses ekstraksi selesai. Tetapi karena tabung destilasi tersebut terbuat dari baja tahan karat, maka sukar diketahui kapan proses destilasi berakhir. Oleh karenanya pemisahan pelarut dari miscela masih memerlukan peralatan tambahan berupa *vacuum evaporator* dan refraktometer.

*Vacuum Evaporator* adalah suatu alat untuk memisahkan campuran cairan berdasarkan titik didihnya dalam suasana vakum. Pada penelitian ini *vacuum evaporator* digunakan untuk memisahkan pelarut dari oleoresin lada enteng, dimana pelarut etanol memiliki titik didih yang lebih rendah daripada oleoresin. Etanol akan menguap terlebih dahulu sebelum oleoresin apabila dipanaskan.

Gambar 8 memperlihatkan alat *vacuum evaporator* beserta alat pemanas dan pompa vakumnya. Pendinginan uap pada proses kondensasi menggunakan air yang mengalir pada spiral. Pelarut yang telah dipisahkan ditampung pada labu yang telah tersedia, sementara oleoresin tetap tertinggal di labu pemanasan.



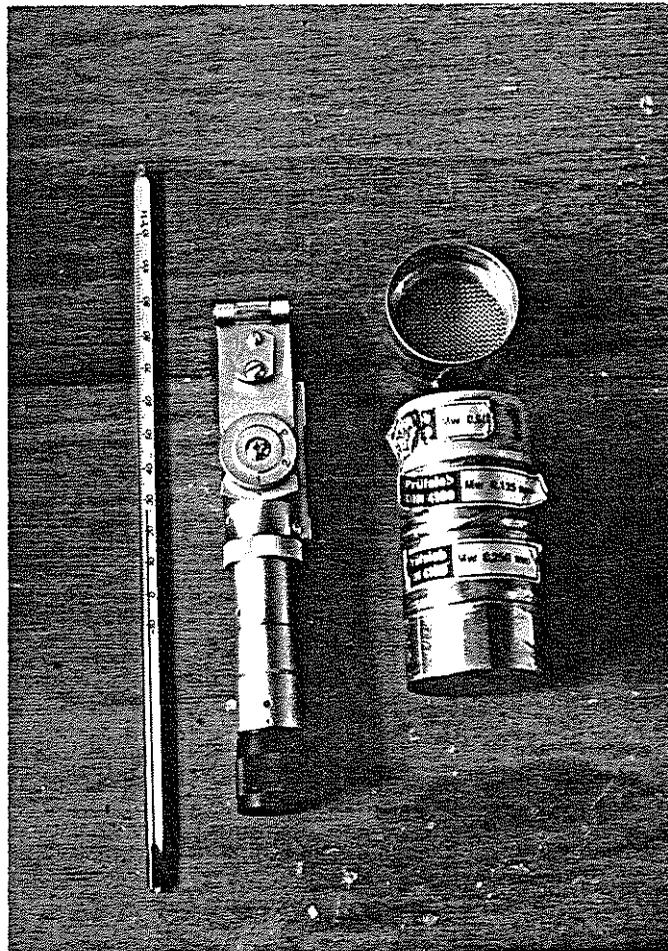
Gambar 7. Evaporator Vakum

### 3. Refraktometer

Alat *solid-liquid extraction unit* tidak dapat menunjukkan kecepatan terlarutnya oleoresin per satuan waktu secara jelas. Alat ini hanya bisa menghasilkan perubahan kekentalan miscela (campuran oleoresin dan pelarut) yang dapat dili-

hat pada tabung destilasi dimana akan terjadi perubahan warna miscela dari waktu ke waktu.

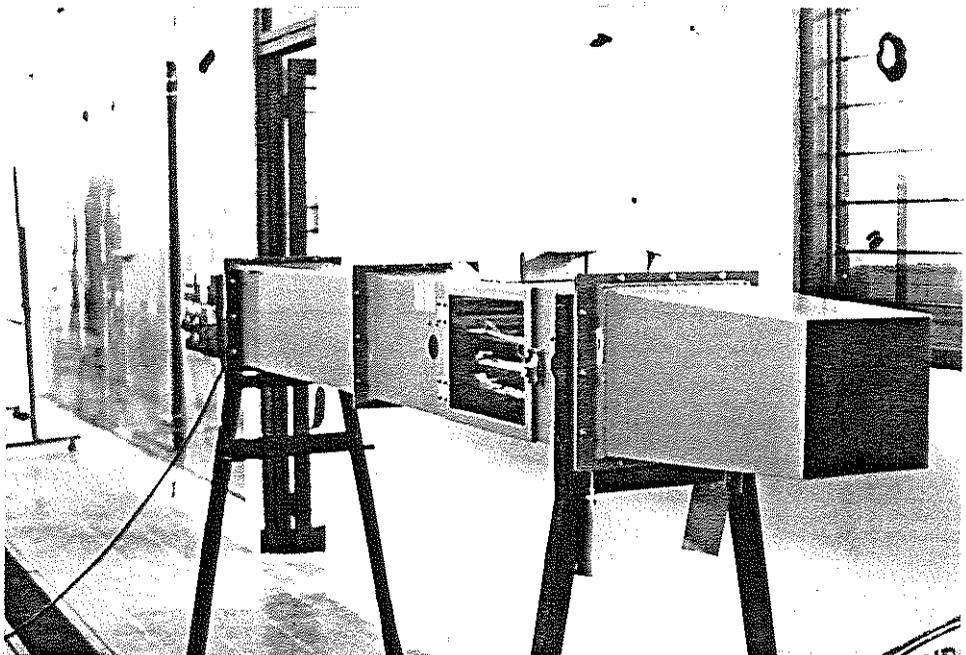
Untuk mengetahui secara pasti campuran oleoresin dan pelarut pada miscela digunakan refraktometer. Asumsi yang digunakan, semakin banyak oleoresin yang terlarutkan semakin kental miscela dan bilangan brix yang ditunjukkan refraktometer semakin besar. Hal ini juga berlaku pada keadaan yang sebaliknya.



Gambar 8. Termometer, Refraktometer, Ayakan

#### 4. Tray Drier

Alat ini digunakan untuk mengeringkan bahan setelah ekstraksi pada akhir satu jam ekstraksi. Pemilihan alat ini didasarkan pada etanol yang mudah sekali terbakar. Dengan *tray drier* pengeringan bahan dari etanol dapat dikombinasikan antara kecepatan aliran udara dan suhu pemanasan. Sebagai acuan, karena lada enteng memiliki bobot jenis yang kecil (0.311 kg/liter) maka kecepatan aliran udara dipilih yang cukup rendah (0.5 m/detik).



Gambar 9. Tray Drier



### C. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan mulai Bulan Agustus sampai Bulan Desember 1993, bertempat di Pilot Plant dan Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.

### D. METODE PENELITIAN

#### 1. Modifikasi Sistem Pemanas Alat *Solid-liquid Extraction Unit*

Modifikasi sistem pemanas pada alat ini dimaksudkan supaya alat *solid-liquid extraction unit* dapat digunakan untuk ekstraksi yang menggunakan pelarut yang mudah terbakar. Modifikasi dilakukan dengan menambah jaket uap pada sekeliling tabung destilasi. Bahannya berupa plat baja tahan karat setebal 2 mm.

Uap panas dihasilkan oleh *steam generator* yang bertekanan kerja 196 KPa. Tekanan uap dapat diatur dengan sebuah katup, sehingga tekanan yang diberikan ke jaket uap cukup untuk menghasilkan suhu yang diperlukan pada tabung destilasi.

## 2. Pengkondisian Alat *Solid-liquid Extraction Unit*

Tujuan utama pengkondisian ini adalah untuk mengetahui kebocoran yang mungkin timbul pada alat disamping bisa memberikan informasi mengenai unjuk kerja dari alat *solid-liquid extraction unit*. Metoda yang dipakai seperti yang disarankan pada buku manual alat. Pengkondisian menggunakan air dan etanol 95%.

### 2.1. Pengkondisian Menggunakan Air

Pemanasan pada tabung destilasi dengan uap menghasilkan suhu air di (T3) maksimal 102 °C dan suhu uap pada kolom destilasi (T4) sebesar 92 °C. Air pendingin diatur tidak melebihi dari 5 000 ml/menit atau diatur sampai tidak ada tekanan yang terukur pada lubang diatas kondensor, yaitu pada debit air 3 500 ml/menit.

Dengan kondisi pemanasan seperti di atas dan pembukaan katup C1 sepenuhnya akan menghasilkan suhu masuk pada tabung penampung pelarut (T5) sebesar 92-96 °C. Sedangkan kecepatan aliran pelarut murni masuk ke tabung penampung pelarut sebesar 25-30

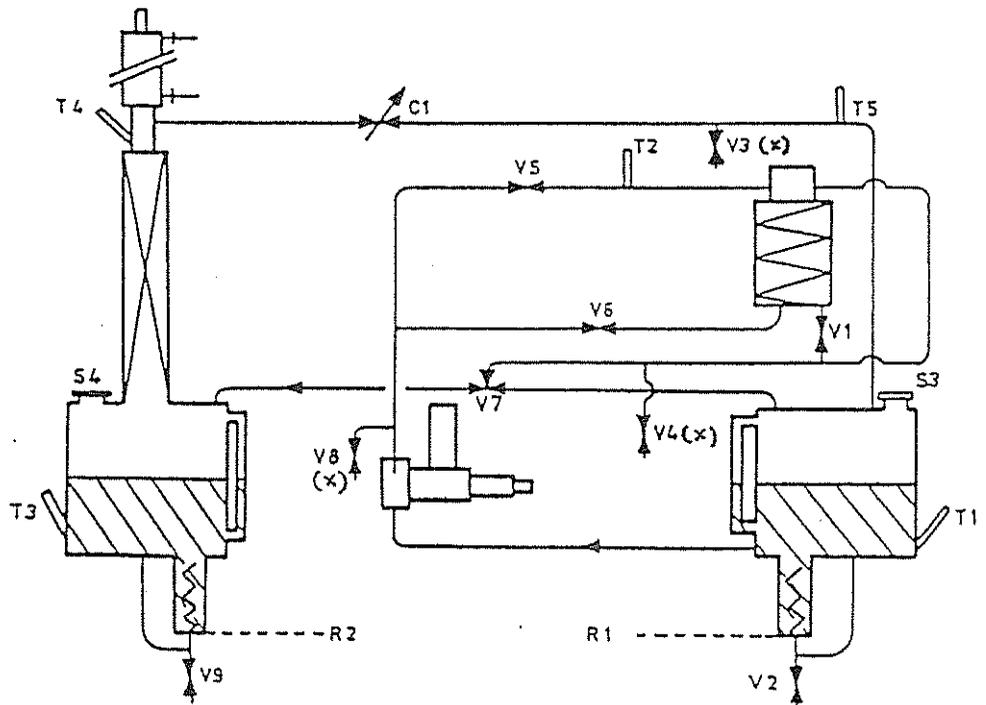
ml/menit. Suhu konstan di tabung pada keadaan setengah penuh (T1) 75 °C.

Dari kecepatan pelarut murni masuk ke tabung penampung pelarut maka pengaturan debit pelarut melalui pompa dan katup yang memasuki tabung ekstraksi (V5) bisa diusahakan. Pompa memiliki kemampuan mengalirkan pelarut maksimum sebesar 300 ml/menit. Pompa juga dilengkapi dengan pengatur kecepatan aliran dengan skala 0 - 100%. Dari data ini tentunya dengan pengaturan pompa pada 10% dan pembukaan katup V5 sepenuhnya akan mengalirkan pelarut ke tabung ekstraksi sebesar 30 ml/menit. Namun ternyata aliran yang terjadi pada keadaan tersebut sebesar 58 - 62 ml/menit. Untuk mencapai keseimbangan sistem membutuhkan pengaturan pompa sebesar 6% dan pembukaan katup V5 sebanyak 1/4 putaran. Pengaturan ini akan menghasilkan aliran sebesar 32 - 34 ml/menit. Dari keseimbangan sistem yang terjadi pelarut murni akan memasuki tabung ekstraksi dengan suhu antara 55 - 60 °C.

Untuk menjaga agar tekanan pada jaket uap tidak terlalu besar (lebih besar dari 196 Kpa) maka setiap 15 menit katup *out let*

dan *drain valve* di jaket dibuka. Pembukaan *drain valve* dimaksudkan untuk membuang uap air yang diembunkan steam sehingga benar-benar hanya uap panas yang terdapat pada jaket sehingga pemanasan akan lebih efektif.

Gambar 10 memperlihatkan skema alat *Solid-liquid Extraction Unit* sesuai dengan keadaan pada pengkondisian alat menggunakan air.



Gambar 10. Skema Pengkondisian Menggunakan Air

## 2.2. Pengkondisian Menggunakan Etanol 95%

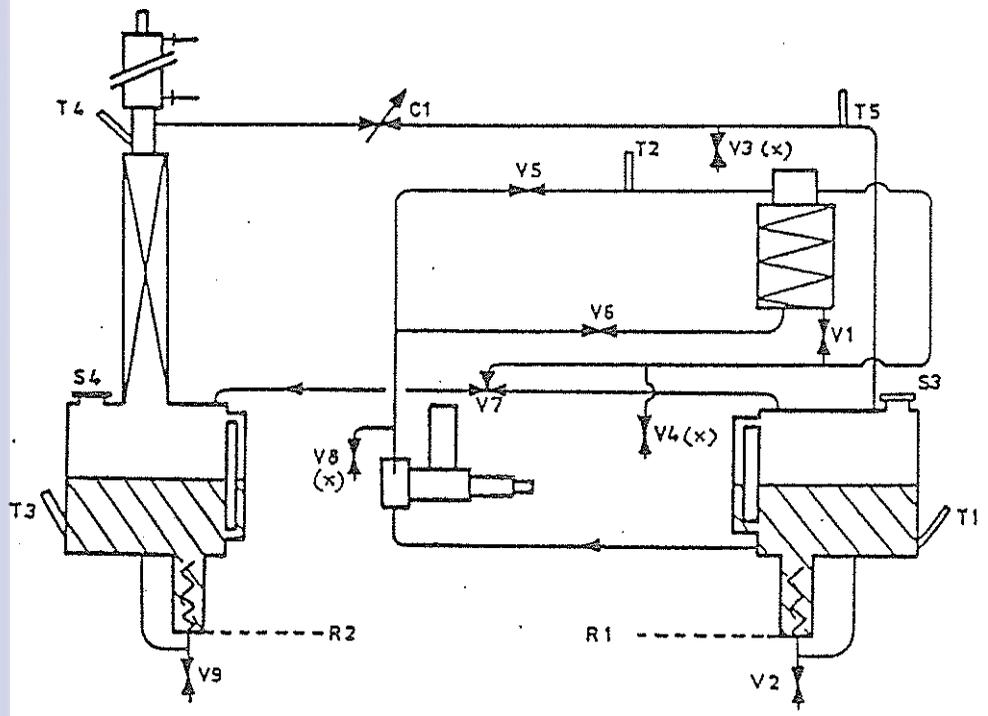
Data dari pengkondisian menggunakan air merupakan acuan untuk pengkondisian menggunakan etanol 95%. Setelah sistem seimbang menghasilkan suhu di T3 sebesar 78 - 80 °C, suhu uap (T4) sebesar 71 - 72 °C dan kecepatan pelarut murni mengalir 25 - 30 ml/menit dengan suhu (T5) 68 - 70 °C. Tabung penampung pelarut dalam keadaan setengah penuh bersuhu (T1) 58 °C dan aliran masuk tabung ekstraksi (T2) bersuhu 38 - 41 °C.

Beda antara pengkondisian menggunakan air terhadap pengkondisian menggunakan etanol 95% adalah dalam pemberian panas oleh *steam generator* pada jaket uap. Pada pengkondisian dengan air, steam bisa masuk dengan kekuatan 196 KPa dan semua katup pada jaket tertutup. Dengan aliran air pada kondensor sebesar 3 500 ml/menit tidak terjadi tekanan yang berlebihan pada kolom destilasi dan uap yang terbentuk juga tidak terlalu berlebihan.

Sedangkan pengkondisian dengan etanol 95%, keadaan ini akan menghasilkan uap yang terlalu banyak pada kolom destilasi dan

tekanan uap besar sekali sehingga uap keluar dari kolom destilasi lewat lubang di atas kondensor. Untuk mengatasi hal ini maka uap dari steam generator diatur tekanannya kurang dari 196 KPa sampai suhu di T3 mencapai 78 - 80 °C dengan perlahan. Uap yang terbentuk di kolom destilasi diusahakan tidak, terlalu banyak dengan T4 sebesar 71 - 72 °C. Semua katup *out let* dan *drain valve* pada jaket uap dibuka sepenuhnya. Kecepatan air kondensor diturunkan sampai 1 800 ml/menit. Keadaan ini menghasilkan situasi seperti yang telah dicantumkan datanya di atas.

Gambar 11 memperlihatkan skema alat *Solid-liquid Extraction Unit* sesuai dengan keadaan pada pengkondisian menggunakan etanol 95%.



Gambar 11. Skema Pengkondisian Menggunakan Etanol 95%

3. Perlakuan

Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini adalah :

- a. Ukuran bahan, kurang dari 16 mesh, 16 - 32 mesh dan lebih besar dari 32 mesh.
- b. Lama ekstraksi, 1 jam, 2 jam dan 3 jam

Setiap kombinasi perlakuan mempunyai dua kali ulangan, sehingga jumlah unit percobaan dalam penelitian ini adalah  $3 \times 3 \times 2 = 18$  perlakuan.

#### 4. Prosedur Ekstraksi Oleoresin

Lada enteng yang telah dikeringkan digiling menjadi 3 ukuran, yaitu lebih kecil dari 16 mesh, 16 - 32 mesh dan berukuran lebih besar dari 32 mesh. Agar lebih seragam dengan bantuan ayakan hasil gilingan tersebut dikelompokkan menurut ukuran tadi. Lada enteng halus kemudian dikeringkan dengan alat *fluided bed drier* selama 1 jam dengan suhu  $70^{\circ}\text{C}$  sampai kadar air 7.95%. Setelah dingin bahan disimpan dalam desikator. Proses ekstraksi nantinya memerlukan 200 gr lada enteng setiap perlakuan.

Metode ekstraksi pendahuluan lada enteng, tabung destilasi diisi 5 liter etanol 95% melalui S4. Lada enteng ditimbang seberat 200 gr, dimasukkan ke dalam kantong terylene dan diikat pada corong. *Steam generator* dihidupkan, ditunggu sampai tekanannya mencapai 196 KPa. Katup kemudian dibuka secukupnya agar suhu pelarut di tabung destilasi mencapai  $78 - 80^{\circ}\text{C}$  secara perlahan dan uap yang terbentuk pada kolom destilasi tidak begitu banyak dengan suhu  $71 - 72^{\circ}\text{C}$ . Aliran air pendingin untuk kondensor sebesar 1 800 ml/menit.

Dengan membuka katup C1 sepenuhnya, lebih kurang 1.5 jam kemudian tabung penampung pelarut akan terisi setengahnya. Katup V5 dibuka 1/4 pu-

taran, katup V1 dibuka sepenuhnya dan katup V7 diarahkan ke tabung penampung pelarut, kemudian pompa dihidupkan.

Setelah suhu di T2 mencapai 38 - 41 °C, bahan dimasukkan ke tabung ekstraksi dan ditutup rapat. Waktu mulai destilasi dicatat mulai dari sekarang, sedang V7 diarahkan ke tabung destilasi. Semua katup selain yang telah disebutkan dalam keadaan tertutup. Setelah satu jam proses dihentikan, ditiriskan selama 1 jam dalam tabung ekstraksi kemudian bahan dikeringkan dari pelarut menggunakan *tray drier* dengan suhu 55 °C dan kecepatan aliran udara 0.5 meter/detik. Bila sudah kering, bahan ditimbang kembali dan proses ekstraksi dilanjutkan.

Setelah 9 kali ekstraksi dilakukan dengan cara di atas, ternyata dialami beberapa kesulitan. Kecepatan keluarnya oleoresin oleh pelarut hanya bisa dilihat secara visual pada tabung destilasi, tanpa bisa diukur. Proses destilasi (pemisahan pelarut dengan oleoresin) tidak dapat diketahui kapan berakhirnya. Oleoresin yang ada banyak yang menempel pada tabung destilasi apabila proses destilasi dilakukan terlalu lama (dianggap semua pelarut telah dipindahkan dari tabung destilasi ke tabung penampung pelarut).

Pelarut (etanol 95% ; 5 liter)  
dimasukkan ke tabung destilasi

Dipanaskan (78 - 80 °C)

C1 (dibuka penuh); V5 (1/4 putaran);  
V1 (dibuka penuh); V7 (ke kanan);  
Pelarut di tabung penampung pelarut  
setengah terisi

Pompa dihidupkan (6 %)

Suhu T2 38 - 41 °C

Bahan (200 gr) dalam terylene bag  
dimasukkan tabung ekstraksi  
(awal ekstraksi)

V7 kekiri

V1 diatur sampai semua bahan terendam

1 jam; pompa dimatikan;  
bahan dikeringkan

Lama ekstraksi cukup tidak  
ya bahan ditimbang

Sampai tak terdapat uap pada  
tabung destilasi

Oleoresin

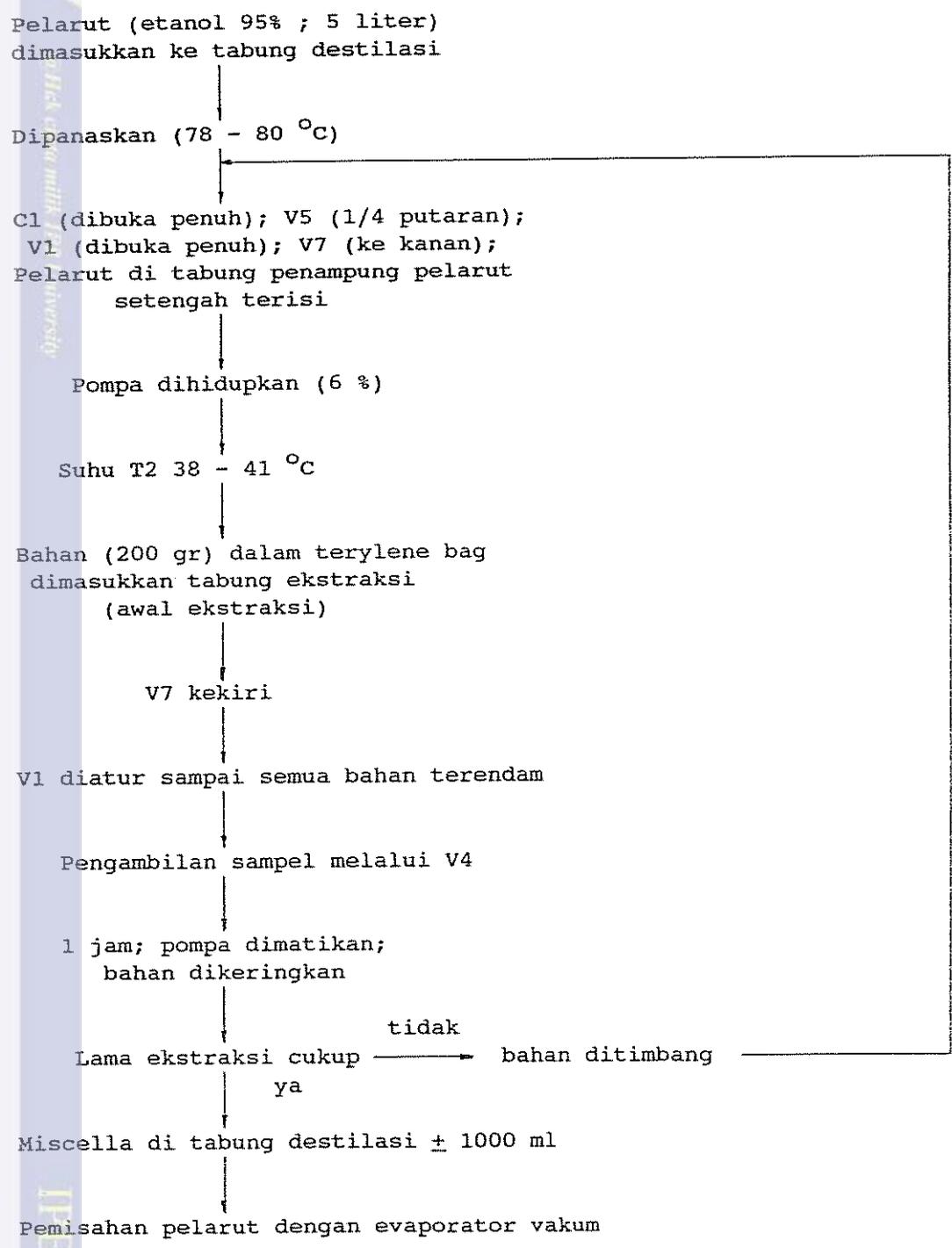
Gambar 12. Bagan Alir Proses Ekstraksi Pendahuluan

### 5. Percobaan Ekstraksi Lanjutan

Dari keadaan yang terjadi pada penelitian pendahuluan tersebut proses ekstraksi lanjutan lada enteng menggunakan alat tambahan berupa refraktometer dan evaporator vakum. Kecepatan keluarnya oleoresin dapat diketahui dengan mengambil sampel dari V4 dan diukur kekentalannya dengan refraktometer. Sedang untuk menghindari tertinggalnya miscela pada tabung destilasi, proses destilasi dihentikan sampai miscela yang tertinggal mendekati 1000 ml. Untuk selanjutnya proses destilasi dilanjutkan dengan evaporator vakum.

Miscela dimasukkan ke labu pemanas pada evaporator vakum, kemudian pemanas dihidupkan. Apabila sudah terjadi embun pada bagian atas labu, pompa vakum dihidupkan. Cairan akan menetes pada spiral kondensor yang dialiri air pendingin dengan kecepatan aliran 450 ml/menit. Waktu destilasi dicatat mulai sekarang dan berakhir setelah tidak ada lagi cairan yang menetes di kondensor. Air pemanas dijaga pada suhu konstan 60 °C.

Hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam percobaan ini adalah keselamatan kerja dan kebersihan lingkungan. Sebelum memulai percobaan, pastikan bahwa semua peralatan sudah siap dan aman untuk digunakan. Selama percobaan, perhatikan selalu suhu pemanas dan tekanan vakum. Setelah selesai, bersihkan semua peralatan dan simpan dengan baik. Untuk informasi lebih lanjut, silakan hubungi asisten dosen atau staf IPB University.



Gambar 13. Bagan Alir Proses Percobaan Ekstraksi Lanjutan

1. Diteliti mengenai sifat-sifat awal zat yang akan diekstraksi dan cara pemisahan komponen-komponennya.  
 2. Diteliti mengenai sifat-sifat awal zat yang akan diekstraksi dan cara pemisahan komponen-komponennya.  
 3. Diteliti mengenai sifat-sifat awal zat yang akan diekstraksi dan cara pemisahan komponen-komponennya.  
 4. Diteliti mengenai sifat-sifat awal zat yang akan diekstraksi dan cara pemisahan komponen-komponennya.  
 5. Diteliti mengenai sifat-sifat awal zat yang akan diekstraksi dan cara pemisahan komponen-komponennya.  
 6. Diteliti mengenai sifat-sifat awal zat yang akan diekstraksi dan cara pemisahan komponen-komponennya.  
 7. Diteliti mengenai sifat-sifat awal zat yang akan diekstraksi dan cara pemisahan komponen-komponennya.  
 8. Diteliti mengenai sifat-sifat awal zat yang akan diekstraksi dan cara pemisahan komponen-komponennya.  
 9. Diteliti mengenai sifat-sifat awal zat yang akan diekstraksi dan cara pemisahan komponen-komponennya.  
 10. Diteliti mengenai sifat-sifat awal zat yang akan diekstraksi dan cara pemisahan komponen-komponennya.

## 6. Parameter yang Diukur

### 6.1. Kadar Air

Kadar air bahan diukur dengan alat Bidwell dan Sterling. Caranya, 10 gr sampel dimasukkan ke dalam labu berukuran 500 ml kemudian ditambahkan 200 ml toluene. Labu dipanaskan perlahan sampai toluene mendidih. Air yang tersuling dianggap sebagai kadar air bahan.

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Volume air (ml)}}{\text{Berat contoh (gr)}} \times 100\%$$

### 6.2. Rendemen Oleoresin

Rendemen oleoresin dihitung berdasarkan berat oleoresin yang dihasilkan dari setiap satuan berat bahan yang diekstrak.

$$\text{Rendemen (\%BB)} = \frac{\text{Oleoresin (gr)}}{\text{Bahan (gr)}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen (\%BK)} = \frac{\text{Oleoresin (gr)}}{\text{Bahan} \times (1-ka)} \times 100\%$$

Dimana :

BB : basis basah  
BK : basis kering  
ka : kadar air

### 6.3. Kadar Minyak Atsiri

Kadar minyak atsiri dihitung berdasarkan volume minyak yang dipisahkan dari setiap berat bahan (oleoresin) yang disuling. Metodenya, 2 sampai 3 gr oleoresin (W) ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu didih 1000 ml. Air sebanyak 500 ml ditambahkan dan dihubungkan ke alat penyuling minyak atsiri. Alat pemisah minyak atsiri diisi sampai setengahnya dan ditambahkan 5 ml xylol (Vx). Lalu didihkan selama 6 jam. Volume minyak atsiri yang ditampung dalam alat pemisah dicatat (Vo).

$$\text{Kadar minyak atsiri} = \frac{V_o - V_x}{W} \times 100\%$$

### 6.4. Sisa Pelarut dalam Oleoresin

Sisa pelarut dalam oleoresin dihitung berdasarkan volume pelarut yang diuapkan dari setiap satuan berat bahan (oleoresin) yang diuapkan.

Oleoresin ditimbang sebanyak 2 sampai 3 gr (a), dimasukkan ke labu rotary vacuum evaporator. Alat ini dioperasikan pada suhu 50 °C, tekanan dibawah 1 atmosfer selama 1 jam. Setelah itu bobot labu ditimbang (b).

$$\text{Sisa pelarut} = \frac{(a - b)}{a} \times 100\%$$

### 6.5. Bobot Jenis

Bobot jenis oleoresin pada suhu sekitar 15 °C adalah perbandingan antara bobot jenis minyak dan bobot jenis air pada volume dan suhu yang sama.

Ditimbang 0.2 gr sampai 0.5 gr oleoresin (a) dalam gelas ukur 10 ml. Kedalam gelas ukur ditambahkan aquades sebanyak 5ml (b) secara hati-hati, jangan sampai aquades menempel pada dinding gelas. Catat volume aquades dalam gelas ukur (c).

Piknometer kosong ditimbang (d) kemudian diisi air sampai penuh dan ditimbang (e). Volume piknometer dicatat (f).

$$\begin{aligned} \text{Densitas oleoresin pada } t^{\circ}\text{C} &= \frac{a}{c-b} \\ &= x \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Densitas air pada } t^{\circ}\text{C} &= \frac{e-d}{f} \\ &= y \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bobot jenis oleoresin pada } t^{\circ}\text{C} &= x/y \\ \text{Bobot jenis oleoresin pada } 15^{\circ}\text{C} & \\ &= \text{BJ} (t^{\circ}\text{C}) + (t - 15) \times 7 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

#### 6.6. Indeks Bias Minyak Atsiri

Jika cahaya yang dilewatkan media kurang padat ke media lebih padat, maka sinar akan membelok atau membias mendekati garis normal. Dengan menggunakan refraktometer, contoh minyak diteteskan pada alat ini dan dibiarkan beberapa saat agar suhu alat dan bahan merata. Setelahnya dibaca skala ukuran yang ada.

#### 6.7. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan pada lingkungan, pelarut pada tabung destilasi, kolom destilasi, pelarut masuk tabung penampung pelarut, pelarut pada tabung penampung pelarut, pelarut masuk tabung ekstraksi, ruang pengering pada *tray drier*, air dan uap pelarut.

#### 6.8. Putaran Optik

Diukur menggunakan polarimeter, besarnya perputaran ditentukan oleh jenis oleoresin, suhu, panjang kolom yang terisi oleoresin dan panjang gelombang cahaya yang digunakan.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. RENDEMEN OLEORESIN**

Pada penelitian pendahuluan dilakukan ekstraksi tanpa menggunakan tambahan alat refraktometer dan evaporator vakum. Data yang disajikan pada Tabel 4 adalah kondisi rata-rata yang dihasilkan pada proses ekstraksi. Sedangkan keadaan yang diusahakan konstan adalah suhu ekstraksi sebesar 40 °C, dengan debit aliran pelarut oleh pompa sebesar 27.5 ml/menit. Debit air pendingin sebesar 1 800 ml/menit dan suhu destilasi sebesar 80 °C.

Tabel 4. Data Hasil Pengamatan Ekstraksi Pendahuluan

| Keterangan                | < 16 mesh |       |       | 16 - 32 mesh |       |       | > 32 mesh |       |       |
|---------------------------|-----------|-------|-------|--------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
|                           | 1         | 2     | 3     | 1            | 2     | 3     | 1         | 2     | 3     |
| Bahan (gr)                | 200       | 200   | 200   | 200          | 200   | 200   | 200       | 200   | 200   |
| Etanol masuk (ml)         | 5 000     | 5 000 | 5 000 | 5 000        | 5 000 | 5 000 | 5 000     | 5 000 | 5 000 |
| Etanol diserap bahan (ml) | 40        | 90    | 120   | 180          | 180   | 180   | 200       | 160   | 200   |
| Etanol keluar (ml)        | 4 500     | 4 500 | 4 500 | 4 500        | 4 500 | 4 500 | 4 500     | 4 500 | 4 500 |
| Miscella sisa (ml)        | 184       | 205   | 196   | 160          | 155   | 142   | 158       | 125   | 142   |
| Etanol hilang (ml)        | 176       | 205   | 184   | 160          | 165   | 178   | 142       | 215   | 158   |
| Lama destilasi (menit)    | 155       | 142   | 170   | 160          | 200   | 270   | 155       | 210   | 270   |

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi para mahasiswa dan dosen di lingkungan Institut Pertanian Bogor.

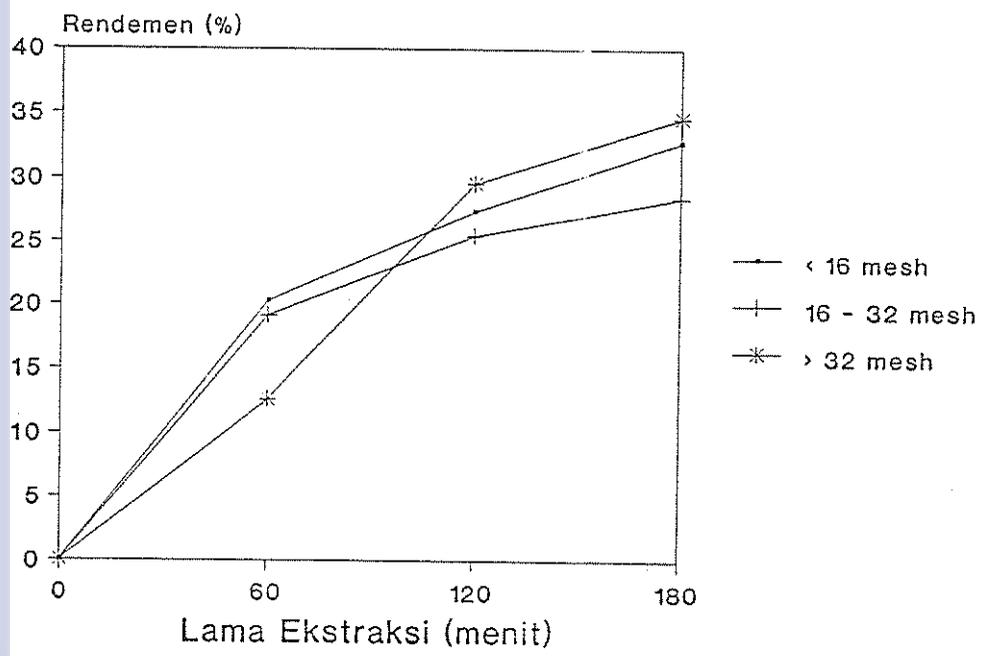
Permulaan dimulainya ekstraksi adalah pada saat pompa dihidupkan dan berakhir setelah satu, dua atau tiga jam kemudian. Dengan pengaturan pompa dan katup  $V_5$  untuk mendapatkan debit aliran sebesar 27.5 ml/menit, diperoleh suhu ekstraksi ( $T_2$ ) sebesar 39 - 41 °C, setelah pompa dinyalakan selama 20 - 25 menit. Hal ini sangat berpengaruh pada ekstraksi yang dilakukan, terutama untuk ekstraksi yang berlangsung selama satu jam. Suhu ekstraksi merupakan salah satu komponen keberhasilan proses ekstraksi.

Dari miscella yang dihasilkan, lebih banyak komponen cair yang keluar. Sedangkan resin (komponen padat serta lengket) tertinggal dalam tabung destilasi dan katup  $V_9$ , meskipun telah digunakan tekanan udara dari kompresor untuk mengeluarkannya. Miscella masih berbau etanol yang menyengat, menandakan masih banyak etanol yang terkandung dalam miscella. Hal ini tidak dikehendaki pada akhir proses ekstraksi.

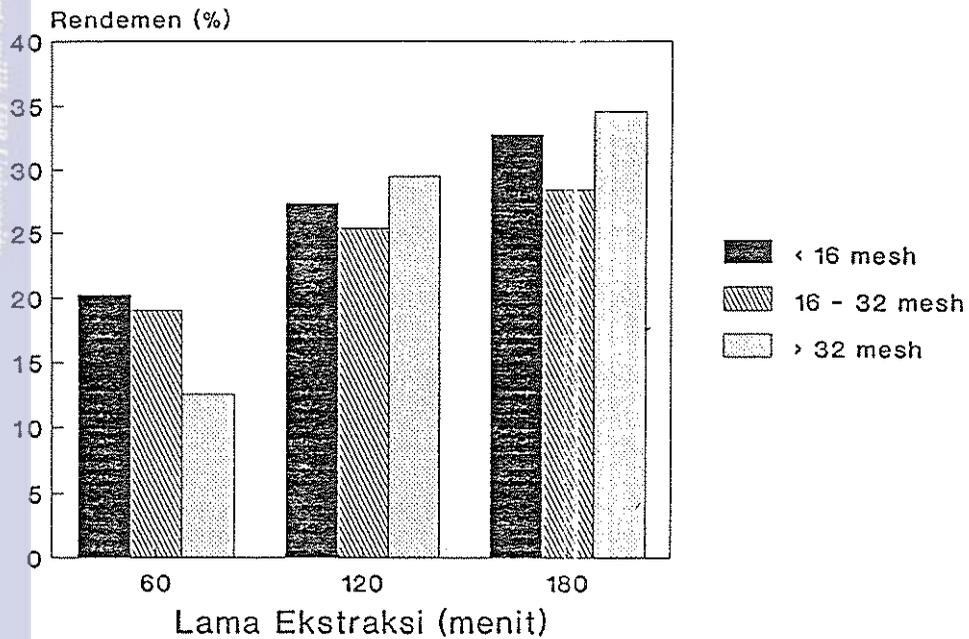
Berdasarkan hasil ekstraksi pendahuluan, pada ekstraksi lanjutan digunakan tambahan alat vakum evaporator dan refraktometer untuk mengurangi kendala. Rendemen oleoresin rata-rata hasil ekstraksi disajikan pada Tabel 5. Sedangkan Gambar 14 dan Gambar 15 memperlihatkan rendemen oleoresin lada enteng dalam bentuk grafik.

Tabel 5. Rendemen Oleoresin Rata-rata (% , berat oleoresin/berat bahan) Hasil Ekstraksi Satu, Dua dan Tiga Jam

| Lama Ekstraksi (menit) | Ukuran Bahan (mesh) |         |       |
|------------------------|---------------------|---------|-------|
|                        | < 16                | 16 - 32 | > 32  |
| 0                      | 0                   | 0       | 0     |
| 60                     | 20.28               | 19.09   | 12.57 |
| 120                    | 27.37               | 25.43   | 29.55 |
| 180                    | 32.77               | 28.44   | 34.59 |



Gambar 14. Rendemen Oleoresin untuk Ekstraksi Selama Satu, Dua dan Tiga Jam



Gambar 15. Diagram Batang Kenaikan Rendemen Oleoresin untuk Ekstraksi Satu, Dua dan Tiga Jam

Rendemen tertinggi dihasilkan oleh bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh (ekstraksi tiga jam) sebesar 34.59 %. Sedangkan rendemen terendah dihasilkan oleh bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh (ekstraksi satu jam) sebesar 12.57 %. Gambar 14 memperlihatkan bahan berukuran kurang dari 16 mesh dan bahan berukuran 16 - 32 mesh memiliki kecenderungan kenaikan rendemen yang sama. Untuk bahan berukuran 16 - 32

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa:
 

1. Rendemen meningkat dengan waktu ekstraksi yang semakin lama.
2. Rendemen meningkat dengan ukuran mesh yang semakin besar.
3. Rendemen meningkat dengan waktu ekstraksi yang semakin lama.
4. Rendemen meningkat dengan waktu ekstraksi yang semakin lama.
5. Rendemen meningkat dengan waktu ekstraksi yang semakin lama.
6. Rendemen meningkat dengan waktu ekstraksi yang semakin lama.

mesh rendemennya lebih rendah dibandingkan dengan bahan berukuran kurang dari 16 mesh.

Bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh, pada Gambar 14 memperlihatkan bentuk grafik yang sangat berbeda. Pada ekstraksi satu jam, nilai rendemennya lebih rendah dibandingkan bahan berukuran kurang dari 16 mesh dan 16 - 32 mesh. Begitu pula penambahan rendemen per satuan waktunya. Namun pada ekstraksi dua jam dan tiga jam, rendemennya meningkat melebihi rendemen dari bahan berukuran lainnya.

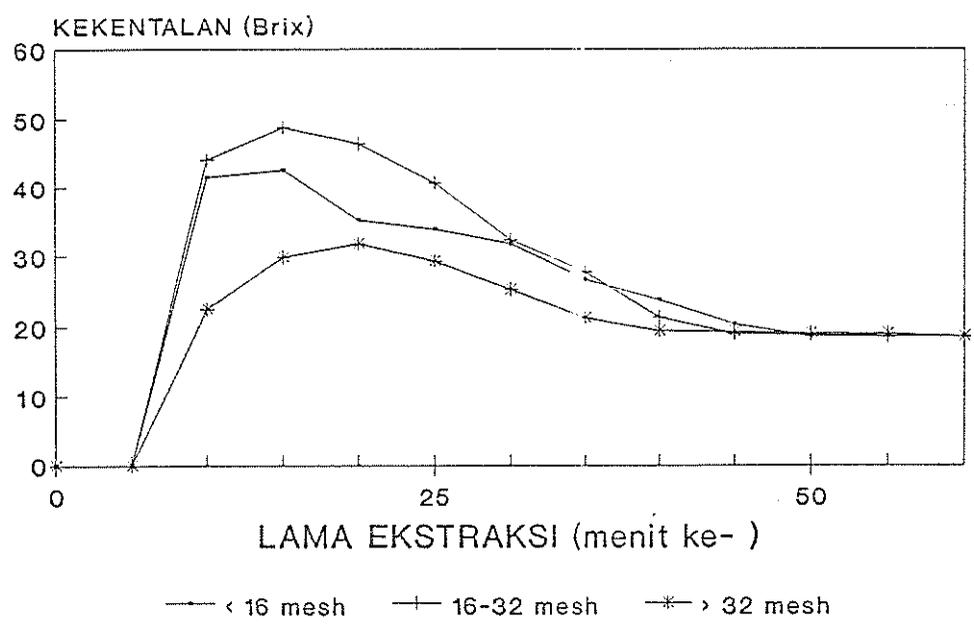
Ketaren (1985) menyatakan lada enteng akan menghasilkan oleoresin sebesar 15 - 16 persen dari berat ampas hasil penyulingan lada. Sedangkan Moestafa (1976) mengemukakan bahwa rendemen oleoresin lada enteng hasil ekstraksi selama tiga jam pada suhu kamar adalah sebesar 11.87 % dengan pelarut alkohol. Ampas lada enteng hasil penyulingan yang diekstraksi selama empat jam, menurut Pandji L. dan Edy M. (1986) menghasilkan rendemen oleoresin sebesar 9.03 % dan nisbah antara bahan dan pelarut etanol adalah 1 : 3.

Alat refraktometer akan memperlihatkan perubahan kekentalan miscella dari waktu ke waktu. Kekentalan miscella menunjukkan minyak yang dilarutkan oleh pelarut. Tabel 6 menyajikan data perubahan kekentalan tersebut yang diperlihatkan dalam bentuk grafik pada Gambar 16, Gambar 17 dan Gambar 18.

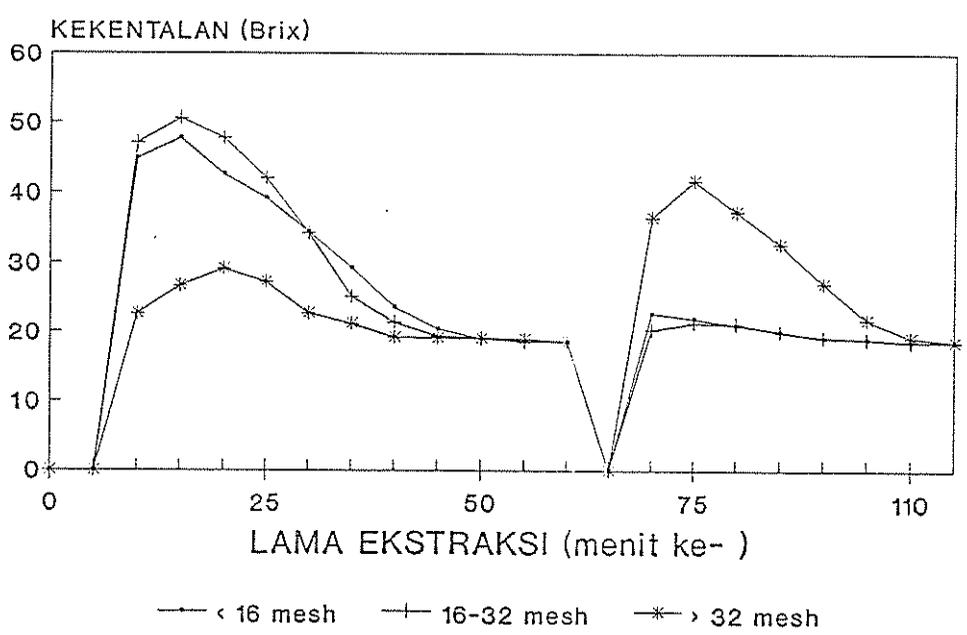
Hal-hal tersebut yang menjadi landasan...  
1. Dikembangkan...  
2. Dikembangkan...  
3. Dikembangkan...  
4. Dikembangkan...  
5. Dikembangkan...  
6. Dikembangkan...  
7. Dikembangkan...  
8. Dikembangkan...  
9. Dikembangkan...  
10. Dikembangkan...  
11. Dikembangkan...  
12. Dikembangkan...  
13. Dikembangkan...  
14. Dikembangkan...  
15. Dikembangkan...  
16. Dikembangkan...  
17. Dikembangkan...  
18. Dikembangkan...  
19. Dikembangkan...  
20. Dikembangkan...

Tabel 6. Data Perubahan Kekentalan Miscella Rata-rata (brix) untuk Ekstraksi Selama Satu, Dua dan Tiga Jam

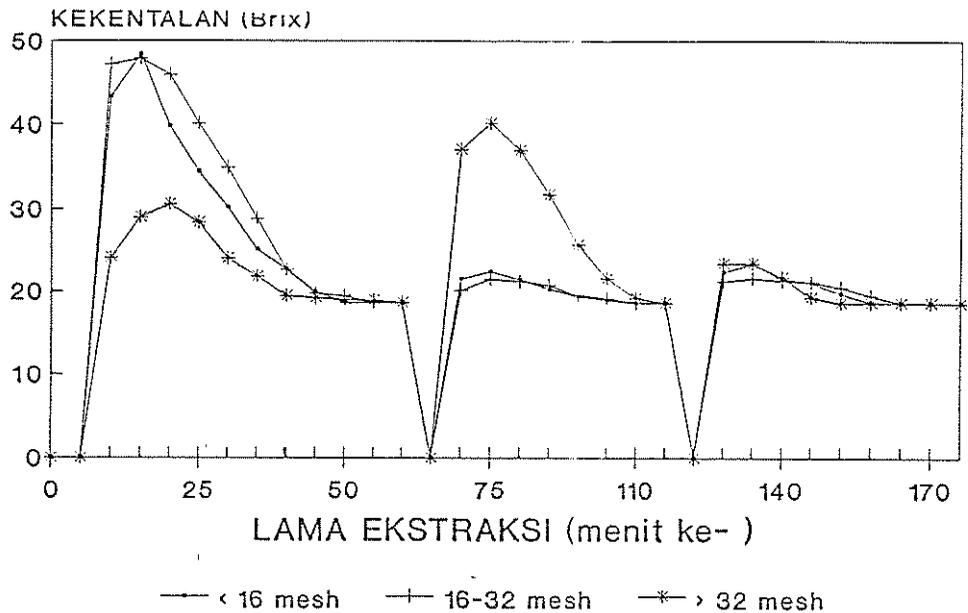
| Menit ke- | Ukuran Bahan (mesh) |       |      |      |       |      |      |       |      |
|-----------|---------------------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|
|           | <16                 | 16-32 | >32  | <16  | 16-32 | >32  | <16  | 16-32 | >32  |
| 0         | 0.0                 | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 5         | 0.0                 | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 10        | 41.5                | 44.0  | 22.5 | 44.8 | 47.0  | 22.6 | 43.3 | 47.2  | 24.1 |
| 15        | 42.6                | 48.8  | 29.8 | 47.7 | 50.5  | 26.6 | 48.4 | 47.9  | 29.0 |
| 20        | 35.1                | 46.4  | 31.7 | 42.6 | 47.7  | 29.1 | 39.8 | 45.9  | 30.6 |
| 25        | 33.9                | 40.6  | 29.3 | 39.2 | 42.0  | 27.2 | 34.5 | 40.1  | 28.4 |
| 30        | 31.7                | 32.3  | 25.2 | 34.4 | 34.2  | 22.7 | 30.2 | 34.9  | 24.0 |
| 35        | 26.6                | 27.7  | 21.2 | 29.3 | 25.1  | 21.2 | 25.1 | 28.8  | 21.8 |
| 40        | 23.8                | 21.3  | 19.4 | 23.6 | 21.4  | 19.2 | 22.7 | 22.6  | 19.4 |
| 45        | 20.3                | 18.9  | 19.2 | 20.5 | 19.4  | 19.1 | 20.0 | 19.7  | 19.2 |
| 50        | 18.6                | 18.8  | 19.0 | 19.0 | 19.1  | 19.0 | 18.6 | 19.4  | 19.0 |
| 55        | 18.6                | 18.6  | 18.9 | 18.6 | 18.6  | 18.9 | 18.6 | 18.6  | 18.9 |
| 60        | 18.6                | 18.6  | 18.6 | 18.6 | 18.6  | 18.6 | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 65        |                     |       |      | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 70        |                     |       |      | 22.7 | 20.3  | 36.4 | 21.5 | 20.1  | 37.1 |
| 75        |                     |       |      | 21.9 | 21.3  | 41.6 | 22.4 | 21.4  | 40.2 |
| 80        |                     |       |      | 21.0 | 21.1  | 37.2 | 21.4 | 21.2  | 37.0 |
| 85        |                     |       |      | 20.1 | 20.0  | 32.7 | 20.3 | 20.7  | 31.7 |
| 90        |                     |       |      | 19.1 | 19.2  | 27.0 | 19.4 | 19.5  | 25.7 |
| 100       |                     |       |      | 18.9 | 18.9  | 21.8 | 19.0 | 19.1  | 21.6 |
| 110       |                     |       |      | 18.6 | 18.6  | 19.2 | 18.6 | 18.6  | 19.2 |
| 120       |                     |       |      | 18.6 | 18.6  | 18.6 | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 125       |                     |       |      |      |       |      | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 130       |                     |       |      |      |       |      | 22.3 | 21.2  | 23.4 |
| 135       |                     |       |      |      |       |      | 23.4 | 21.6  | 23.4 |
| 140       |                     |       |      |      |       |      | 21.6 | 21.3  | 21.7 |
| 145       |                     |       |      |      |       |      | 21.0 | 21.1  | 19.3 |
| 150       |                     |       |      |      |       |      | 19.7 | 20.5  | 18.6 |
| 155       |                     |       |      |      |       |      | 18.7 | 19.5  | 18.6 |
| 160       |                     |       |      |      |       |      | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 170       |                     |       |      |      |       |      | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 180       |                     |       |      |      |       |      | 18.6 | 18.6  | 18.6 |



Gambar 16. Grafik Perubahan Kekentalan Miscella (brix) untuk Ekstraksi Selama Satu Jam



Gambar 17. Grafik Perubahan Kekentalan Miscella (brix) untuk Ekstraksi Selama Dua Jam



Gambar 18. Grafik Perubahan Kekentalan Miscella (brix) untuk Ekstraksi Selama Tiga Jam

Dari Gambar 16 Gambar 17 dan Gambar 18 terlihat bahwa kekentalan miscella naik pada awal ekstraksi dan menurun hingga kekentalan etanol pada akhir satu jam ekstraksi. Keadaan ini berlaku pada ekstraksi selama satu, dua dan tiga jam. Setelah bahan dikeringkan untuk menguapkan etanol, kekentalan miscella kembali meningkat pada saat awal ekstraksi.

Dalam proses penggilingan bahan baku dihancurkan dan dihaluskan sehingga mencapai ukuran tertentu. Ke-halusan bahan yang sesuai akan menjadikan ekstraksi

berlangsung dengan sempurna dalam waktu yang cukup singkat. Akan tetapi apabila ukuran bahan terlalu halus, minyak atsirinya akan menghilang pada saat proses penggilingan. Sampai berapa jauh kehalusan bahan, harus dipelajari, karena beberapa bahan yang digiling terlalu halus akan bergumpal sehingga sulit ditembus pelarut. Sebaliknya bahan yang terlampau kasar akan memerlukan waktu ekstraksi yang lama (Moestafa, 1981).

Ukuran besar kecilnya bahan baku yang akan diekstraksi, umumnya 40 mesh. Namun dalam skala laboratorium, ukuran yang paling besar adalah 30 mesh dan yang paling halus sebesar 60 mesh masih sering dilakukan untuk proses ekstraksi (Purseglove, 1981).

Pada penelitian ini digunakan bahan berukuran kurang dari 16 mesh, 16 - 32 mesh dan lebih besar dari 32 mesh. Ukuran bahan ini termasuk besar (Purseglove, 1981). Akan tetapi, bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh akan banyak yang keluar dari *terylene bag*, sedangkan bahan berukuran lainnya tidak keluar.

Bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh cenderung menggumpal setelah terkena pelarut, sehingga sebagian bahan tidak terkena pelarut karena tertahan oleh gumpalan bahan yang terjadi. Bahan berukuran kurang dari 16 mesh dan 16 - 32 mesh tidak terjadi pengumpalan sehingga bahan mudah ditembus oleh pelarut. Gumpalan bahan akan terlihat apabila dilakukan

pengeringan setelah akhir ekstraksi jam pertama.

Kecenderungan menggumpalnya bahan berukuran halus, mengakibatkan pelarutan minyak oleh etanol menjadi kurang efektif. Terlihat pada grafik yang menunjukkan rendemen dan kekentalan miscella, bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh memiliki nilai rendemen yang lebih rendah daripada nilai rendemen bahan berukuran lainnya. Pelarutan minyak oleh etanol akan berakhir sampai bahan jenuh oleh etanol. Minyak tidak keluar lagi karena konsentrasi miscella sama dengan konsentrasi etanol (18.6 Brix).

Kerusakan dinding sel selama tahap pengeringan akan mempermudah keluarnya minyak dan resin. Pengaruh langsungnya adalah terhadap lama ekstraksi yang dilakukan. Namun demikian suhu pengeringan yang tinggi dapat menurunkan rendemen minyak atsiri (Somaatmadja, 1981). Pengeringan yang dilakukan setiap akhir satu jam ekstraksi dimaksudkan agar bahan yang jenuh pelarut dapat siap diekstrak kembali setelah akhir pengeringan. Diharapkan minyak yang belum sempat terlarutkan karena bahan yang telanjur jenuh oleh pelarut, dapat terambil kembali.

Setelah pengeringan dan dilanjutkan dengan ekstraksi ternyata kekentalan miscella kembali bertambah dan rendemen kembali meningkat. Hal ini terjadi untuk ekstraksi selama dua dan tiga jam. Dan untuk bahan

berukuran lebih besar dari 32 mesh, nyata sekali peningkatannya. Dengan demikian tujuan pengeringan pelarut dari bahan bisa tercapai.

Secara keseluruhan, rendemen oleoresin masih meningkat untuk semua ukuran bahan dan lama ekstraksi. Bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh memiliki rendemen akhir tertinggi dengan laju ekstraksi yang tak teratur. Sedangkan bahan berukuran kurang dari 16 mesh dan bahan berukuran 16 - 32 mesh memiliki rendemen lebih rendah dibandingkan bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh, tetapi memiliki laju ekstraksi yang teratur.

Rendemen oleoresin tertinggi sebesar 34.59 %, jauh lebih tinggi dari rendemen oleoresin awal lada enteng bahan penelitian (13.09 %), dan lebih tinggi dibandingkan pustaka lainnya yaitu 15 - 16 % (Ketaren, 1985), 11.87 % (Moestafa, 1981) dan 9.03 % (Pandji L. dan Edy M., 1986).

Dari Tabel 9, Tabel 10 dan Tabel 11 terlihat bahwa oleoresin masih mengandung sisa pelarut, piperin dan minyak atsiri. Sisa pelarut yang ada berkisar antara 29.00 % - 51.03 % dari oleoresin yang ada. Sementara kadar minyak atsiri berkisar antara 2.99 % - 7.39 %.

Ketaren (1985) serta Pandji L. dan Edy M. (1986), mengisolasi oleoresin ampas lada enteng sisa hasil

penyulingan. Dengan menganalogikan sisa pelarut dalam oleoresin sebanyak 10 % (standar EOA) dan minyak atsiri semua terambil (tidak dihitung) dan dengan menggunakan data berat jenis minyak atsiri lada enteng sebesar 0.911 kg/liter (Ketaren, 1985) akan didapatkan rendemen oleoresin seperti yang disajikan pada Tabel 16, Tabel 17 dan Tabel 18.

Minyak atsiri larut dalam pelarut organik. Dengan banyaknya pelarut dalam oleoresin, maka kadar minyak atsiri tidak seluruhnya masuk ke dalam hitungan. Dengan demikian minyak atsiri yang terlarut dalam pelarut ikut tertimbang, sehingga meskipun perhitungan rendemen tidak mengikut sertakan minyak atsiri hasilnya masih relatif tinggi.

## B. MUTU OLEORESIN LADA ENTENG

Mutu oleoresin dihitung berdasarkan Standar Perdagangan (SP) atau standar Essential Oil Association of America (EOA). Mutu oleoresin berupa warna dan penampakan, kadar piperin, kadar minyak, indeks bias, putaran optik serta sisa pelarut. Tabel 8 memperlihatkan standar oleoresin berdasarkan SP dan EOA.

Tabel 7. Standar Oleoresin Lada Hitam Menurut Standar Perdagangan dan EOA

| No. | Karakteristik             | Syarat SP   | Syarat EOA  |
|-----|---------------------------|---|---|
| 1.  | Warna dan penampakan      | coklat muda, coklat kehijauan, coklat, pasta cair, pasta kental | hijau tua, bagian atas mengandung minyak dan bagian bawah ada kristal yang dapat diaduk menjadi homogen |
| 2.  | Piperin, %(b/b) min       | 40  | 55  |
| 3.  | Minyak atsiri, %(v/b) min | 10  | 13 - 35   |
| 4.  | Indeks Bias, 25 °C        | 1 482 - 1 496   | 1 479 - 1 489   |
| 5.  | Putaran Optik             | -   | (1°) - (23°)  |
| 6.  | Sisa pelarut, ppm maks    | 30  | sesuai syarat FDA   |

Sumber : (Pandji L. dan Edy M., 1986)

Tujuan utama pembuatan oleoresin adalah ekspor. Beberapa negara menghendaki kadar piperin dan kadar minyak atsiri tertentu untuk dapat diterima di negara mereka. Tabel 9 memberikan informasi tersebut.

Tabel 8. Kadar Piperin dan Minyak Atsiri dari Oleoresin yang Diinginkan oleh Beberapa Negara Pembeli

| Negara          | Kadar Piperin (%) | Kadar Minyak Atsiri (%) |
|-----------------|-------------------|-------------------------|
| Inggris         | 50 - 52           | 20 - 22                 |
| Jerman          | 35 - 37           | 20 - 22                 |
| Amerika Serikat | 40 - 42           | 20 - 22                 |
| Kanada          | 40 - 42           | 10 - 22                 |
| Belgia          | 46 - 48           | 18 - 20                 |

Kadar piperin, kadar minyak atsiri dan sisa pelarut merupakan tiga komponen mutu oleoresin lada hitam yang paling diperhatikan di dunia perdagangan. Piperin merupakan komponen minyak lada yang mudah menguap serta sisa pelarut memberikan informasi tentang sifat keracunan (Ketaren, 1985).

### 1. Kadar Piperin

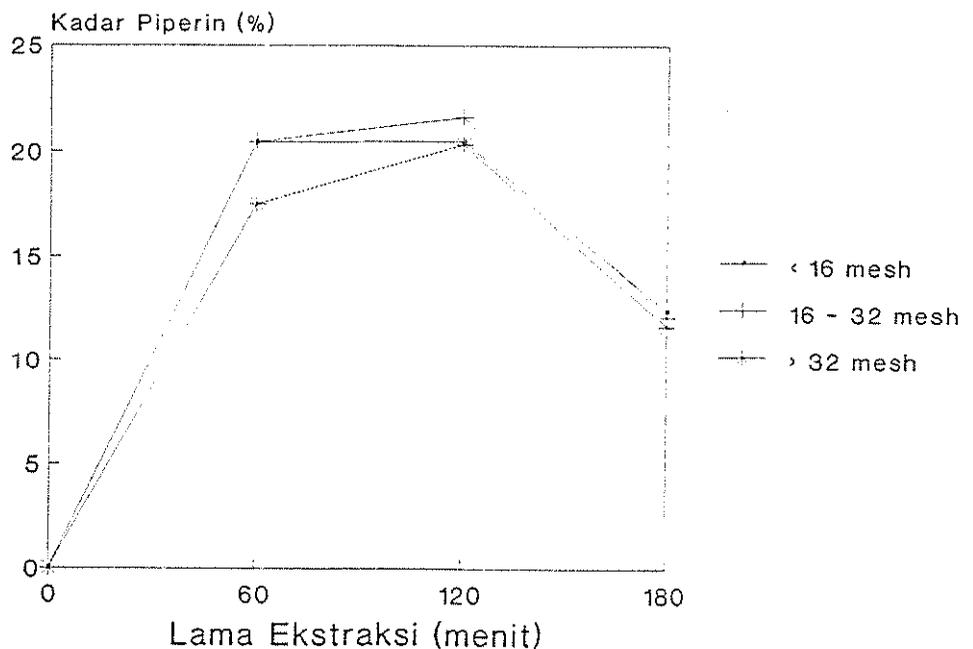
Piperin merupakan senyawa alkaloid yang memiliki rumus molekul  $C_{17}H_{10}NO_3$ . Senyawa ini dapat berbentuk kristal, dengan titik cair 129 - 131 °C dan merupakan amida, sedikit larut dalam air, akan tetapi mudah larut dalam alkohol (6.1 gr/100 ml alkohol).

Piperin merupakan salah satu komponen yang menyebabkan rasa pedas pada lada hitam dan lada putih serta merupakan piperin dalam bentuk asam piperat. Piperin yang terdapat dalam lada sekitar 4 - 10 % (Ketaren, 1985).

Tabel 10 menyajikan data kadar piperin rata-rata yang dihasilkan setelah ekstraksi selamasatu, dua dan tiga jam. Kadar piperin (%) dihasilkan dari perbandingan berat piperin (gram) dengan berat contoh (gram).

Tabel 9. Kadar Piperin (%) Setelah Ekstraksi Satu, Dua dan Tiga Jam

| Lama Ekstraksi (menit) | Ukuran Bahan (mesh) |         |       |
|------------------------|---------------------|---------|-------|
|                        | < 16                | 16 - 32 | > 32  |
| 0                      | 0                   | 0       | 0     |
| 60                     | 20.45               | 20.45   | 17.48 |
| 120                    | 20.47               | 21.65   | 20.34 |
| 180                    | 12.40               | 12.09   | 11.63 |



Gambar 19. Grafik Kadar Piperin (%) untuk Ekstraksi Selama Satu, Dua dan Tiga Jam

Kadar piperin terendah sebesar 11.63 % dan tertinggi sebesar 21.17 %. Nilai ini jauh di bawah nilai kadar piperin yang ditetapkan oleh SP (40 %) dan oleh EOA (55 %). Juga kadar piperin hasil ekstraksi lebih rendah dari kadar piperin yang ditetapkan oleh negara-negara pengimpor oleoresin (35 - 52 %).

## 2. Kadar Minyak Atsiri

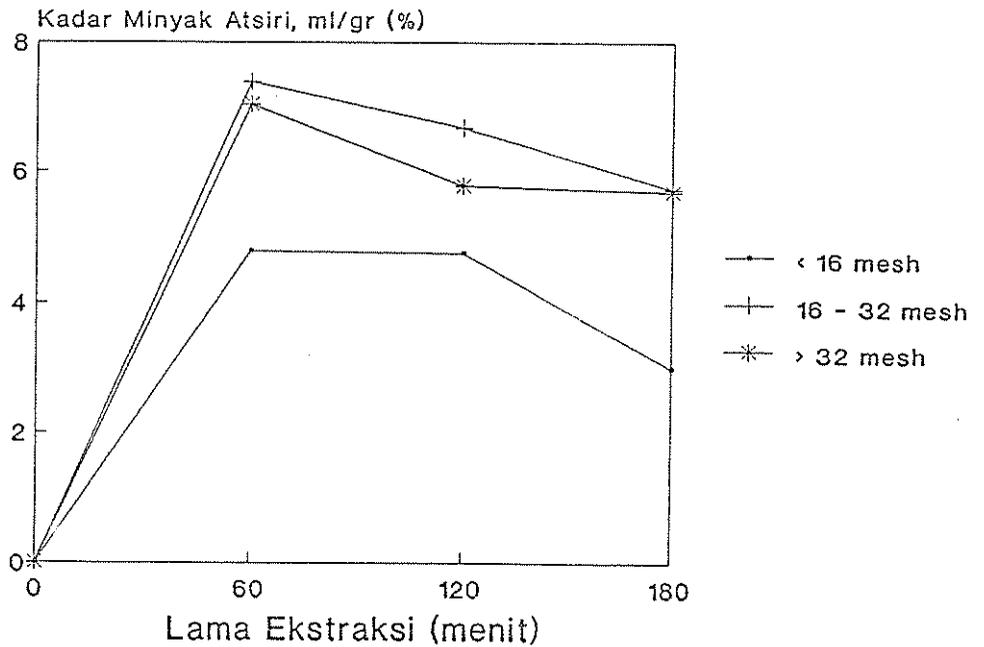
Minyak lada hanya mempunyai komponen kimia yang menimbulkan bau khas lada, dan tidak mengandung persenyawaan yang menimbulkan rasa pedas. Komposisi kimia minyak lada berupa  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene, 1- $\alpha$ -phelandrene, piperonal (heliotropin), dehidrocarveol,  $\beta$ -kenofilene, piperidine, alkohol tertien dan monoterpen aldehide (Ketaren, 1985).

Minyak atsiri dapat menguap pada suhu kamar dan penguapan semakin besar dengan kenaikan suhu, umumnya larut dalam alkohol dan pelarut organik lainnya, kurang larut dalam alkohol encer yang konsentrasinya kurang dari 70 %. Daya larut tersebut lebih kecil, jika minyak mengandung fraksi terpene dalam jumlah besar (Ketaren, 1985).

Tabel 10 memberikan informasi tentang kadar minyak atsiri rata-rata selama satu, dua dan tiga jam.

Tabel 10. Kadar minyak atsiri (%) selama ekstraksi satu, dua dan tiga jam

| Lama Ekstraksi (menit) | Ukuran Bahan (mesh) |         |      |
|------------------------|---------------------|---------|------|
|                        | < 16                | 16 - 32 | > 32 |
| 0                      | 0                   | 0       | 0    |
| 60                     | 4.80                | 7.39    | 7.03 |
| 120                    | 4.77                | 6.67    | 5.79 |
| 180                    | 2.99                | 5.74    | 5.70 |



Gambar 20. Grafik Kadar Minyak Atsiri (%) untuk Ekstraksi Selama Satu, Dua dan Tiga Jam

Kadar minyak atsiri terendah sebesar 2.99 % dan tertinggi sebesar 7.39 %. Nilai rendemen ini masih di bawah nilai kadar minyak atsiri yang ditetapkan oleh SP (10 %) maupun yang ditetapkan oleh EOA (13 - 35 %). Sementara negara pengimpor oleoresin menetapkan kadar minyak atsiri antara 10 sampai 20 persen.

Rendahnya kadar minyak atsiri ini disebabkan oleh tingginya suhu destilasi pada saat menggunakan *solid-liquid extraction unit* (80 °C) sehingga minyak atsiri ikut ke dalam pelarut saat dilakukan proses pemisahan pada miscella. Terlihat pada Gambar 20, di mana kadar minyak atsiri menurun nilainya dengan meningkatnya waktu ekstraksi.

Meskipun proses pemisahan pelarut dilanjutkan dengan vakum evaporator menggunakan suhu lebih rendah (60 °C) untuk menghindari terbawanya minyak atsiri oleh pelarut, tetapi karena proses pemisahan pelarut menggunakan *solid-liquid extraction unit* telah menghilangkan banyak minyak atsiri maka kadar minyak atsiri tertinggi yang bisa dicapai hanya 7.39 %.

Minyak atsiri dapat hilang pada saat pengeringan, pada saat penggilingan dan yang larut dalam pelarut karena sisa pelarut yang besar dalam oleoresin yang dihasilkan.

### 3. Sisa Pelarut dalam Oleoresin

Pelarut etanol mudah untuk melarutkan senyawa resin dan senyawa organik lainnya. Selain itu, pelarut etanol lebih murah juga lebih tidak berbahaya apabila tertinggal di dalam oleoresin setelah proses pemisahan pelarut (Mellan, 1950).

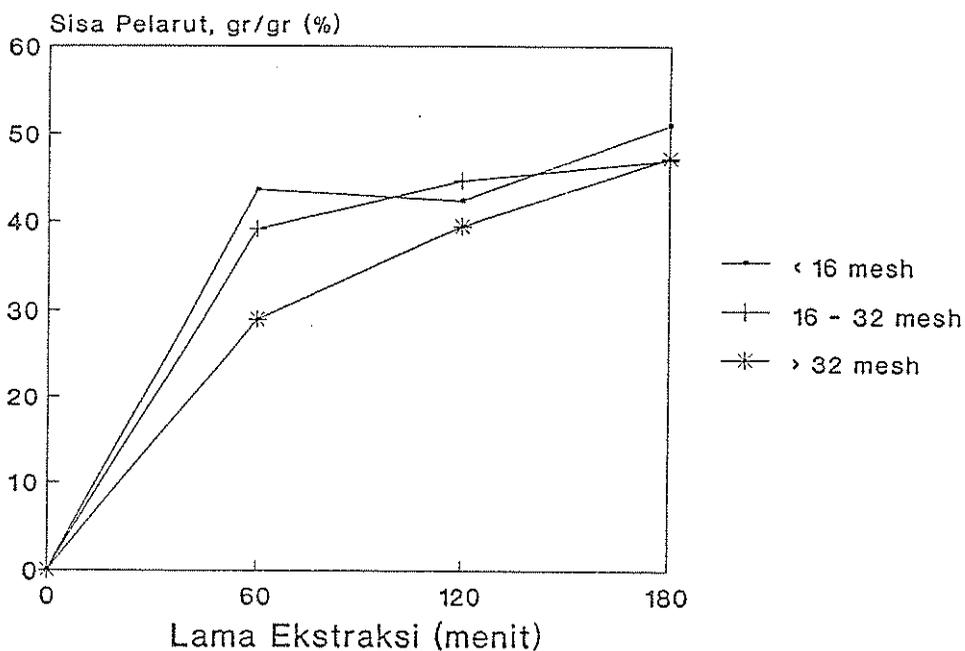
Pemisahan kembali pelarut dari oleoresin merupakan faktor yang sangat penting. Kesulitan yang sering dihadapi dalam pengambilan pelarut adalah dalam menekan jumlah minyak atsiri yang menguap bersama pelarut organik pada saat pemanasan (Moestafa, 1981).

Tabel 11 menyajikan data rata-rata sisa pelarut yang tertinggal dalam oleoresin pada hasil ekstraksi selama satu, dua dan tiga jam. Sedangkan Gambar 21 menyajikan data tersebut dalam bentuk grafik.

Pandji L. dan Edy M. (1986) menyatakan bahwa lada enteng menghasilkan rendemen oleoresin sebesar 9.03 % dan dengan sisa pelarut (etanol) sebesar 7.62 %. Sedangkan sisa pelarut pada penelitian ini berkisar antara 29.00 - 57.03 %, jauh lebih tinggi dari hasil yang didapatkan oleh Pandji dan Edy (1986).

Tabel 11. Sisa Pelarut (%) Setelah Ekstraksi Selama Satu, Dua dan Tiga Jam

| Lama Ekstraksi<br>(menit) | Ukuran Bahan (mesh) |         |       |
|---------------------------|---------------------|---------|-------|
|                           | < 16                | 16 - 32 | > 32  |
| 0                         | 0                   | 0       | 0     |
| 60                        | 43.67               | 39.19   | 29.00 |
| 120                       | 42.35               | 44.68   | 39.41 |
| 180                       | 51.03               | 47.03   | 47.25 |



Gambar 21. Grafik Sisa Pelarut dalam Oleoresin (%) untuk Ekstraksi Selama Satu, Dua dan Tiga Jam

Banyaknya etanol yang masih terdapat dalam oleoresin berakibat rendemen oleoresin menjadi tinggi, tetapi mutu oleoresin rendah. Tingginya rendemen oleoresin dikarenakan etanol turut tertimbang dan menambah berat oleoresin yang dihasilkan. Bertambahnya berat oleoresin menjadikan rendemen yang dihasilkan tinggi.

Piperin mudah sekali larut dalam alkohol (Ketaren, 1985), karena banyaknya sisa pelarut (etanol) dalam oleoresin maka piperin akan larut dalam etanol dan menghasilkan kadar piperin yang rendah. Keadaan ini juga terjadi pada kadar minyak atsiri. Minyak atsiri larut dalam pelarut organik (Ketaren, 1985). Dengan sisa pelarut yang demikian tinggi dan proses pemisahan pelarut menggunakan suhu tinggi (80 °C) pada alat *solid-liquid extraction unit* mengakibatkan kadar minyak atsiri yang dihasilkan rendah.

Pada Tabel 12 disajikan data rata-rata hasil uji mutu secara lengkap. Dari kriteria mutu yang disyaratkan oleh SP maupun EOA, ternyata oleoresin hasil ekstraksi nilainya tidak memenuhi standar yang ada.

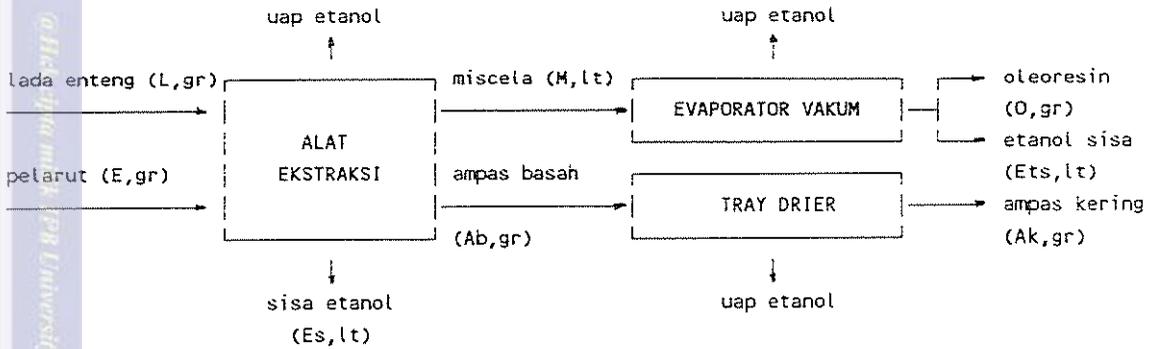
Tabel 12. Data Hasil Uji Mutu Rata-rata Lengkap

| Kriteria               | SP    | EOA | < 16 mesh  |        |         | 16 - 32 mesh |        |        | > 32 mesh |        |        |
|------------------------|-------|-----|------------|--------|---------|--------------|--------|--------|-----------|--------|--------|
|                        |       |     | 1j         | 2j     | 3j      | 1j           | 2j     | 3j     | 1j        | 2j     | 3j     |
|                        |       |     | M.atsiri,% | 10     | 13 - 35 | 4.80         | 4.77   | 2.99   | 7.39      | 6.67   | 5.74   |
| K.piperin,%            | 40    | 55  | 20.45      | 20.47  | 12.40   | 20.45        | 21.65  | 12.09  | 17.48     | 20.34  | 11.63  |
| Sisa pelarut,%         | -     | 10  | 43.67      | 42.35  | 51.03   | 39.19        | 44.68  | 47.03  | 29.00     | 39.41  | 47.25  |
| Indeks bias<br>(25 °C) | 1.482 | -   | 1.4925     | 1.4933 | 0.7463  | 1.4945       | 1.4936 | 0.7480 | 1.4958    | 1.4948 | 1.4970 |

### C. KESEIMBANGAN MATERIAL

Perhitungan keseimbangan material digunakan untuk mengetahui aliran bahan masuk maupun keluar sejumlah material di dalam suatu proses, dan selanjutnya menentukan besar dari material tersebut di dalam aliran proses (Toledo, 1981).

Pada proses pemisahan oleoresin lada enteng menggunakan pelarut, ada tiga proses yang dilewati, yaitu ekstraksi menggunakan alat *solid-liquid extraction unit*, pemisahan pelarut menggunakan evaporator vakum dan pengeringan. Gambar 22 memperlihatkan aliran bahan tersebut. Sementara Tabel 13, Tabel 14 dan Tabel 15 menyajikan data tentang jumlah bahan yang masuk dan keluar dalam proses.



Gambar 22. Skema Aliran Bahan pada Proses Ekstraksi Lada Enteng

Oleoresin yang dihasilkan merupakan suatu campuran bahan yang terdiri dari minyak atsiri, piperin, sisa pelarut, air dan bahan-bahan lain (kavisin, resin, alkaloid). Gambar 23 memperlihatkan distribusi bahan dalam oleoresin. Sementara Tabel 16, Tabel 17 dan Tabel 18 menyajikan data tentang prosentase campuran bahan di dalam oleoresin.



Gambar 23. Distribusi Bahan di dalam Oleoresin

Halaman ini merupakan bagian dari publikasi ilmiah yang diterbitkan oleh IPB University. Seluruh isi publikasi ini adalah hak cipta IPB University dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan hubungi IPB University.

Tabel 13. Data Aliran Bahan Berukuran &lt; 16 mesh

| Jam | Oleoresin<br>(gr) | Pelarat M.<br>(%) | Atsiri<br>(%) | Bahan<br>(gr) | Pelarat M.<br>(gr) | Atsiri<br>(gr) | Rendemen<br>(%) |
|-----|-------------------|-------------------|---------------|---------------|--------------------|----------------|-----------------|
| 1   | 40.55             | 43.67             | 4.80          | 200           | 13.65              | 1.77           | 12.56           |
| 2   | 54.64             | 42.35             | 4.77          | 197           | 17.68              | 2.37           | 17.56           |
| 3   | 65.21             | 51.03             | 2.99          | 197           | 26.76              | 1.78           | 18.62           |

Tabel 14. Data Aliran Bahan Berukuran 16 - 32 mesh

| Jam | Oleoresin<br>(gr) | Pelarat M.<br>(%) | Atsiri<br>(%) | Bahan<br>(gr) | Pelarat M.<br>(gr) | Atsiri<br>(gr) | Rendemen<br>(%) |
|-----|-------------------|-------------------|---------------|---------------|--------------------|----------------|-----------------|
| 1   | 38.19             | 39.19             | 7.39          | 200           | 11.15              | 2.57           | 12.24           |
| 2   | 49.99             | 44.68             | 6.67          | 196           | 17.34              | 3.04           | 15.11           |
| 3   | 56.30             | 47.03             | 5.74          | 196           | 20.85              | 2.94           | 16.59           |

Tabel 15. Data Aliran Bahan Berukuran &gt; 32 mesh

| Jam | Oleoresin<br>(gr) | Pelarat M.<br>(%) | Atsiri<br>(%) | Bahan<br>(gr) | Pelarat M.<br>(gr) | Atsiri<br>(gr) | Rendemen<br>(%) |
|-----|-------------------|-------------------|---------------|---------------|--------------------|----------------|-----------------|
| 1   | 25.14             | 29.00             | 7.03          | 200           | 4.78               | 1.61           | 9.38            |
| 2   | 46.94             | 39.41             | 5.79          | 198           | 13.81              | 2.48           | 15.48           |
| 3   | 67.79             | 47.25             | 5.70          | 196           | 25.25              | 3.52           | 19.91           |

Tabel 16. Data Distribusi Bahan Di Dalam Oleoresin  
(Bahan Berukuran < 16 mesh)

| Jam | L   | E    | Es   | M    | Ab  | O     | Ets | Ak  |
|-----|-----|------|------|------|-----|-------|-----|-----|
| 1   | 200 | 5000 | 3790 | 935  | 315 | 40.55 | 175 | 151 |
| 2   | 197 | 5000 | 3725 | 978  | 328 | 54.64 | 185 | 193 |
| 3   | 197 | 5000 | 3610 | 1045 | 336 | 65.21 | 166 | 194 |

Tabel 17. Data Distribusi Bahan Di Dalam Oleoresin  
(Bahan Berukuran 16 - 32 mesh)

| Jam | L   | E    | Es   | M   | Ab  | O     | Ets | Ak  |
|-----|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|-----|
| 1   | 200 | 5000 | 3994 | 845 | 328 | 38.19 | 149 | 188 |
| 2   | 196 | 5000 | 3495 | 524 | 338 | 49.99 | 100 | 186 |
| 3   | 196 | 5000 | 3484 | 965 | 347 | 56.30 | 225 | 191 |

Tabel 18. Data Distribusi Bahan Di Dalam Oleoresin  
(Bahan Berukuran >32 mesh)

| Jam | L   | E    | Es   | M   | Ab  | O     | Ets | Ak  |
|-----|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|-----|
| 1   | 200 | 5000 | 3920 | 835 | 367 | 25.14 | 158 | 194 |
| 2   | 198 | 5000 | 3614 | 878 | 376 | 46.94 | 182 | 188 |
| 3   | 196 | 5000 | 3508 | 975 | 378 | 67.79 | 195 | 190 |

#### D. PENGGUNAAN PELARUT

Minyak hasil ekstraksi menggunakan pelarut menguap, memiliki bau yang alamiah. Namun demikian, biaya untuk ekstraksi relatif mahal dan kehilangan pelarut selama proses ekstraksi akan menambah biaya produksi minyak (Ketaren, 1985).

Kehilangan pelarut selama proses ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 14 dan Tabel 15. Sedangkan Gambar 23, Gambar 24 dan Gambar 25 menyajikan data kehilangan pelarut dalam bentuk grafik.

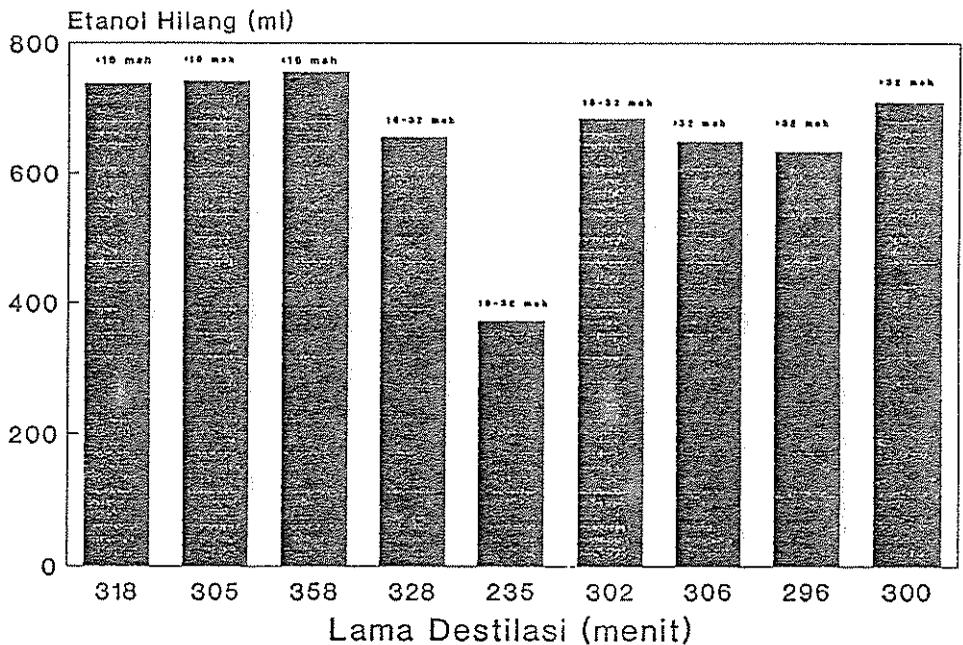
Kehilangan pelarut terjadi pada alat *Solid-Liquid Extraction Unit*, proses pengeringan setelah ekstraksi satu jam pertama (pelarut yang diserap bahan) dan pada proses pemisahan pelarut menggunakan evaporator vakum.

Tabel 14. Rata-rata Kehilangan Pelarut pada Ekstraksi Menggunakan *Solid-Liquid Extraction Unit*

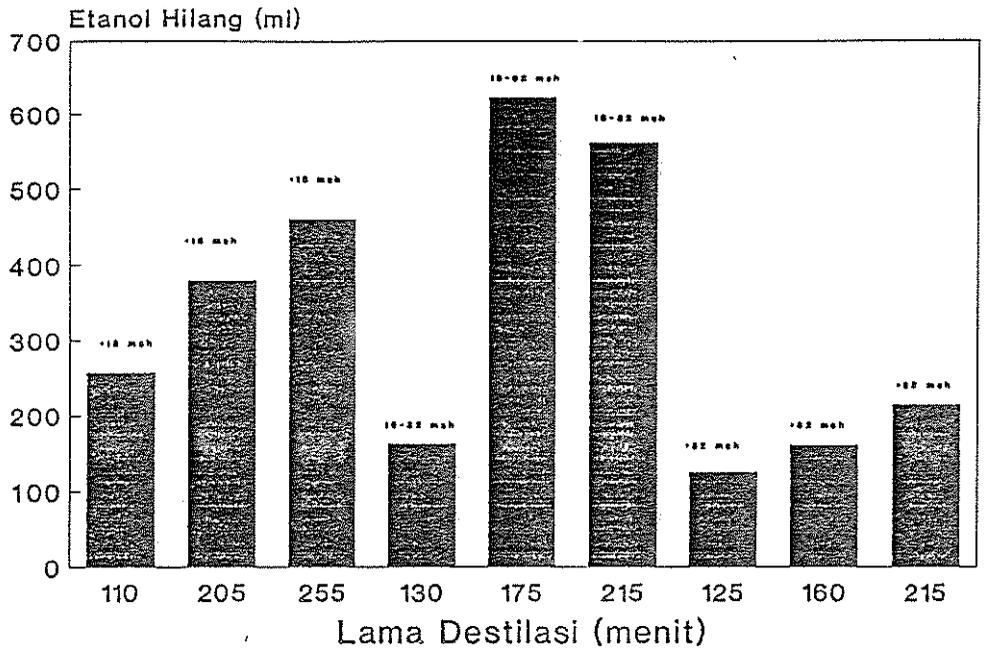
| Keterangan                            | < 16 mesh |       |       | 16 - 32 mesh |       |       | > 32 mesh |       |       |
|---------------------------------------|-----------|-------|-------|--------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
|                                       | 1         | 2     | 3     | 1            | 2     | 3     | 1         | 2     | 3     |
| Etanol masuk (ml)                     | 5 000     | 5 000 | 5 000 | 5 000        | 5 000 | 5 000 | 5 000     | 5 000 | 5 000 |
| Miscella (ml)                         | 953       | 978   | 1 045 | 845          | 523   | 965   | 835       | 878   | 975   |
| Etanol keluar (ml)                    | 3 790     | 3 643 | 3 495 | 3 993        | 3 855 | 3 473 | 3 920     | 3 613 | 3 508 |
| Etanol hilang (ml)                    | 257       | 379   | 460   | 162          | 622   | 562   | 245       | 509   | 517   |
| B.bahan basah (gr)                    | 315       | 647   | 991   | 328          | 676   | 1 040 | 367       | 752   | 1 133 |
| B.bahan kering (gr)                   | 197       | 386   | 582   | 188          | 376   | 573   | 194       | 376   | 571   |
| Etanol yang hilang (pengeringan) (gr) | 118       | 261   | 409   | 140          | 300   | 467   | 173       | 376   | 562   |
| Lama destilasi (menit)                | 110       | 205   | 255   | 130          | 175   | 215   | 125       | 160   | 215   |

Tabel 15. Rata-rata kehilangan pelarut pada proses pemisahan pelarut menggunakan evaporator vakum

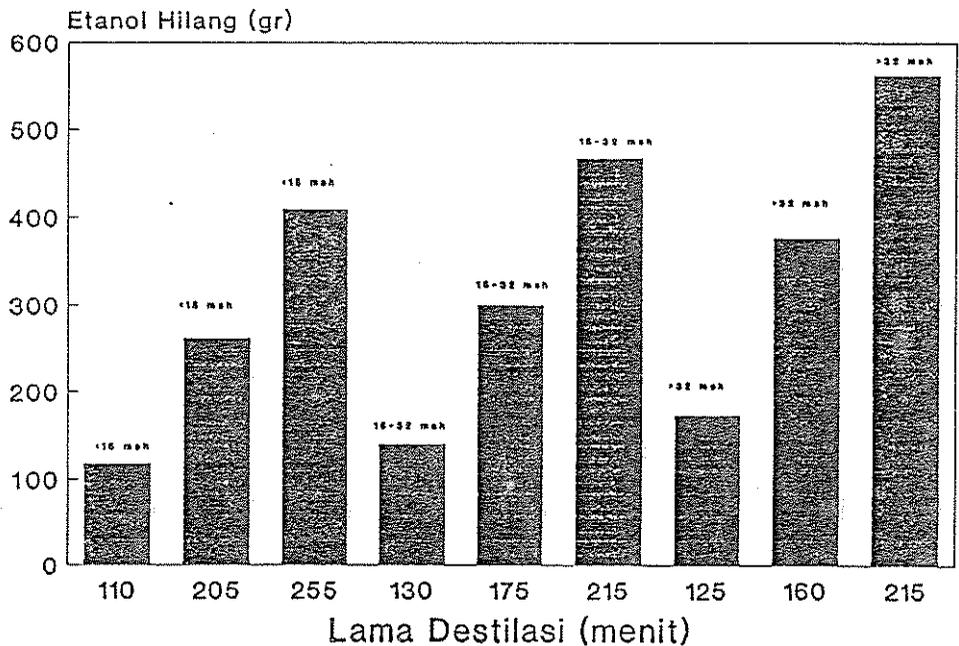
| Keterangan             | < 16 mesh |     |       | 16 - 32 mesh |     |     | > 32 mesh |     |     |
|------------------------|-----------|-----|-------|--------------|-----|-----|-----------|-----|-----|
|                        | 1         | 2   | 3     | 1            | 2   | 3   | 1         | 2   | 3   |
| Miscella (ml)          | 953       | 978 | 1 045 | 845          | 523 | 965 | 835       | 878 | 975 |
| Oleoresin (ml)         | 40        | 53  | 63    | 40           | 50  | 55  | 28        | 62  | 70  |
| Etanol akhir (ml)      | 175       | 183 | 227   | 149          | 100 | 225 | 158       | 182 | 195 |
| Etanol hilang (ml)     | 738       | 742 | 755   | 656          | 373 | 685 | 649       | 634 | 710 |
| Lama destilasi (menit) | 318       | 305 | 358   | 328          | 235 | 302 | 306       | 296 | 300 |



Gambar 23. Grafik Kehilangan Total Pelarut untuk Ekstraksi Menggunakan *Solid-Liquid Extraction Unit*



Gambar 24. Grafik Kehilangan Etanol Karena Penge-  
ringan



Gambar 25. Grafik Kehilangan Pelarut pada Proses  
Pemisahan Pelarut Menggunakan Evapora-  
tor Vakum

Kehilangan pelarut untuk ekstraksi menggunakan alat *solid-liquid extraction unit*, relatif kecil (158 - 205 ml), karena alat ini dirancang tertutup rapat. Namun hilangnya pelarut dapat terjadi karena air pendingin pada kondensor kurang lancar, penutup tabung destilasi dan tabung penampung pelarut kurang rapat serta penutupan tabung ekstraksi yang tidak tepat.

Kehilangan pelarut karena diserap oleh bahan tidak bisa dihindarkan. Dengan metode pengeringan setelah akhir ekstraksi satu jam pertama, sejumlah pelarut akan hilang. Kehilangan pelarut ini sangat tergantung pada jumlah bahan, ukuran bahan, lama ekstraksi dan lama penirisan sebelum dikeringkan. Bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh menyerap pelarut paling banyak karena bahan ini memiliki jumlah partikel lebih banyak dari bahan yang lain dengan berat yang sama.

Kehilangan pelarut pada proses pemisahan pelarut menggunakan evaporator vakum terjadi karena pelarut terhisap oleh pompa vakum. Hal ini terlihat pada pipa penghubung antara pompa vakum dan evaporator vakum dimana dinding dalamnya diselubungi oleh pelarut. Untuk menurunkan daya hisap pompa dapat dilakukan dengan menambah regulator tekanan dari tabung erlenmeyer yang dilengkapi dengan katup pengatur tekanan.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Modifikasi sistem pemanas alat *solid-liquid extraction unit* dari pemanas listrik menjadi pemanas menggunakan jaket uap menjadikan alat ini dapat diope-  
rasikan untuk ekstraksi menggunakan pelarut yang mudah  
terbakar.

Ekstraksi menggunakan alat *solid-liquid extrac-  
tion unit* masih memerlukan tambahan alat refraktometer  
dan evaporator vakum. Refraktometer digunakan untuk  
mengetahui laju ekstraksi per satuan waktu dengan  
melihat perubahan kekentalan miscella. Sementara  
evaporator vakum digunakan untuk proses pemisahan  
pelarut setelah dilakukan ekstraksi dengan alat *solid-  
liquid extraction unit*.

Bahan berukuran kurang dari 16 mesh dan bahan  
berukuran 16 - 32 mesh memiliki kecenderungan kenaik-  
kan rendemen oleoresin yang seragam. Rendemen oleore-  
sin dari bahan berukuran 16 - 32 mesh selalu lebih  
rendah dari rendemen oleoresin bahan berukuran kurang  
dari 16 mesh. Sementara itu bahan yang berukuran le-  
bih dari 32 mesh memiliki kecenderungan menaikkan  
rendemen oleoresin yang sangat berbeda dari kecenderun-  
gan menaikkan rendemen oleoresin yang dialami bahan  
lainnya.

Rendemen oleoresin rata-rata dari bahan berukuran kurang dari 16 mesh selama ekstraksi 1 jam, 2 jam dan ekstraksi selama 3 jam adalah 20.28%, 27.37% dan 32.77%. Rendemen oleoresin rata-rata dari bahan berukuran 16 - 32 mesh selama ekstraksi 1 jam, 2 jam dan ekstraksi selama 3 jam sebesar 19.09%, 25.43% dan 28.41%. Rendemen oleoresin rata-rata hasil ekstraksi selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam untuk bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh adalah 12.57%, 28.32% dan 34.59%. Secara umum, rendemen rata-rata oleoresin hasil ekstraksi masih meningkat dengan bertambahnya lama ekstraksi.

Proses pengeringan setelah ekstraksi satu jam pertama akan melarutkan kembali minyak yang belum sempat terambil oleh pelarut karena penggumpalan bahan ataupun kejenuhan bahan oleh pelarut. Hal ini mengakibatkan ekstraksi berlangsung lebih efektif.

Sisa pelarut rata-rata pada ekstraksi selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam untuk bahan berukuran kurang dari 16 mesh adalah 43.67%, 42.35% dan 57.03%. Sisa pelarut rata-rata pada ekstraksi selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam untuk bahan berukuran 16 - 32 mesh adalah 19.09%, 25.43% dan 28.41%. Sementara itu bahan berukuran lebih besar dari 32 mesh dengan ekstraksi selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam menghasilkan sisa pelarut sebesar 12.57%, 18.32% dan 34.59%.

Piperin mudah larut dalam etanol. Minyak atsiri juga merupakan komponen oleoresin yang mudah larut pada pelarut organik. Dengan tingginya sisa pelarut dalam oleoresin, rendemen oleoresin menjadi besar karena masa pelarut ikut tertimbang. Tingginya sisa pelarut dalam oleoresin juga akan menurunkan kadar piperin. Sementara itu disamping minyak atsiri hilang terbawa pelarut pada saat destilasi menggunakan alat *solid-liquid extraction unit* juga sebagian minyak atsiri hilang karena adanya sisa pelarut dalam oleoresin.

Mutu akhir oleoresin hasil penelitian ini tidak memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan oleh Standar Perdagangan (SP) maupun oleh EOA.

Hilangnya etanol terjadi karena alat *solid-liquid extraction unit*, pada proses pengeringan bahan dari pelarut (pelarut yang diserap bahan) dan pada proses pemisahan pelarut menggunakan evaporator vakum.

## B. SARAN

Masih perlu dilakukan penambahan lama ekstraksi melebihi 3 jam karena rendemen akhir setelah ekstraksi selama 3 jam masih menunjukkan kenaikan rendemen oleoresin.

Proses destilasi menggunakan alat *solid-liquid extraction unit* perlu menggunakan suhu kurang dari 80 °C, walaupun nantinya akan merubah pembukaan katup V5 dan pengaturan pompa kembali untuk memperoleh keseimbangan aliran pelarut.

Modifikasi sistem pemanas perlu ditambahkan pada tabung penampung pelarut di alat *solid-liquid extraction unit* untuk bisa menghasilkan suhu ekstraksi yang lebih tinggi.

Tingginya sisa pelarut dalam oleoresin dan banyaknya pelarut yang hilang pada proses pemisahan pelarut menggunakan evaporator vakum dapat diatasi dengan pengurangan daya hisap pompa melalui penambahan regulator tekanan.

Perlu dilakukan kembali penelitian untuk mendapatkan sisa pelarut dalam oleoresin yang rendah. Dengan rendahnya sisa pelarut, mutu oleoresin diharapkan dapat masuk dalam syarat SP maupun EOA.



## LAMPIRAN

Hala, Ciara, Pionding, Lintang, undang

1. Diambil sebagai bagian dari karya tulis ini tanpa memunculkan dan mempublikasikan nomor
2. Pengabdian masyarakat untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penelitian kerja ilmiah, penyelesaian laporan, penelitian kerja atau kegiatan lain yang tidak
3. Menyangkut kepentingan komersial yang tidak merugikan IPB University
4. Diambil sebagai referensi dan mengaitkan sebagai data ilmiah karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa ada IPB University

Lampiran 1. Data Rendemen Oleoresin Lada Enteng dan Ke-naikan Rendemen per Satuan Waktu Hasil Ek-straksi Selama Satu, Dua dan Tiga Jam

| Lama ekstraksi<br>(jam) | Ulangan I |            |           | Ulangan II |            |           |
|-------------------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
|                         |           |            |           |            |            |           |
|                         | < 16 mesh | 16-32 mesh | > 32 mesh | < 16 mesh  | 16-32 mesh | > 32 mesh |
| 0                       | 0.00      | 0.00       | 0.00      | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 60                      | 19.55     | 16.70      | 13.67     | 21.00      | 21.49      | 11.47     |
| 120                     | 27.08     | 26.52      | 30.13     | 27.66      | 24.34      | 28.97     |
| 180                     | 33.12     | 28.39      | 35.51     | 32.43      | 28.49      | 33.67     |

| Lama ekstraksi<br>(jam) | Ukuran Bahan (mesh) |              |           |
|-------------------------|---------------------|--------------|-----------|
|                         |                     |              |           |
|                         | < 16mesh            | 16 - 32 mesh | > 32 mesh |
| 0                       | 0.00                | 0.00         | 0.00      |
| 60                      | 20.28               | 19.09        | 12.57     |
| 120                     | 7.09                | 6.34         | 16.98     |
| 180                     | 5.40                | 3.01         | 5.04      |

Lampiran 2. Data Perubahan Kekentalan Miscela (Brix) untuk Bahan Berukuran Kurang Dari 16 Mesh

| Menit ke- | 1 jam |      | 2 jam |      | 3 jam |      |
|-----------|-------|------|-------|------|-------|------|
|           | I     | II   | I     | II   | I     | II   |
| 0         | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 5         | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 10        | 46.4  | 36.6 | 43.2  | 46.4 | 40.2  | 46.4 |
| 15        | 48.0  | 37.2 | 47.4  | 48.0 | 48.8  | 48.0 |
| 20        | 38.2  | 32.0 | 47.0  | 38.2 | 41.4  | 38.2 |
| 25        | 36.6  | 31.2 | 41.8  | 36.6 | 32.4  | 36.6 |
| 30        | 36.2  | 27.2 | 32.4  | 36.2 | 24.2  | 36.2 |
| 35        | 30.4  | 22.8 | 28.2  | 30.4 | 19.8  | 30.4 |
| 40        | 26.4  | 21.2 | 20.8  | 26.4 | 19.0  | 26.4 |
| 45        | 21.2  | 19.4 | 19.8  | 21.2 | 18.8  | 21.2 |
| 50        | 18.6  | 18.6 | 19.4  | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 55        | 18.6  | 18.6 | 18.8  | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 60        | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 65        |       |      | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 70        |       |      | 22.6  | 22.8 | 20.2  | 22.8 |
| 75        |       |      | 21.8  | 22.0 | 22.8  | 22.0 |
| 80        |       |      | 20.6  | 21.4 | 21.4  | 21.4 |
| 85        |       |      | 19.8  | 20.4 | 20.2  | 20.4 |
| 90        |       |      | 19.0  | 19.2 | 19.6  | 19.2 |
| 100       |       |      | 18.6  | 19.0 | 19.0  | 19.0 |
| 110       |       |      | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 120       |       |      | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 125       |       |      |       |      | 0.0   | 0.0  |
| 130       |       |      |       |      | 21.4  | 23.2 |
| 135       |       |      |       |      | 23.8  | 24.0 |
| 140       |       |      |       |      | 19.6  | 23.6 |
| 145       |       |      |       |      | 19.2  | 22.8 |
| 150       |       |      |       |      | 19.0  | 20.4 |
| 155       |       |      |       |      | 18.8  | 18.6 |
| 160       |       |      |       |      | 18.6  | 18.6 |
| 170       |       |      |       |      | 18.6  | 18.6 |
| 180       |       |      |       |      | 18.6  | 18.6 |

Lampiran 3. Data Perubahan Kekentalan Miscela (Brix) untuk Bahan Berukuran 16 - 32 Mesh

| Menit ke- | 1 jam |      | 2 jam |      | 3 jam |      |
|-----------|-------|------|-------|------|-------|------|
|           | I     | II   | I     | II   | I     | II   |
| 0         | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 5         | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 10        | 48.8  | 39.2 | 48.8  | 45.2 | 48.8  | 46.4 |
| 15        | 47.6  | 50.0 | 47.6  | 53.4 | 47.6  | 48.0 |
| 20        | 45.2  | 47.6 | 45.2  | 50.2 | 45.2  | 38.2 |
| 25        | 41.4  | 39.8 | 41.4  | 42.6 | 41.4  | 36.6 |
| 30        | 33.6  | 31.0 | 33.6  | 34.8 | 33.6  | 36.2 |
| 35        | 28.2  | 27.2 | 28.2  | 22   | 28.2  | 30.4 |
| 40        | 22.4  | 20.2 | 22.4  | 20.4 | 22.4  | 26.4 |
| 45        | 19.2  | 18.6 | 19.2  | 19.6 | 19.2  | 21.2 |
| 50        | 19.0  | 18.6 | 19.0  | 19.2 | 19.0  | 18.6 |
| 55        | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 60        | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 65        |       |      | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 70        |       |      | 20.0  | 20.6 | 20.6  | 22.8 |
| 75        |       |      | 21.4  | 21.2 | 21.2  | 22.0 |
| 80        |       |      | 21.2  | 21.0 | 21.0  | 21.4 |
| 85        |       |      | 20.6  | 19.4 | 19.4  | 20.4 |
| 90        |       |      | 19.4  | 19.0 | 19.0  | 19.2 |
| 100       |       |      | 19.2  | 18.6 | 18.6  | 19.0 |
| 110       |       |      | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 120       |       |      | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 125       |       |      |       |      | 0.0   | 0.0  |
| 130       |       |      |       |      | 21.2  | 23.2 |
| 135       |       |      |       |      | 21.8  | 24.0 |
| 140       |       |      |       |      | 21.4  | 23.6 |
| 145       |       |      |       |      | 21.2  | 22.8 |
| 150       |       |      |       |      | 20.4  | 20.4 |
| 155       |       |      |       |      | 19.4  | 18.6 |
| 160       |       |      |       |      | 18.6  | 18.6 |
| 170       |       |      |       |      | 18.6  | 18.6 |
| 180       |       |      |       |      | 18.6  | 18.6 |

a link with IPB University

1. Dukung semangat sebagai salah satu pilar budaya bangsa dan bangsa Indonesia  
 2. Mengembangkan budaya kerja yang berorientasi pada pelayanan, profesionalitas, integritas, dan tanggung jawab  
 3. Mengembangkan budaya kerja yang berorientasi pada pelayanan, profesionalitas, integritas, dan tanggung jawab  
 4. Mengembangkan budaya kerja yang berorientasi pada pelayanan, profesionalitas, integritas, dan tanggung jawab  
 5. Mengembangkan budaya kerja yang berorientasi pada pelayanan, profesionalitas, integritas, dan tanggung jawab  
 6. Mengembangkan budaya kerja yang berorientasi pada pelayanan, profesionalitas, integritas, dan tanggung jawab  
 7. Mengembangkan budaya kerja yang berorientasi pada pelayanan, profesionalitas, integritas, dan tanggung jawab  
 8. Mengembangkan budaya kerja yang berorientasi pada pelayanan, profesionalitas, integritas, dan tanggung jawab  
 9. Mengembangkan budaya kerja yang berorientasi pada pelayanan, profesionalitas, integritas, dan tanggung jawab  
 10. Mengembangkan budaya kerja yang berorientasi pada pelayanan, profesionalitas, integritas, dan tanggung jawab

Lampiran 4. Data Perubahan Kekentalan Miscela (Brix) untuk Bahan Berukuran Lebih Dari 32 Mesh

| Menit ke- | 1 jam |      | 2 jam |      | 3 jam |      |
|-----------|-------|------|-------|------|-------|------|
|           | I     | II   | I     | II   | I     | II   |
| 0         | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 5         | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 10        | 23.4  | 21.6 | 23.4  | 21.8 | 23.4  | 24.8 |
| 15        | 30.2  | 29.4 | 30.2  | 22.8 | 30.2  | 27.8 |
| 20        | 34.8  | 28.6 | 34.8  | 23.4 | 34.8  | 26.4 |
| 25        | 32.0  | 26.6 | 32.0  | 22.4 | 32.0  | 24.8 |
| 30        | 25.6  | 24.8 | 25.6  | 19.8 | 25.6  | 22.4 |
| 35        | 23.0  | 19.4 | 23.0  | 19.4 | 23.0  | 20.6 |
| 40        | 19.8  | 19.0 | 19.8  | 18.6 | 19.8  | 19.0 |
| 45        | 19.6  | 18.8 | 19.6  | 18.6 | 19.6  | 18.8 |
| 50        | 19.4  | 18.6 | 19.4  | 18.6 | 19.4  | 18.6 |
| 55        | 19.2  | 18.6 | 19.2  | 18.6 | 19.2  | 18.6 |
| 60        | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 65        |       |      | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0  |
| 70        |       |      | 36.0  | 36.8 | 36.0  | 38.2 |
| 75        |       |      | 42.4  | 40.8 | 42.4  | 38.0 |
| 80        |       |      | 39.8  | 34.6 | 39.8  | 34.2 |
| 85        |       |      | 34.8  | 30.6 | 34.8  | 28.6 |
| 90        |       |      | 29.4  | 24.6 | 29.4  | 22.0 |
| 100       |       |      | 24.0  | 19.6 | 24.0  | 19.2 |
| 110       |       |      | 19.6  | 18.8 | 19.6  | 18.8 |
| 120       |       |      | 18.6  | 18.6 | 18.6  | 18.6 |
| 125       |       |      |       |      | 0.0   | 0.0  |
| 130       |       |      |       |      | 24.2  | 22.6 |
| 135       |       |      |       |      | 24.4  | 22.4 |
| 140       |       |      |       |      | 23.6  | 19.8 |
| 145       |       |      |       |      | 19.2  | 19.4 |
| 150       |       |      |       |      | 18.6  | 18.6 |
| 155       |       |      |       |      | 18.6  | 18.6 |
| 160       |       |      |       |      | 18.6  | 18.6 |
| 170       |       |      |       |      | 18.6  | 18.6 |
| 180       |       |      |       |      | 18.6  | 18.6 |

Halaman ini merupakan lampiran dari laporan penelitian yang berjudul "Pengaruh Waktu Pengaliran terhadap Kekentalan Miscela (Brix) untuk Bahan Berukuran Lebih dari 32 Mesh".

Halaman ini merupakan lampiran dari laporan penelitian yang berjudul "Pengaruh Waktu Pengaliran terhadap Kekentalan Miscela (Brix) untuk Bahan Berukuran Lebih dari 32 Mesh".

## Lampiran 5. Data Kadar Piperin dan Sisa Pelarut

## Kadar Piperin

| Lama ekstraksi<br>(jam) | Ulangan I |            |           | Ulangan II |            |           |
|-------------------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
|                         | < 16 mesh | 16-32 mesh | > 32 mesh | < 16 mesh  | 16-32 mesh | > 32 mesh |
|                         | 60        | 20.45      | 20.00     | 17.55      | 20.45      | 20.89     |
| 120                     | 20.48     | 21.85      | 20.31     | 20.45      | 21.44      | 20.37     |
| 180                     | 12.42     | 12.09      | 11.14     | 12.38      | 12.09      | 12.12     |

## Sisa Pelarut

| Lama ekstraksi<br>(jam) | Ulangan I |            |           | Ulangan II |            |           |
|-------------------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
|                         | < 16 mesh | 16-32 mesh | > 32 mesh | < 16 mesh  | 16-32 mesh | > 32 mesh |
|                         | 60        | 43.53      | 34.46     | 29.07      | 43.81      | 43.91     |
| 120                     | 42.66     | 44.89      | 39.41     | 42.04      | 44.46      | 39.41     |
| 180                     | 51.34     | 46.98      | 44.68     | 50.71      | 47.08      | 49.81     |

## Lampiran 6. Data Minyak Atsiri dan Indeks Bias

## Kadar Minyak Atsiri

| Lama ekstraksi<br>(jam) | Ulangan I |            |           | Ulangan II |            |           |
|-------------------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
|                         | < 16 mesh | 16-32 mesh | > 32 mesh | < 16 mesh  | 16-32 mesh | > 32 mesh |
|                         | 60        | 4.80       | 7.66      | 6.97       | 4.79       | 7.12      |
| 120                     | 4.77      | 6.55       | 5.76      | 4.76       | 6.79       | 5.82      |
| 180                     | 2.88      | 5.76       | 5.69      | 3.09       | 5.71       | 5.71      |

## Indeks Bias

| Lama ekstraksi<br>(jam) | Ulangan I |            |           | Ulangan II |            |           |
|-------------------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
|                         | < 16 mesh | 16-32 mesh | > 32 mesh | < 16 mesh  | 16-32 mesh | > 32 mesh |
|                         | 60        | 1.4925     | 1.4943    | 1.4955     | 1.4925     | 1.4946    |
| 120                     | 1.4935    | 1.4926     | 1.4950    | 1.4930     | 1.4946     | 1.4945    |
| 180                     | 1.4925    | 1.4960     | 1.4972    | -          | -          | 1.4968    |



### Lampiran 8. Steam Generator



*a link cipta with IPB University*

**IPB University**



Lampiran 9. Desikator



*a link with IPB University*

**IPB University**



Halaman ini merupakan lampiran yang  
 1. Diambil dari website sebagai salah satu sumber belajar yang dapat meningkatkan dan memperkaya sumber  
 2. Berfungsi sebagai sumber belajar tambahan, penunjang, pendamping, dan sumber belajar lainnya yang dapat memperkaya sumber belajar  
 3. Berfungsi sebagai sumber belajar tambahan, penunjang, pendamping, dan sumber belajar lainnya yang dapat memperkaya sumber belajar  
 4. Berfungsi sebagai sumber belajar tambahan, penunjang, pendamping, dan sumber belajar lainnya yang dapat memperkaya sumber belajar  
 5. Berfungsi sebagai sumber belajar tambahan, penunjang, pendamping, dan sumber belajar lainnya yang dapat memperkaya sumber belajar  
 6. Berfungsi sebagai sumber belajar tambahan, penunjang, pendamping, dan sumber belajar lainnya yang dapat memperkaya sumber belajar  
 7. Berfungsi sebagai sumber belajar tambahan, penunjang, pendamping, dan sumber belajar lainnya yang dapat memperkaya sumber belajar  
 8. Berfungsi sebagai sumber belajar tambahan, penunjang, pendamping, dan sumber belajar lainnya yang dapat memperkaya sumber belajar  
 9. Berfungsi sebagai sumber belajar tambahan, penunjang, pendamping, dan sumber belajar lainnya yang dapat memperkaya sumber belajar  
 10. Berfungsi sebagai sumber belajar tambahan, penunjang, pendamping, dan sumber belajar lainnya yang dapat memperkaya sumber belajar

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1991. Statistik Industri. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Anonim. 1992. Indikator Ekonomi, Mei 1992. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Anonim. 1991. Export Review. International Pepper Community, Vol. XV (3), March 1991.
- Anonim. 1980. Materia Medika, Vol. IV. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Azmi, N. 1991. Pengaruh Ukuran Bahan dan Nisbah Pelarut dengan Bahan Terhadap Rendemen dan Mutu Oleoresin Fuli Pala (*Myristica Fragrans* Val.). Skripsi Sarjana. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB.
- Brown. 1950. Unit Operation Webster School and Office Suplier Co., Manila.
- Goldman, A. 1949. How Spices Oleoresin are Made. The Am Perf. Ess. Oil (53), hal. 230 - 233.
- Ketaren, S. 1985. Pengantar Teknologi Minyak Atsiri. Balai Pustaka, Jakarta.
- Laksmanahardja, P. 1989. Teknik Pengolahan Lada Putih dengan Alat Pengupas Lada. Proc. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Bogor. Hal. 592 - 600.
- Laksmanahardja, P. dan Mulyono, E. 1986. Perbaikan Mutu dan Kemungkinan Diversifikasi Hasil Lada dalam Edisi Khusus Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Vol. II (1), Juni 1986. Hal. 28 - 37.
- Lewis, Y.S. 1984. Spices and Herb for The Food Industry. Food Trade press, Orpington, England.
- Mellan, I. 1950. Industrial Solvent, Second Edition. Book Division, Reinhold Publishing Corporation. New York, Usa.
- Moestafa. 1981. Aspek Teknis Pengolahan Rempah-rempah Menjadi Oleoresin dan Minyak Rempah-rempah. BPIHP, Bogor.



- Moestafa. 1976. Isolasi Oleoresin dari Lada Hitam dalam Proc. Seminar Minyak Atsiri II, 20 - 22 April 1976. Dep. Perindustrian, Balai Penelitian Kimia, Bogor.
- Oman. 1989. Pengaruh Perubahan Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Rendemen dan Kandungan Komponen-komponen Oleoresin Kunyit (*Curcuma domestica* Val.). Skripsi Sarjana. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB.
- Purseglove, J.W. 1981. Spices, Vol. II. Longman Inc., New York.
- Pruthi, J.S. 1980. Spices and Condiment : Chemistry, Microbiology, Technology. Academic Press, New York.
- Rusli, S. dan Wahid, P. 1986. Penyulingan Lada. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Kalimantan Barat.
- Somaatmadja, D. 1981. Prospek Pengembangan Oleoresin di Indonesia, Komunikasi No. 205. BPIHP, Bogor.
- Stahl, W.H. 1973. Oleoresin Quality Analysis, Fact or Fancy. Proc. of The Conference of Spices. Trop. Prod. Inst., London.
- Romeo, T.T. 1981. Fundamentals of Food Process Engineering. AVI Publishing Company, Westport, Connecticut.
- Wahid, P. Bercocok Tanam Lada. Lembaga Tanaman Industri, Bogor.
- Wahid, P. 1976. Hasil Penelitian Penyakit Kuning Tanaman Lada di Daerah Bangka dalam Pemberitaan LPTI (21), hal. 64 - 79.
- Wahid, P. dan Yufdi, P. 1989. Masalah Tiang Panjat dalam Pembudidayaan Tanaman Lada dalam Proc. Simposium Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Buku III B, hal. 560 - 566. Bogor