



**PENENTUAN KOMBINASI METODE PENYULINGAN
DAN KLON JAHE (*Zingiber officinale* Rosc.) UNTUK
MENGHASILKAN MINYAK JAHE DENGAN
RENDEMEN YANG OPTIMAL DAN
SIFAT-SIFAT YANG BAIK**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

**Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Strata Satu
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember**

Oleh :

FENI GIGERAWATI MARINA

971710101024

Asal:	Hadiah	Klass
	Pembelian	665.3
Terima :	16 MAY 2002	MAR
No. Induk:	0805	P
KLASIR / PENYALIN :	SFS	

S

e.1

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2002**



DOSEN PEMBIMBING :

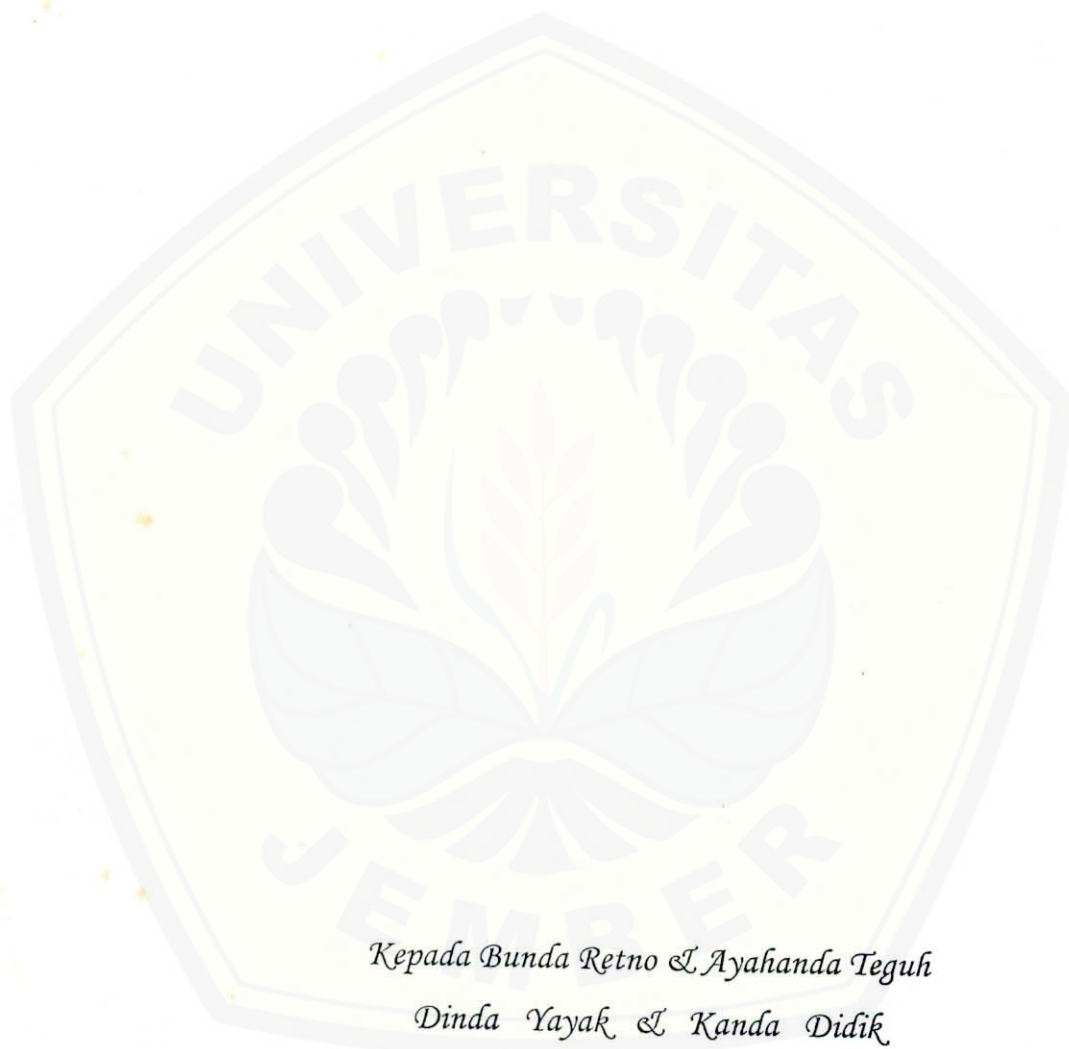
Ir. SETIADJI (DPU)

Ir. HERLINA, MP (DPA)

Motto

Kesuksesan hidup didunia adalah
Menjadi diri sendiri yang bekerja keras
Karena kerja adalah cinta yang ngejawantah
Dan melupakan mimpi menjadi orang lain
Yang meraih sukses serupa
Dengan berpangku tangan

(Feni Gigerawati Marina)



Kepada Bunda Retno & Ayahanda Teguh

Dinda Yayak & Kanda Didik

Serta Almamaterku Tercinta

Karya ini kupersembahkan

Diterima oleh :

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertanggungjawabkan pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 17 April 2002

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

TimPenguji

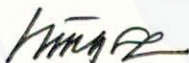
Ketua



Ir. Setiadji

NIP. 130 531 969

Anggota I



Ir. Herlina, MP

NIP. 132 046 360

Anggota II



Ir. Tamtarini, MS

NIP. 131 938 530

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS

NIP. 130 350 763

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) dengan judul **“Penentuan Kombinasi Metode Penyulingan dan Klon Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) untuk Menghasilkan Minyak Jahe dengan Rendemen yang Optimal dan Sifat-sifat yang Baik”** dapat diselesaikan.

Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana Strata I Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Dalam penelitian dan penyusunan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini, penulis banyak mendapatkan bantuan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
3. Bapak Ir. Setiadji selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penelitian dan penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini;
4. Ibu Ir. Herlina, MP selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah memberikan bimbingan dan nasehat selama penelitian dan penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini;
5. Ibu Ir. Tamtarini, MS selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah memberikan masukan sehingga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat terselesaikan;
6. Mas Mistar, Mbak Wim, Mbak Ketut, dan Mbak Sari (Teknisi laboratorium jurusan Teknologi Hasil Pertanian) atas bantuannya selama pelaksanaan penelitian Karya Ilmiah Tertulis ini;
7. Henny dan Yosi atas kerjasamanya yang kompak dalam tim kita;

8. Andri, Belgis, Novi, Ari, Dadang, dan Rakhit atas semangat yang telah kalian tiupkan kedalam jiwaku selama ini. Gerombolan si berat (Triaji, Pungki, Sulung) “usilmu adalah pemicu semangatku”;
9. Seluruh penghuni Villa Thi-Thut yang centil (Ika, Wheny, Henny, Idah, Kent, Ari, Uut, Elly, Indah, Nita, dan Win) “kebersamaan kita dalam suka dan duka adalah kenangan yang tidak mudah terlupakan”;
10. Ibu Retno Faulina Yekti dan Bapak Teguh Suwanto yang telah dipercaya Allah untuk mendidik dan merawat penulis dengan segenap cinta kasih untuk meraih masa depan yang gemilang, segala hormat dan terima kasih yang tiada batasnya untuk beliau berdua; adikku Yayak yang banyak menghiburku, “kompak selalu brother”; dan mas Didik yang selalu setia mendampingi, mendoakan, dan memperhatikan dengan segala kasih sayangnya, “terima kasih kanda”;
11. Semua pihak yang telah membantu dan tidak bisa penulis sebutkan satu persatu dalam Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini.

Penulis menyadari bahwa Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran masih sangat penulis harapkan.

Akhirnya penulis berharap semoga Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan tambahan pengetahuan dibidang teknologi pertanian.

Jember, April 2002

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Dosen Pembimbing	ii
Halaman Motto	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Pengesahan	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Ringkasan	xii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Minyak Atsiri	4
2.2 Tanaman Jahe	5
2.2.1 Daerah Asal dan Penyebaran	5
2.2.2 Morfologi Jahe	6
2.2.3 Jenis atau Varietas Jahe	7
2.2.4 Pemanenan Jahe	7
2.3 Minyak Jahe	8
2.4 Proses Produksi Minyak Jahe	9
2.4.1 Perlakuan Pendahuluan	9
2.4.2 Proses Penyulingan	10
2.5 Perubahan-perubahan yang Terjadi Selama Penyulingan	12

2.5.1 Oksidasi	12
2.5.2 Hidrolisa	13
2.5.3 Polimerisasi (Resinifikasi)	14
2.6 Sifat Fisika Kimia Minyak Jahe	14
2.7 Syarat Mutu Minyak Jahe	15
2.8 Hipotesis	16

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.3.1 Pelaksanaan Penelitian	17
3.3.2 Rancangan Percobaan	18
3.4 Parameter Pengamatan	20
3.5 Prosedur Analisa	21

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rendemen (% Dry Basis)	24
4.2 Berat Jenis	28
4.3 Indeks Bias	29
4.4 Bilangan Asam	32
4.5 Bilangan Ester	34
4.6 Kelarutan Minyak Jahe dalam Alkohol 90%	38
4.7 Penentuan Kombinasi Metode Penyulingan dan Klon Jahe yang Terbaik	39

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

2.5.1 Oksidasi	12
2.5.2 Hidrolisa	13
2.5.3 Polimerisasi (Resinifikasi)	14
2.6 Sifat Fisika Kimia Minyak Jahe	14
2.7 Syarat Mutu Minyak Jahe	15
2.8 Hipotesis	16

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.3.1 Pelaksanaan Penelitian	17
3.3.2 Rancangan Percobaan	18
3.4 Parameter Pengamatan	20
3.5 Prosedur Analisa	21

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rendemen (% Dry Basis)	24
4.2 Berat Jenis	28
4.3 Indeks Bias	29
4.4 Bilangan Asam	32
4.5 Bilangan Ester	34
4.6 Kelarutan Minyak Jahe dalam Alkohol 90%	38
4.7 Penentuan Kombinasi Metode Penyulingan dan Klon Jahe yang Terbaik	39

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Ekspor jahe Indonesia tahun 1986 - 1990	2
Tabel 2. Kandungan Komponen Kimia dalam setiap 100 g rimpang jahe.....	6
Tabel 3. Kandungan minyak volatil dan non volatil pada panen tua, setengah tua dan muda berdasarkan bagian umbi serta perlakuan umbi	8
Tabel 4. Sifat fisiko-kimia minyak jahe dari beberapa klon jahe	15
Tabel 5. Syarat mutu minyak jahe	16
Tabel 6. Sidik Ragam Rendemen Minyak Jahe	24
Tabel 7. Uji Tukey Rendemen Minyak Jahe Pada berbagai Metode Penyulingan	25
Tabel 8. Uji Tukey Rendemen Minyak Jahe Pada berbagai Klon Jahe....	26
Tabel 9. Rata-rata Rendemen Minyak Jahe	27
Tabel 10. Sidik Ragam Berat Jenis Minyak Jahe	28
Tabel 11. Sidik Ragam Indeks Bias Minyak Jahe	29
Tabel 12. Uji Tukey Indeks Bias Pada berbagai Metode Penyulingan.....	30
Tabel 13. Uji Tukey Interaksi Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Indeks Bias Minyak Jahe	31
Tabel 14. Sidik Ragam Bilangan Asam Minyak Jahe	32
Tabel 15. Uji Tukey Pengaruh Klon Jahe terhadap Bilangan Asam Minyak Jahe.....	33
Tabel 16. Rata-rata Bilangan Asam Minyak Jahe	34
Tabel 17. Sidik Ragam Bilangan Ester Minyak Jahe	35
Tabel 18. Uji Tukey Pengaruh Bilangan Ester Pada Berbagai Klon Jahe..	35
Tabel 19. Rata-rata Bilangan Ester Minyak Jahe.....	37
Tabel 20. Rata-rata prosentase kelarutan minyak jahe dari 4 kombinasi perlakuan dalam alkohol 90% (tiap kombinasi diambil 3 sampel minyak).....	38
Tabel 21. Penentuan Kombinasi Metode Penyulingan dan Klon Jahe yang Terbaik	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Alir Penyulingan Minyak Jahe	18
Gambar 2. Histogram Pengaruh Metode Penyulingan (Faktor A) Terhadap Rendemen Minyak Jahe	25
Gambar 3. Histogram Pengaruh Klon Jahe (Faktor B) Terhadap Rendemen Minyak Jahe	27
Gambar 4. Histogram Hubungan Antara Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Rendemen Minyak Jahe	27
Gambar 5. Histogram Hubungan Antara Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Berat Jenis Minyak Jahe	28
Gambar 6. Histogram Pengaruh Metode Penyulingan (Faktor A) Terhadap Indeks Bias Minyak Jahe	30
Gambar 7. Histogram Pengaruh Interaksi Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Indeks Bias Minyak Jahe	31
Gambar 8. Histogram Pengaruh Klon Jahe (Faktor B) Terhadap Bilangan Asam Minyak Jahe	33
Gambar 9. Histogram Pengaruh Kombinasi Perlakuan Metode Penyulingan dan Klon Jahe pada Bilangan Asam Minyak Jahe	34
Gambar10. Histogram Pengaruh Klon Jahe (Faktor B) Terhadap Bilangan Ester Minyak Jahe	36
Gambar11. Histogram Hubungan Antara Metode Penyulingan dan Klon Jahe Pada Bilangan Ester Minyak Jahe.....	37

“PENENTUAN KOMBINASI METODE PENYULINGAN DAN KLON JAHE (*Zingiber officinale* Rosc.) UNTUK MENGHASILKAN MINYAK JAHE DENGAN RENDEMEN YANG OPTIMAL DAN SIFAT-SIFAT YANG BAIK”, disusun oleh Feni Gigerawati Marina (971710101024), Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dengan Ir. Setiadji sebagai Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Ir. Herlina, MP sebagai Dosen Pembimbing Anggota (DPA).

RINGKASAN

Ekspor jahe olahan Indonesia menurut data Biro Pusat Statistik menunjukkan peningkatan sejak tahun 1986. Salah satu jahe olahan tersebut adalah minyak jahe yang diperoleh dengan jalan penyulingan. Untuk menyikapi fenomena tersebut, perlu didukung dengan cara pengolahan yang baik guna menghasilkan minyak jahe yang memenuhi standar. Dengan memperhatikan metode penyulingan dan klon jahe diharapkan rendemen minyak jahe yang dihasilkan bisa optimal dan mempunyai sifat-sifat yang baik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi metode penyulingan dan klon jahe serta mengetahui interaksinya terhadap rendemen dan sifat-sifat minyak jahe dan untuk mendapatkan kombinasi metode penyulingan dan klon jahe yang menghasilkan minyak jahe dengan rendemen yang optimal dan sifat-sifat yang baik.

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan laboratorium Pengendalian Mutu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan November 2001 sampai dengan Februari 2002.

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 2 faktor dengan tiga kali pengulangan. Faktor A (metode penyulingan) yaitu metode penyulingan dengan ukuran perajangan 2 mm, metode kukus, selama 3 jam dan metode penyulingan dengan ukuran perajangan 4 mm, metode rebus, selama 4 jam. Sedangkan faktor B (klon jahe) yaitu klon jahe gajah

dan klon jahe emprit. Pengamatan yang dilakukan meliputi rendemen, berat jenis, indeks bias, bilangan asam, bilangan ester, dan kelarutan minyak dalam alkohol 90%. Data yang diperoleh diuji dengan uji F dan untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan dilakukan uji lanjutan dengan Uji Tukey. Sedangkan untuk mengetahui kombinasi terbaik dilakukan uji hasil dengan menggunakan metode indeks efektivitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode penyulingan berpengaruh nyata terhadap rendemen dan berpengaruh sangat nyata terhadap indeks bias minyak jahe. Sedangkan klon jahe berpengaruh nyata terhadap bilangan ester dan berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen dan bilangan asam minyak jahe. Antara kedua faktor tersebut terdapat interaksi terhadap indeks bias minyak jahe.

Rendemen yang optimal dan sifat-sifat minyak jahe yang terbaik diperoleh pada kombinasi metode penyulingan dengan ukuran perajangan 2 mm, metode kukus, selama 3 jam dengan klon jahe emprit (A1B2). Kombinasi ini menghasilkan minyak jahe dengan rendemen 2,7550%, berat jenis 0,8801, indeks bias 1,3331, bilangan asam 0,3459, bilangan ester 8,6140, dan minyak mulai larut dalam alkohol 90% pada perbandingan 1 : 4 dengan prosentase kelarutan 66,67%.

Apabila penyulingan dilakukan untuk klon jahe gajah maka sebaiknya menggunakan kombinasi perlakuan A1B1 dimana dihasilkan minyak jahe nilai rendemen 0,9018%, berat jenis 0,8851, indeks bias 1,3335, bilangan asam 1,4000, bilangan ester 22,1619 dan minyak mulai larut dalam alkohol 90% pada perbandingan 1 : 2 dengan prosentase kelarutan 33,33%.



PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak atsiri atau minyak esteris (*essential oil, volatile oil*) adalah minyak yang dihasilkan dari tanaman dan mempunyai sifat menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi (Harris, 1989). Minyak atsiri dapat dihasilkan dari setiap bagian tanaman, yaitu daun, bunga, buah, biji, batang, kulit, maupun akar atau rhizome (Guenther, 1987). Salah satu jenis penghasil minyak atsiri yang prospektif untuk dikembangkan adalah tanaman jahe (*Zingiber officinale* Rosc.).

Jahe merupakan salah satu jenis temu-temuan dari famili Zingiberaceae yang dapat tumbuh dengan baik pada daerah tropik maupun subtropik. Dalam perdagangan dikenal dalam bentuk jahe segar, jahe kering, minyak jahe, oleoresin ataupun jahe yang diawetkan sebagai sirup, pikels dan lain-lain (Yuliani dkk., 1991). Rimpang jahe mengandung 0,8 – 3,3% minyak atsiri dan kurang lebih 3% oleoresin, bergantung pada klon jahe yang bersangkutan. Adapun zat-zat yang terkandung dalam rimpang jahe antara lain adalah : vitamin A, B dan C, lemak, protein, pati, damar, asam organik, oleoresin (gingerin) dan minyak atsiri yang mengandung *zingeron, zingerol, zingiberol, zingiberin, borneol, sineol* dan *feladren* (Santoso, 1991).

Dari data Biro Pusat Statistik (Husaini, 1992) menunjukkan bahwa pada lima tahun terakhir, ekspor jahe Indonesia mengalami peningkatan. Ekspor jahe segar dan kering dari tahun 1986 sampai dengan tahun 1989 terus mengalami kenaikan dari 16.741.207 kg dengan nilai sebesar US\$ 2.194.568 menjadi 38.287.136 kg dengan nilai sebesar US\$ 8.113.491. Pada tahun 1990, ekspor jahe segar dan kering turun menjadi 32.415.588 kg dengan nilai sebesar US\$ 10.494.964, sedangkan ekspor jahe olahan meningkat tajam dari 222.975 kg dengan nilai sebesar US\$ 80.972 menjadi 698.411 kg dengan nilai sebesar US\$ 352.506 (Tabel 1).

Tabel 1. Ekspor jahe Indonesia tahun 1986 – 1990

Tahun	Jahe segar dan kering (kg)	Nilai (US\$)	Jahe olahan (kg)	Nilai (US\$)
1986	16.741.207	2.194.568		
1987	27.140.996	5.230.695	119.771	43.479
1988	31.079.546	5.757.717	36.160	15.335
1989	38.287.136	8.113.491	222.975	80.972
1990	32.415.588	10.494.964	698.411	352.506

Sumber : BPS, Jakarta (1986 – 1990) dalam Husaini, 1992

Menurut Sarwono (1984), proses ekstraksi atau pengambilan/pemisahan minyak atsiri dari bahan-bahan yang mengandung minyak atsiri dapat dilakukan dengan beberapa cara. Minyak jahe dapat diekstrak langsung dari rimpang jahe segar, tetapi dapat pula dari rimpang jahe yang sudah dikeringkan atau diturunkan kadar airnya.

Hal lain yang juga mempengaruhi rendemen minyak jahe yang dihasilkan yaitu perlakuan pendahuluan terhadap bahan sebelum penyulingan. Perlakuan pendahuluan yang dimaksud adalah pengecilan ukuran dari jahe termasuk dengan perajangan untuk membuka kelenjar minyak dari jahe sehingga ekstraksi diharapkan maksimal. Selain itu, rendemen dan mutu minyak jahe sangat dipengaruhi oleh tanaman jahe, umur rimpang jahe dan cara ekstraksi yang digunakan (Santoso, 1991).

Penelitian mengenai kombinasi perlakuan ukuran partikel, cara penyulingan, dan lama penyulingan yang selanjutnya disebut sebagai metode penyulingan, telah dilaksanakan pada klon jahe gajah. Dari penelitian tersebut didapatkan dua kombinasi terbaik yaitu ukuran partikel 2 mm, cara penyulingan kukus, selama 3 jam dan ukuran partikel 4 mm, cara penyulingan rebus, selama 4 jam. Sedangkan untuk klon jahe yang lainnya masih belum dilakukan penelitian.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, maka perlu dilaksanakan penelitian mengenai kombinasi metode penyulingan dan klon jahe untuk mendapatkan minyak jahe dengan rendemen yang optimal dan sifat-sifat yang baik.

1.2 Permasalahan

Penelitian mengenai kombinasi ukuran partikel, cara penyulingan dan lama penyulingan yang selanjutnya disebut sebagai metode penyulingan telah dilakukan pada klon jahe gajah. Dari penelitian tersebut didapatkan dua kombinasi terbaik yaitu ukuran partikel 2 mm, metode kukus, selama 3 jam dan ukuran partikel 4 mm, metode rebus, selama 4 jam. Sedangkan untuk klon jahe yang lainnya masih belum dilakukan penelitian, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai metode penyulingan dan klon jahe untuk mendapatkan minyak jahe dengan rendemen yang optimal dan sifat-sifat yang baik.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Mengetahui pengaruh metode penyulingan terhadap rendemen dan sifat-sifat minyak jahe.
- b. Mengetahui pengaruh klon jahe terhadap rendemen dan sifat-sifat minyak jahe.
- c. Mengetahui interaksi antara metode penyulingan dan klon jahe terhadap rendemen dan sifat-sifat minyak jahe.
- d. Mendapatkan kombinasi metode penyulingan dan klon jahe yang menghasilkan minyak jahe dengan rendemen optimal dan sifat-sifat yang baik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Sebagai bahan informasi mengenai pengolahan jahe melalui penyulingan minyak jahe secara tepat.
- b. Sebagai salah satu usaha untuk meningkatkan kegunaan dari tanaman jahe.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Atsiri

Minyak atsiri adalah minyak yang mudah menguap, berasal dari jaringan berbagai bagian tanaman seperti akar, umbi, batang, kulit, daun, bunga, buah, dan biji. Di Indonesia terdapat sekitar 50 jenis tanaman penghasil minyak atsiri, namun baru sedikit sekali yang diusahakan. Hampir semua jenis minyak atsiri Indonesia diproduksi untuk ekspor, beberapa diantaranya telah memasuki pasar dunia sejak sebelum perang dunia kedua (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 1988).

Kegunaan minyak atsiri sangat luas dan spesifik, khususnya dalam berbagai bidang industri. Kegunaan minyak atsiri tersebut, antara lain dalam industri kosmetik (sabun, pasta gigi, shampo, lotion); dalam industri makanan digunakan sebagai bahan penyedap atau penambah cita rasa; dalam industri parfum sebagai pewangi; dalam industri farmasi atau obat-obatan (anti nyeri, anti infeksi, pembunuh bakteri); dalam industri pengawet digunakan sebagai insektisida. Oleh karena itu tidak heran jika minyak atsiri banyak diburu diberbagai negara (Purseglove et al., 1981).

Menurut Guenther (1987), sebagian besar minyak atsiri umumnya diperoleh dengan cara penyulingan. Penyulingan dapat didefinisikan sebagai "pemisahan komponen-komponen suatu campuran dari dua jenis cairan atau lebih berdasarkan perbedaan tekanan uap dari masing-masing zat tersebut". Secara umum ada dua macam sistem penyulingan campuran cairan, yaitu yang pertama penyulingan dari campuran cairan yang saling tidak melarut dan selanjutnya membentuk dua fase dan yang kedua penyulingan dari campuran cairan yang saling melarut sempurna dan hanya membentuk satu fase.

Perlakuan terhadap bahan sebelum penyulingan akan mempengaruhi rendemen minyak atsiri yang dihasilkan. Minyak atsiri dalam tanaman dikelilingi oleh kelenjar minyak, pembuluh-pembuluh, kantung minyak atau rambut glandular. Bila bahan yang dibiarkan utuh, minyak atsiri hanya dapat diekstrak apabila uap air berhasil melalui jaringan tanaman dan mendesak ke permukaan.

Proses ini hanya dapat terjadi karena peristiwa hidrodifusi, suatu fenomena yang penting artinya dalam proses penyulingan tanaman. Tetapi proses difusi berlangsung sangat lambat bila bahan yang mengandung minyak dibiarkan dalam keadaan utuh, karena kecepatan minyak yang terekstrak ditentukan oleh kecepatan proses difusi. Jadi sebaiknya bahan tanaman sebelum diproses, dirajang terlebih dahulu menjadi potongan-potongan kecil (Guenther, 1987).

Penyulingan minyak atsiri dilakukan dengan memasukkan bahan baku dari tanaman yang mengandung minyak atsiri ke dalam ketel pendidih, atau bahan baku tersebut dimasukkan dalam ketel penyulingan, kemudian dialiri uap. Dengan adanya panas air dan uap, di dalam ketel akan terdapat dua cairan yaitu air panas dan minyak atsiri. Kedua cairan tersebut dididihkan perlahan-lahan sehingga terbentuk campuran uap, yang terdiri dari uap air dan uap minyak. Campuran uap ini akan mengalir melalui pipa pendingin, dan terjadilah proses pengembunan, sehingga uap mencair kembali. Cairan tersebut dialirkan dari pipa pendingin ke dalam alat pemisah, yang akan memisahkan minyak atsiri dari air berdasarkan berat jenisnya (Santoso, 1991).

2.2 Tanaman Jahe

2.2.1 Daerah Asal dan Penyebaran

Beberapa ahli menyatakan, bahwa tanaman jahe berasal dari daerah Asia Tropik, yang kemudian tersebar di berbagai wilayah mulai dari India sampai Cina. Namun, Nicolai Ivanovich Vavilov, ahli botani Soviet, memastikan bahwa sentrum utama asal tanaman jahe adalah Indo-Malaya yang meliputi Indo-Cina, Malaysia, Filipina dan Indonesia.

Sejak zaman Kong Hu (551 – 479 SM), jahe sudah dibudidayakan di India dan diekspor di Cina. Para pedagang Arab pada zaman itu, kemudian membawa jahe dari India ke Timur Tengah.

Pada tahun 1525, tanaman jahe mulai dikenal di Jamaica dan kepulauan Karibia. Pada awal abad ke-16, Fransisco de Mendora membawa dan mengembangkan tanaman jahe dari Malabar, India ke Meksiko.

Di kawasan Asia, tanaman jahe hampir tersebar di seluruh daerah tropika basah. Kini, tanaman jahe banyak dibudidayakan di daerah selatan. Sentrum utama tanaman jahe di Indonesia adalah Sumatera Utara, Bengkulu, Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur (Rukmana, 2000).

2.2.2 Morfologi Jahe

Menurut Rukmana (1994) tanaman jahe merupakan tanaman tahunan, berbatang semu dengan tinggi antara 30 cm – 75 cm. Tanaman jahe hidup merumpun, beranak-pinak, menghasilkan rimpang, dan berbunga. Rimpang jahe memiliki bentuk yang bervariasi, mulai dari agak pipih sampai gemuk (bulat panjang), dengan warna putih kekuning-kuningan hingga kuning kemerah-merahan. Rimpang jahe mengandung minyak atsiri (1 – 3%) dengan komponen utamanya berupa senyawa *zingiberen* ($C_{12}H_{24}$) dan *zingiberol* ($C_{12}H_{26}O_2$). Senyawa yang menyebabkan rimpang jahe berasa pedas dan agak pahit adalah *oleoresin (fixed oil)* sebesar 3 – 5%. Minyak atsiri dan oleoresin, terdapat dalam semua jaringan rimpang, tetapi paling banyak terdapat di bawah jaringan epidermis. Oleh karena itu, penanganan rimpang jahe, terutama aktivitas pengupasan, harus dilakukan secara hati-hati, sehingga kulit yang terkelupas setipis mungkin. Disamping itu rimpang jahe juga mengandung komponen kimia yang cukup tinggi. Kandungan komponen kimia dalam setiap 100 g rimpang jahe segar dapat disimak pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Komponen Kimia dalam setiap 100 g rimpang jahe segar

No	Kandungan gizi	Proporsi (banyaknya)
1.	Kalori	51,00 kal
2.	Protein	1,50 g
3.	Lemak	1,00 g
4.	Karbohidrat	10,10 g
5.	Kalsium	21,00 mg
6.	Fosfor	39,00 mg
7.	Zat besi	1,60 mg
8.	Vitamin A	30,00 SI
9.	Vitamin B ₁	0,02 mg
10.	Vitamin C	4,00 mg
11.	Air	86,20 g
12.	Bagian yang dapat dimakan	97,00%

Sumber : Direktorat Gizi, Depkes RI, (1981) dalam Rukmana 1994

2.2.3 Jenis atau Varietas Jahe

Jenis jahe dapat dibedakan dari aroma, warna, bentuk dan besar rimpang (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 1988). Menurut Rukmana (1994), jenis atau varietas jahe yang berkembang di Indonesia dibedakan atas 3 klon yaitu jahe putih besar atau jahe gajah, jahe putih kecil atau jahe emprit, dan jahe merah atau jahe sunti.

a. Jahe Putih Besar atau Jahe Gajah

Di Jawa Barat dikenal dengan sebutan Jahe Badak, sedang di Sumatera dikenal dengan Jahe Gajah. Jahe ini mempunyai ukuran rimpang lebih besar dari dua jenis jahe lainnya, berwarna kuning atau kuning muda, berserat sedikit dan halus. Aromanya kurang tajam dan rasanya kurang pedas. Jahe ini mengandung minyak atsiri 0,82 – 1,68% dihitung atas dasar berat kering. Banyak digunakan untuk rempah-rempah, minuman dan makanan.

b. Jahe Putih Kecil atau Jahe Emprit

Rimpang jahe putih kecil lebih besar daripada jahe merah, akan tetapi lebih kecil dari jahe putih besar. Bentuknya agak pipih, berwarna putih, seratnya lembut dan aromanya tidak tajam. Jahe ini mengandung minyak atsiri 1,5 – 3,3% dari berat kering. Digunakan sebagai bahan baku minuman, rempah-rempah dan penyedap makanan.

c. Jahe Merah atau Jahe Sunti

Rimpangnya paling kecil dibandingkan kedua klon lainnya, berwarna merah sampai jingga muda dan seratnya kasar, aromanya tajam dan rasanya sangat pedas. Kandungan minyak atsirinya 2,58 – 2,77% dihitung dari berat kering.

Menurut Rusli (1989), faktor utama yang menentukan kadar minyak jahe adalah varietas dan umur tanaman jahe. Jahe putih kecil (emprit) paling baik digunakan karena kandungan minyak atsirinya cukup tinggi.

2.2.4 Pemanenan Jahe

Pemanenan dilakukan tergantung tujuan pemanfaatannya seperti kandungan minyak esensial, aroma, penambahan serat (Pusat Pembinaan dan Penyuluhan Pertanian-Departemen Pertanian, 2001). Kualitas jahe sangat dipengaruhi oleh umur panen. Kadar air jahe semakin menurun dengan

meningkatnya umur panen, tetapi rendemen minyak, rendemen oleoresin, indeks bias, dan bilangan ester cenderung bertambah besar dengan bertambahnya umur panen (Balai Informasi Pertanian-Departemen Pertanian, 1990).

2.3 Minyak Jahe

Minyak jahe (*ginger oil*) diperoleh dari rimpang jahe dengan jalan menyuling (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 1988). Kandungan minyak setiap bagian rimpang jahe berbeda. Menurut Paimin (1998), kandungan minyak terbanyak bagian bawah jaringan epidermis. Semakin ke tengah kandungannya semakin sedikit. Selain itu umur jahe mempengaruhi kandungan minyaknya. Kandungan minyak meningkat terus sampai mencapai umur optimum (12 bulan), lewat usia itu kandungan minyaknya semakin sedikit.

Kandungan minyak pada jahe berdasarkan bagian umbi serta perlakuan umbi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kandungan minyak volatil dan non volatil pada panen tua, setengah tua dan muda berdasarkan bagian umbi serta perlakuan umbi

		Bagian umbi		Perlakuan Umbi					
		U.P	U.T	Segar		Jemur		Kering	
				TK	K	T.K	K	T.K	K
Tua	M. volatil	3,2	1,5	2,7	2,2	2,4	1,9	2,3	1,9
	M. non volatil	14,3	5,4	11	7,1	13,4	11,6	14,9	13,3
Setengah tua	M. volatil	4,9	2,7	3,4	2,9	2,7	2,4	2,7	2,4
	M. non volatil	16,2	10,9	2,9	11,1	15,7	14,1	16,3	14,3
Muda	M. volatil	5,6	3,3	4,0	3,5	3,6	3,0	3,2	3,0
	M. non volatil	21,4	15,8	3,5	17,2	20,9	17,5	21,9	17,8

Sumber : Balai Penelitian Kimia, Departemen Perindustrian, Bogor dalam Paimin dan Murhananto, 1998

Keterangan:

U.P : Umbi Pinggir

U.T : Umbi Tengah

TK : Tidak dikupas

K : Kupas

Jemur : dikeringkan dengan sinar matahari

Kering : dikeringkan dengan alat pengering

2.4 Proses Produksi Minyak Jahe

2.4.1 Perlakuan Pendahuluan

Perlakuan pendahuluan pada minyak jahe sebelum pengolahan dilakukan untuk memperbaiki mutu dan rendemen minyak yang maksimal. Perlakuan pendahuluan antara lain dengan cara pelayuan, pengeringan dan perajangan atau pengecilan ukuran (Ketaren, 1985).

Pengeringan menyebabkan kadar air dalam bahan berkurang. Dengan penguapan air, hasil minyak akan pecah sehingga ada celah yang memudahkan air masuk dan menarik minyak keluar (hidrodifusi), dengan demikian proses penyulingan lebih mudah, lebih singkat dan rendemennya lebih tinggi (Hernani dan Risfaheri, 1989). Penanganan dengan cara tersebut juga akan menguraikan zat yang tidak berbau menjadi zat yang berbau wangi (Ketaren, 1985).

Sebelum bahan diolah (disuling) dilakukan perajangan atau pengecilan ukuran terlebih dahulu menjadi potongan-potongan kecil dengan tujuan untuk memudahkan keluarnya minyak dalam bahan dan untuk mengurangi densitas kamba. Proses perajangan rimpang jahe menyebabkan sel-sel yang mengandung minyak menjadi terpotong-potong sehingga memudahkan keluarnya minyak. Perajangan bahan yang terlalu kecil akan menyebabkan penurunan rendemen minyak dan juga mempengaruhi baunya. Pada perajangan yang terlalu besar atau tanpa proses perajangan akan menyebabkan sulitnya minyak atsiri keluar dari bahan (Ketaren, 1985)

Perajangan juga dilakukan supaya pengisian bahan kedalam ketel suling sehomogen mungkin. Perajangan pada bahan perlu dilakukan karena minyak

atsiri dari tanaman aromatik dikelilingi oleh kelenjar minyak, pembuluh-pembuluh kantung minyak atau rambut glandular. Bila bahan dibiarkan utuh, minyak atsiri hanya dapat diekstrak apabila uap air berhasil melalui jaringan tanaman dan mendesaknya ke permukaan.

Rimpang jahe yang akan disuling adalah jahe yang dipotong-potong dalam bentuk *slice* atau *split* tanpa dikuliti (dikupas). Menurut Paimin (1998), penggunaan jahe yang belum dikuliti didasarkan pada banyaknya kandungan minyak atsiri pada jaringan di bawah kulit jahe.

2.4.2 Proses Penyulingan

Penyulingan adalah proses pemisahan komponen yang berupa cairan atau padatan dari 2 macam campuran atau lebih berdasarkan perbedaan titik uapnya dan proses ini dilakukan terhadap minyak yang tidak larut dalam air (Ketaren, 1985).

Secara umum metode penyulingan dapat dilakukan dengan 3 metode yaitu air, air dan uap, serta uap. Sebagian besar minyak atsiri umumnya diperoleh dengan cara penyulingan uap atau disebut juga hidrodestilasi. Minyak atsiri merupakan minyak yang bersifat mudah menguap yang terdiri dari campuran zat yang mudah menguap (*volatile oil*) dengan komposisi dan titik didih yang berbeda-beda. Setiap substansi yang dapat menguap memiliki titik didih dan tekanan uap tertentu dan hal ini dipengaruhi oleh suhu. Pada umumnya tekanan uap ini sangat rendah untuk persenyawaan yang memiliki titik didih sangat tinggi (Guenther, 1987)

Beberapa metode penyulingan minyak atsiri pada umumnya, sebagai berikut:

a. Penyulingan dengan air

Dengan metode ini bahan yang akan disuling berkontak langsung dengan air mendidih. Prinsip kerja penyulingan air ini adalah sebagai berikut: Ketel penyulingan diisi air sampai volumenya hampir separuh. Sebelum air mendidih, bahan baku dimasukkan ke dalam ketel penyulingan. Dengan demikian, penguapan air dan minyak atsiri berlangsung bersamaan. Metode penyulingan ini disebut penyulingan langsung (*direct destilation*). Bahan baku

yang digunakan biasanya dari bunga/buah yang mudah bergerak di dalam air dan tidak mudah rusak oleh penguapan air. Penyulingan secara sederhana ini sangat mudah dilakukan, dan tidak perlu modal banyak. Namun, kualitas minyak atsiri yang dihasilkan cukup rendah. Kadar minyaknya sedikit, terkadang terjadi hidrolisa ester, dan produk minyak bercampur hasil sampingan (Guenther, 1987).

b. Penyulingan dengan air dan uap

Metode penyulingan ini lebih maju dan produksi minyaknya relatif lebih baik. Prinsip kerjanya sebagai berikut: ketel penyulingan diisi air sampai pada batas saringan. Bahan baku diletakkan di atas saringan, sehingga tidak berhubungan langsung dengan air yang mendidih, tetapi berhubungan dengan uap air. Maka metode penyulingan semacam ini disebut penyulingan tidak langsung (indirect destilation). Air yang menguap akan membawa partikel-partikel minyak atsiri dan dialirkan melalui pipa ke alat pendingin, sehingga terjadi pengembunan dan air yang bercampur minyak atsiri tersebut akan mencair kembali. Selanjutnya akan dialirkan ke alat pemisah untuk memisahkan minyak atsiri dari air. Ciri khas dari metode ini adalah : 1) uap selalu dalam keadaan basah, jenuh dan tidak terlalu panas ; 2) bahan yang disuling hanya berhubungan dengan uap dan tidak dengan air panas (Guenther, 1987).

c. Penyulingan dengan uap

Metode ini prinsipnya hampir sama dengan penyulingan yang menggunakan uap dan air, perbedaannya air tidak dimasukkan dalam ketel penyulingan. Uap yang digunakan adalah uap jenuh atau uap yang kelewat panas pada tekanan di atas 1 atmosfer. Penyulingan dilakukan dengan menghembuskan uap panas, kedalam ketel yang berisi bahan. Uap dibentuk oleh air yang dididihkan dalam ketel uap. Dengan mengalirnya uap panas ke dalam ketel penyulingan, minyak atsiri diantara serat daging umbi jahe akan menguap, dan mengalir ke pipa alat pendingin. Karena mengalami pendinginan (air dingin diluar pipa mengalir terus menerus dan berganti-ganti), uap akan mengembun (berubah menjadi cairan), dan menetes masuk ke dalam silinder

penampungan dan pemisah cairan hasil sulingan. Setelah hasil sulingan masuk melalui corong pemasukan kedalam silinder penampung, minyak jahe akan terapung di atas air (Sarwono, 1984).

Penyulingan minyak atsiri yang terlalu lama akan menghasilkan minyak yang mengandung resin dan beraroma tidak enak, demikian pula kalau tekanan yang digunakan terlalu tinggi. Sebaliknya penyulingan yang terlalu singkat akan menghasilkan minyak dengan bobot jenis rendah (Guenther, 1987).

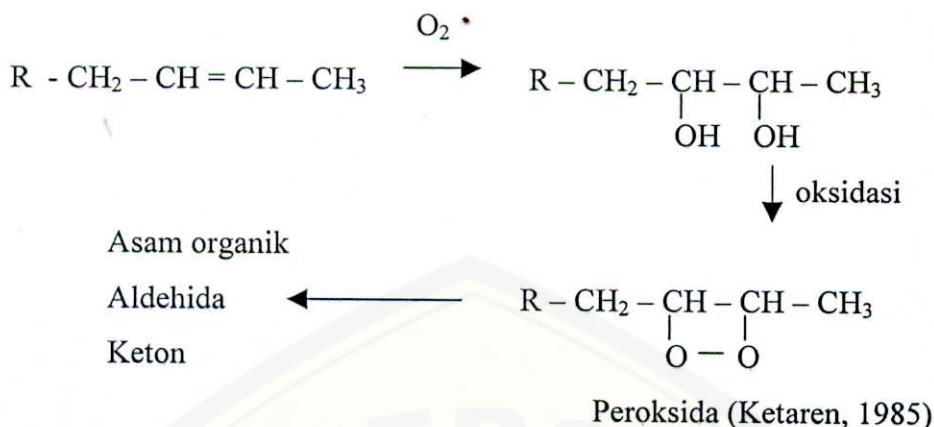
2.5 Perubahan–Perubahan Yang Terjadi Selama Penyulingan

Sifat kimia minyak ditentukan oleh persenyawaan kimia yang terdapat di dalamnya, terutama persenyawaan tidak jenuh yaitu terpene, ester, asam, aldehida dan beberapa jenis persenyawaan lainnya yang termasuk dalam golongan oxygenated hidrokarbon, misalnya alkohol, eter dan keton.

Perubahan sifat kimia minyak atsiri merupakan ciri dari kerusakan minyak yang mengakibatkan penurunan kualitas. Beberapa proses yang dapat mengakibatkan perubahan sifat kimia minyak adalah proses oksidasi, hidrolisa, polimerisasi (resinifikasi) dan penyabunan.

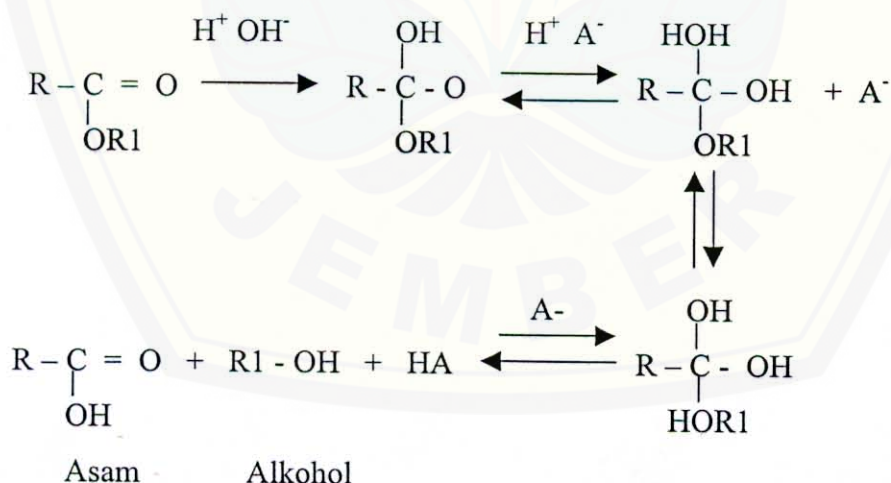
2.5.1 Oksidasi

Reaksi oksidasi terutama terjadi pada ikatan rangkap senyawa terpene. Proses oksidasi dapat berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak. Oksidasi biasanya dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida. Hidroperoksida bersifat tidak stabil dan mudah pecah menjadi senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek oleh radiasi energi tinggi, energi panas dan katalis logam. Senyawa dengan rantai karbon lebih pendek ini adalah asam organik, aldehida dan keton yang bersifat volatil dan mempunyai berat molekul kecil (Ketaren, 1985).



2.5.2 Hidrolisa

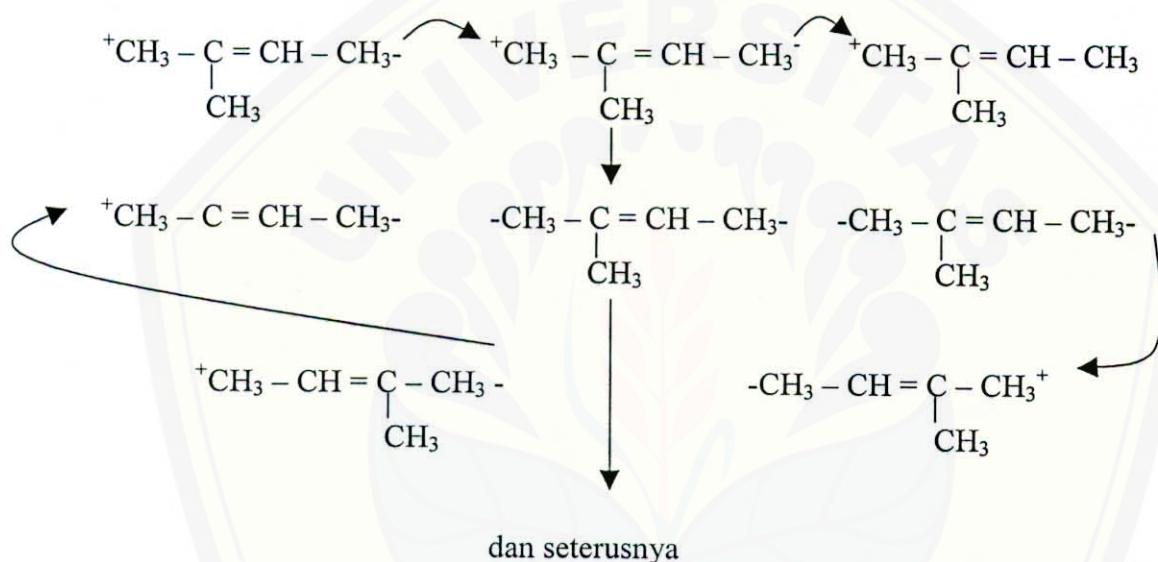
Hidrolisa didefinisikan sebagai reaksi kimia antara air dengan beberapa persenyawaan di dalam minyak atsiri. Komponen dalam minyak sebagian terdiri dari ester, dan beberapa jenis minyak bahkan mengandung ester dalam jumlah besar yang merupakan ester dalam asam organik dan alkohol. Adanya air apabila pada suhu tinggi menyebabkan ester bereaksi dengan air sehingga membentuk asam dan alkohol (Guenther, 1987).



Asam organik yang terdapat secara alamiah dan yang dihasilkan dari proses hidrolisa ester dapat bereaksi dengan ion logam sehingga membentuk garam yang mengakibatkan minyak atsiri berubah warna menjadi gelap. Selain itu akan meningkatkan bilangan asam dan menurunkan bilangan ester

2.5.3 Polimerisasi (Resinifikasi)

Beberapa fraksi dalam minyak atsiri dapat membentuk resin, yang merupakan senyawa polimer. Resin ini dapat terbentuk selama proses pengolahan (penyulingan) minyak yang menggunakan tekanan dan suhu tinggi, serta selama penyimpanan. Resin yang terbentuk sukar larut dalam alkohol, suatu hal yang tidak dikehendaki karena menimbulkan larutan keruh atau membentuk endapan dalam minyak atsiri. Reaksi polimerisasi sebagai berikut:



Reaksi ini berlangsung terus, sehingga terbentuk suatu persenyawaan polimer yang terdiri dari unit – unit isoprene (Ketaren, 1985)

Hasil ekstraksi dan mutu minyak jahe yang dihasilkan dari proses penyulingan, selain ditentukan oleh cara penyulingannya juga tergantung dari mutu bibit jahe yang ditanam dan umur rimpang jahe yang dipanen (Sarwono, 1984).

2.6 Sifat Fisika Kimia Minyak Jahe

Kandungan dan karakteristik minyak jahe juga ditentukan oleh klon rimpang jahe yang diekstrak, karena tiap-tiap klon jahe mempunyai kandungan minyak atsiri dengan sifat-sifat fisikokimia yang spesifik. Tentu saja perbedaan tersebut berpengaruh pada mutu minyak jahe yang dihasilkan. Berat jenis, bilangan asam, dan bilangan ester minyak jahe asal Indonesia, baik sebelum atau

sesudah asetilasi, pada umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan minyak jahe di negara-negara lain (Santoso, 1991). Sifat fisiko kimia dari beberapa klon jahe di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat fisiko-kimia minyak jahe dari beberapa klon jahe

No	Spesifikasi	Jahe putih besar (1)	Jahe putih kecil (2)	Jahe merah (3)
1.	Air (%)	82,0	50,2	81,0
2.	Minyak (dry basis,%)	1,18-1,68	3,3	2,58-2,72
3.	Berat jenis (15/15)	0,89-0,97	0,91-0,92	0,90-0,95
4.	Indeks bias pada 20 ⁰ C	1,48-1,49	1,48-1,49	1,48-1,49
5.	Putaran optik	Not visible	+1,22 ⁰	Not visible
6.	Bilangan asam	1,3-11,5	3,2-3,79	3,6-9,22
7.	Bilangan ester	21,4-57,0	10,2-14,5	31,2-62,5
8.	Bil. Ester sesudah asetilasi	95,6	50-165,4	143,2
9.	Kelarutan dalam alkohol 95 %	1 : 1 clear, further clear	1 : 1 clear, further clear	1 : 1 clear, further clear

Sumber : LPTI dan BPK Bogor, dalam Santoso, 1991.

Keterangan :

1. Diperoleh dari pasar di Bogor dalam keadaan cukup tua.
2. Diperoleh dari Bogor umur 10 bulan
3. Diperoleh dari Jasinga, Bogor

2.7 Syarat Mutu Minyak Jahe

Dalam perdagangan internasional, minyak atsiri pada jahe dikenal sebagai *gember olie* atau *ginger oil*. Kalau diraba tangan, terasa seperti minyak atau lemak, tetapi cepat sekali menguap. Minyak tersebut bila diteteskan pada kertas, tidak meninggalkan bekas sama sekali karena menguap seluruhnya (Sarwono, 1984).

Syarat mutu minyak jahe menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), dapat dilihat seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Syarat mutu minyak jahe

No.	Uraian	Persyaratan
1.	Berat jenis (15/15)	0,8850-0,8990
2.	Indeks bias pada 20°C	1,4805-1,4940
3.	Putaran optik 25	(-26°)-(50°)
4.	Bilangan asam	Maks. 3
5.	Bilangan ester	Maks. 15
6.	Bilangan ester setelah asetilasi	Maks. 55
7.	Minyak lemak	Tidak ternyata
8.	Kelarutan dalam etanol 95%	1 : 1 s/d 1 : 6 jernih
9.	Kelarutan dalam etanol 90%	1 : 7 dan seterusnya agak keruh 1 : 1 s/d 1 : 6 jernih
10.	Minyak pelikan	1 : 4 dan seterusnya agak keruh Tidak ternyata

Sumber : Direktorat Standarisasi Normalisasi dan Pengendalian Mutu (1987)

Menurut Santoso (1991) karakteristik minyak jahe menurut standar EOA (Essential Oil Association of USA) adalah :

1. warna : kuning
2. berat jenis 25/25°C : 0,871 – 0,882
3. indeks bias 25°C : 1,486 – 1,492
4. putaran optik : (-28°) – (-45°)
5. bilangan penyabunan : maksimum 20

2.8 Hipotesis

- a. Metode penyulingan berpengaruh terhadap rendemen dan sifat-sifat minyak jahe.
- b. Klon jahe berpengaruh terhadap rendemen dan sifat-sifat minyak jahe.
- c. Terdapat interaksi antara metode penyulingan dan klon jahe terhadap rendemen dan sifat-sifat minyak jahe.
- d. Terdapat kombinasi metode penyulingan dan klon jahe yang menghasilkan minyak jahe dengan rendemen yang optimal dan sifat-sifat yang baik.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Pengendalian Mutu Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan November 2001 sampai Februari 2002.

3.2 Bahan dan alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : jahe gajah, jahe kecil, air, alkohol 90%, alkohol 95%, NaOH 0,1N, NaOH 0,5N, HCl 0,5N, PP 1%, aquadest.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : ketel penyuling, kondensor, alat pemisah, cutter, timbangan elektrik, neraca analitik, eksikator, penangas air, biuret, refraktometer, termometer, alat-alat gelas, tissue.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Pelaksanaan Penelitian

a. Persiapan Bahan

Mempersiapkan rimpang jahe yang diperoleh dari pengumpul di Banyuwangi baik untuk klon jahe gajah maupun klon jahe emprit. Kemudian membersihkannya dari akar dan tanah dengan cara mencucinya. Selanjutnya jahe dipotong-potong dengan ukuran 2 mm dan 4 mm tanpa dikuliti terlebih dahulu. Jahe hasil rajangan dikeringkan di bawah sinar matahari sampai kadar air antara $\pm 10\%$.

b. Ekstraksi

Rimpang jahe yang sudah dipotong dan dikeringkan dimasukkan kedalam dandang destilasi, kemudian dilakukan proses ekstraksi dengan dua metode, yaitu metode kukus selama 3 jam dan metode rebus selama 4 jam pada masing-masing klon jahe. Hasil ekstraksi ini didinginkan oleh kondensor dan dialirkan ke tabung pemisahan.

c. Pemisahan

Dengan adanya perbedaan berat jenis, antara minyak dan air, maka campuran antara minyak jahe dan air yang dialirkan ke tabung pemisahan akan memisah. Air yang berada di bagian bawah di buang terlebih dahulu kemudian minyak jahenya ditampung dalam wadah yang bersih dan kering.

Tahap-tahap tersebut secara skematis digambarkan pada gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Diagram Alir Penyulingan Minyak Jahe

3.3.2 Rancangan percobaan

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial, terdiri dari 2 faktor dengan 3 kali ulangan. Kombinasi perlakuan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

- A₁B₁ A₂B₁
- A₁B₂ A₂B₂

Faktor A = metode penyulingan

Terdiri dari : A₁ = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 2 mm, metode kukus, selama 3 jam

A₂ = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 4 mm, metode rebus, selama 4 jam.

Faktor B = klon jahe

Terdiri dari : B₁ = klon jahe gajah

B₂ = klon jahe emprit

Menurut Gasperz (1991), model linier yang digunakan dalam rancangan ini adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + K_k + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = nilai pengamatan dari kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i dari faktor A, dan taraf ke-j dari faktor B

μ = nilai rata-rata yang sebenarnya

K_k = pengaruh aditif dari kelompok ke-k

A_i = pengaruh aditif dari taraf ke-i faktor A

B_j = pengaruh aditif dari taraf ke-j faktor B

$(AB)_{ij}$ = pengaruh interaksi antara taraf ke-i faktor A, dan taraf ke-j faktor B

ε_{ijk} = pengaruh galat percobaan pada kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i faktor A, dan taraf ke-j faktor B

Jika dalam uji F dihasilkan perbedaan nyata dan sangat nyata maka digunakan uji lanjutan dengan Uji Tukey. Menurut Kemas (1995), bahwa persamaan yang digunakan ditulis sebagai berikut:

$$W = q_\alpha (p, f_e) s\bar{y}$$

dimana:

W = uji HSD (Tukey)

q_α = nilai yang ditentukan dalam tabel

p = jumlah perlakuan

f_e = derajat bebas galat

$s\bar{y}$ = galat baru nilai tengah

Untuk menentukan kombinasi yang terbaik digunakan metode indeks efektivitas. Menurut Garmo (1984), prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Memberikan bobot nilai pada masing-masing variabel dengan angka 0 – 1. Variabel rendemen diberi bobot 1, karena variabel tersebut menunjukkan prosentase produksi minyak jahe. Variabel berat jenis dan indeks bias diberi bobot 0,9 karena variabel tersebut menunjukkan sifat fisika minyak jahe, demikian juga dengan variabel bilangan asam dan bilangan ester juga diberi bobot 0,9, karena variabel tersebut menunjukkan sifat kimia minyak jahe.
2. Mengelompokkan variabel-variabel yang dianalisa menjadi dua kelompok.
 - a. Kelompok A terdiri dari variabel-variabel yang makin tinggi reratanya makin baik, meliputi rendemen, berat jenis, indeks bias, dan bilangan ester.
 - b. Kelompok B terdiri dari variabel-variabel yang makin tinggi reratanya makin jelek, yaitu bilangan asam.
3. Menentukan bobot normal variabel, yaitu bobot variabel dibagi bobot total.
4. Menghitung nilai efektivitas dengan rumus :
$$\text{Nilai efektivitas} = \frac{\text{nilai perlakuan} - \text{nilai terjelek}}{\text{nilai terbesar} - \text{nilai terjelek}}$$
Untuk variabel dengan rerata makin tinggi makin baik maka nilai terendah sebagai nilai terjelek dan tertinggi sebagai nilai terbaik, sedangkan untuk variabel dengan rerata makin tinggi makin jelek maka nilai terendah adalah nilai terbaik dan nilai tertinggi adalah nilai terjelek.
5. Menghitung nilai hasil, yaitu bobot normal dikalikan nilai efektivitas
6. Menjumlahkan nilai hasil dari semua variabel dan perlakuan terbaik dipilih dari perlakuan dengan nilai hasil tertinggi.

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. rendemen minyak jahe
2. indeks bias minyak jahe
3. berat jenis minyak jahe
4. bilangan asam minyak jahe
5. bilangan ester minyak jahe
6. kelarutan minyak jahe dalam etanol 90%

3.5 Prosedur Analisa

Analisa hasil ekstraksi minyak jahe, terdiri dari :

1. rendemen minyak jahe

- a. Menimbang berat minyak hasil ekstraksi (a).
- b. Menimbang berat jahe kering yang akan diekstraksi (b).
- c. Perhitungan rendemen minyak jahe adalah sebagai berikut :

$$\text{Rendemen} = a/b \times 100\%$$

2. indeks bias minyak jahe

- a. Membersihkan refraktometer dengan alkohol dan mengeringkannya.
- b. Membuat standart dengan meneteskan aquadest ke dalam refraktometer dan membaca nilai indeks biasnya.
- c. Mengeringkan kembali refraktometer.
- d. Meneteskan sampel minyak dan membaca nilai indeks biasnya.
- e. Perhitungan indeks bias minyak jahe adalah sebagai berikut :

$$\text{I.B. (25}^\circ) = N^T + 0,0004 (T - 25)$$

Keterangan : I.B. (25°) = indeks bias pada suhu 25°

N^T = indeks bias pada suhu pembacaan

0,0004 = faktor koreksi

T = suhu pembacaan

3. berat jenis minyak jahe

- a. Mencuci piknometer dengan alkohol 90%, mengeringkannya dalam udara kering, dan membersihkan bagian luarnya dengan tissue.
- b. Mengeksikator piknometer selama 30 menit.
- c. Menimbang piknometer kosong (m).
- d. Mengisi piknometer dengan air suling sampai batas (dihindari adanya gelembung).
- e. Mencilupkan piknometer kedalam penangas 25°C (selama 30 menit).
- f. Mengangkat piknometer dari penangas, mengeringkan bagian luarnya dengan tissue dan mendinginkannya dalam eksikator selama 30 menit.
- g. Menimbang piknometer berisi air suling (m_1).
- h. Mengulanginya untuk sampel minyak jahe.

- i. Menimbang piknometer berisi minyak jahe (m_2).
- j. Perhitungan berat jenis minyak jahe adalah sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis} = \frac{m_2 - m}{m_1 - m}$$

Keterangan : m = piknometer kosong

m_1 = piknometer berisi air suling

m_2 = piknometer berisi minyak jahe

4. bilangan asam minyak jahe
 - a. Menimbang sampel minyak jahe sebanyak 2 g dalam erlenmeyer 250 ml.
 - b. Menambahkan 15 ml alkohol 95% dan 3 tetes PP 1% kedalam erlenmeyer tersebut.
 - c. Mentitrasi sampel dengan NaOH 0,1N sampai berubah warna.
 - d. Perhitungan bilangan asam minyak jahe adalah sebagai berikut :

$$\text{Bilangan asam} = \frac{4 \times \text{ml NaOH}}{\text{Berat sampel (g)}}$$

5. bilangan ester minyak jahe
 - a. Menimbang sampel minyak jahe sebanyak 1,5 g dalam labu penyabunan 250 ml.
 - b. Menambahkan 5 ml alkohol 95% dan 3 tetes PP 1% kedalamnya.
 - c. Mentitrasi sampel dengan NaOH 0,1N (penetralkan) sampai berubah warna.
 - d. Menambahkan 10 ml larutan NaOH 0,5N.
 - e. Memasang labu penyabunan yang berisi sampel pada kondensor.
 - f. Memanaskannya selama 1 jam.
 - g. Mengangkatnya dan mendinginkan selama 15 menit.
 - h. Menambahkan PP 1% kemudian mentitrasinya dengan HCl 0,5N sampai berubah warna.
 - i. Perhitungan bilangan ester minyak jahe adalah sebagai berikut :

$$\text{Bilangan ester} = \frac{20 a}{s}$$

Keterangan : a = selisih jumlah alkali yang digunakan untuk blanko dan yang digunakan untuk sampel (ml)

s = berat sampel (g)

6. kelarutan minyak jahe dalam etanol 90%
 - a. Membuat larutan pembanding, dengan prosedur sebagai berikut :
 - i. Memasukkan 0,5 ml AgNO_3 0,1N kedalam gelas ukur.
 - ii. Menambahkan 50 ml NaCl 0,0002N kemudian kocok.
 - iii. Menambahkan 1 tetes HNO_3 25% kemudian kocok.
 - iv. Mengamati kejernihan pada setiap penambahan.
 - b. Mengamati kelarutan minyak jahe dalam alkohol 90%, dengan prosedur sebagai berikut :
 - i. Memasukkan 1 ml sampel minyak jahe kedalam gelas ukur.
 - ii. Menambahkan 1 ml alkohol 90% kemudian kocok.
 - iii. Terus melakukan penambahan sampai X kali.
 - iv. Mengamati kejernihan pada setiap penambahan dan membandingkannya dengan larutan pembanding.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini diambil beberapa kesimpulan pokok yaitu :

1. Metode penyulingan berpengaruh nyata terhadap rendemen dan berpengaruh sangat nyata terhadap indeks bias minyak jahe.
2. Klon jahe berpengaruh nyata terhadap bilangan ester dan berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen dan bilangan asam minyak jahe.
3. Terdapat interaksi antara metode penyulingan dan klon jahe terhadap indeks bias minyak jahe.
4. Berdasarkan uji indeks efektivitas diperoleh perlakuan terbaik yaitu A1B2 dengan nilai rendemen 2,7550%, berat jenis 0,8801, indeks bias 1,3331, bilangan asam 0,3459, bilangan ester 8,6140 dan minyak mulai larut dalam alkohol 90% pada perbandingan 1 : 4 dengan prosentase kelarutan 66,67%.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut disarankan :

1. Apabila penyulingan dilakukan untuk klon jahe gajah maka sebaiknya menggunakan perlakuan A1B1 dimana dihasilkan minyak jahe nilai rendemen 0,9018%, berat jenis 0,8851, indeks bias 1,3335, bilangan asam 1,4000, bilangan ester 22,1619 dan minyak relatif larut dalam alkohol 90% pada perbandingan 1 : 2 dengan prosentase kelarutan 33,33%.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut mengenai pendiskripsian karakteristik fisiko kimia minyak jahe.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Informasi Pertanian-Departemen Pertanian. 1990. "*Budidaya Tanaman Empon-empon*". Kalimantan Timur.
- Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 1988. "Minyak Atsiri Komoditi Ekspor Yang Potensial". Dalam *Buletin Balitro*. Bogor.
- De Garmo, E. P., Sullivan, W. G., Canada, C. R. 1984. *Engineering Economy*. 7th Ed. New York : Mac Millan Publishing Co.
- Direktorat Standarisasi Normalisasi dan Pengendalian Mutu. 1987. "*Standar Nasional Indonesia*". Jakarta.
- Gaspersz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. Jakarta : Armico.
- Guenther, E. 1987. *Minyak Atsiri: Jilid I*. Terjemahan S. Ketaren, dari Essential Oil (1947). Jakarta : penerbit Universitas Indonesia.
- Harris, R. 1989. *Tanaman Minyak Atsiri*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Husaini, L. 1992. "Beberapa Cara Mengolah Jahe Untuk Konsumsi Ekspor". Dalam *Suara Pembaruan*. 14 Juni 1992. Jakarta : Halaman 7.
- Hernani dan Risfaheri, 1989. *Pengaruh Perlakuan Bahan Sebelum Penyulingan terhadap Rendemen dan Karakteristik Minyak Nilam*. Bogor : Balai Penelitian dan Tanaman Obat.
- Kemas, A. H. 1995. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Jakarta : Raja Grafindo Persada.
- Ketaren, S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Jakarta : Balai Pustaka.
- Paimin, F.B. dan Murhananto. 1998. *Budidaya, Pengolahan dan Perdagangan Jahe*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Pusat Pembinaan dan Penyuluhan Pertanian-Departemen Pertanian. 2001. "Jahe". Dalam *Lembaran PROSEA*. (Vol. 2). No. 16. Bogor.
- Purseglove, J. W., E. G. Brown, C. L. Green and S. R. J. Robbins. 1981. *Spices Volume I*. Longman. Singapore : Singapore Publiser Pte Ltd.

Rukmana, R. 1992. "Mutu Syarat Mutlak Menembus Pasar". Dalam *Pikiran Rakyat*. 11 Januari. Bandung : Halaman X.

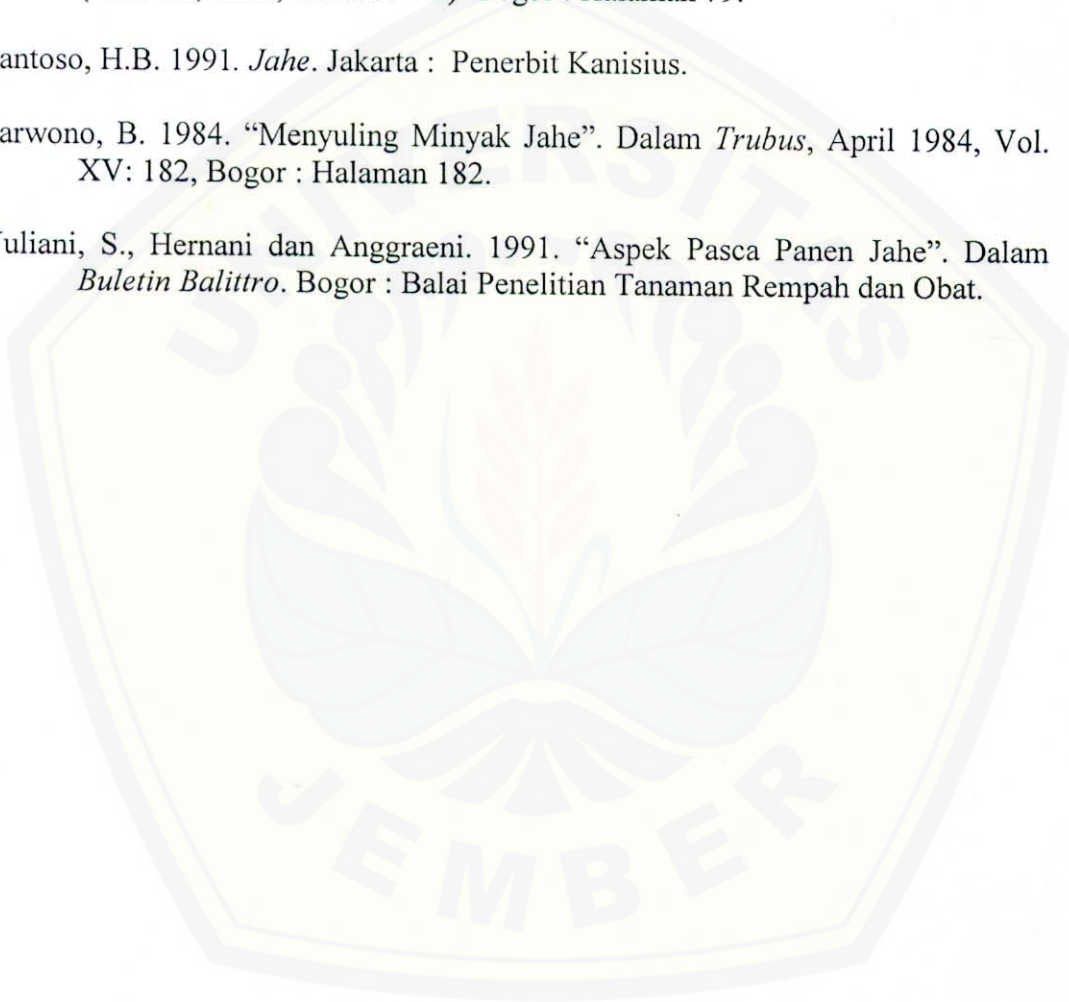
-----, 1994. *Usaha Tani Jahe*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Rusli, S. 1989. "Peningkatan Nilai Tambah Jahe Melalui Beberapa Proses Pengolahan". Dalam *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. (Oktober, 1989, Volume VII). Bogor : Halaman 79.

Santoso, H.B. 1991. *Jahe*. Jakarta : Penerbit Kanisius.

Sarwono, B. 1984. "Menyuling Minyak Jahe". Dalam *Trubus*, April 1984, Vol. XV: 182, Bogor : Halaman 182.

Yuliani, S., Hernani dan Anggraeni. 1991. "Aspek Pasca Panen Jahe". Dalam *Buletin Balitro*. Bogor : Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.



Lampiran 1

Lampiran 1a. Data, Transformasi, dan Tabel Dua Arah Rendemen Minyak Jahe

Tabel 1. Hasil Pengamatan Rendemen Minyak Jahe (%)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	0.6145	0.4310	1.6600	2.7055	0.9018
A1B2	2.4193	2.8396	3.0064	8.2653	2.7551
A2B1	0.4392	0.3578	1.1040	1.9010	0.6337
A2B2	1.7319	1.7059	1.7295	6.8968	2.2989
Jumlah	5.2049	5.3343	7.4999		
Rata-rata	1.3012	1.3336	1.8750		

Tabel 2. Transformasi \sqrt{Y} Hasil Pengamatan Rendemen Minyak Jahe

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	0.7839	0.6565	1.2884	2.7288	0.9096
A1B2	1.5554	1.6851	1.7339	4.9744	1.6581
A2B1	0.6627	0.5982	1.0507	2.3116	0.7705
A2B2	1.3160	1.3061	1.3151	3.9372	1.3124
Jumlah	4.3180	4.2459	5.3881		
Rata-rata	1.0795	1.0615	1.3470		

Tabel 3. Tabel Dua Arah Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Rendemen Minyak Jahe

	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	2.7288	2.3116	5.0404	2.5202
B2	4.9744	3.9372	8.9116	4.4558
Jumlah	7.7032	6.2488		
Rata-rata	3.8516	3.1244		

Keterangan Tabel 1, 2 dan 3 :

A1 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 2 mm, cara penyulingan kukus, selama 3 jam

A2 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 4 mm, cara penyulingan rebus, selama 4 jam

B1 = klon jahe gajah

B2 = klon jahe emprit

Lampiran 1b. Contoh perhitungan manual rendemen minyak jahe dengan percobaan faktorial 2 x 2 menggunakan RAK

1. Perhitungan faktor koreksi (FK), sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{FK} &= (\text{total jenderal})^2 / \text{banyaknya pengamatan} \\ &= (13,9520)^2 / 3 \times 2 \times 2 \\ &= 194,65830 / 12 \\ &= 16,22153 \end{aligned}$$

2. Perhitungan jumlah kuadrat (JK), sebagai berikut :

a. $\text{JKT} = \Sigma (\text{hasil pengamatan})^2 - \text{FK}$

$$\begin{aligned} &= [(0,7839)^2 + (1,5554)^2 + (0,6627)^2 + (1,3160)^2 + (0,6565)^2 + \\ &\quad (1,6851)^2 + (0,5982)^2 + (1,3061)^2 + (1,2884)^2 + (1,7339)^2 + \\ &\quad (1,0507)^2 + (1,3151)^2] - 16,22153 \\ &= (0,61450 + 2,41927 + 0,43917 + 1,73186 + 0,43100 + 2,83956 + \\ &\quad 0,35784 + 1,70590 + 1,65997 + 3,00641 + 1,10397 + 1,72949) - \\ &\quad 16,22153 \\ &= 18,03894 - 16,22153 \\ &= 1,81741 \end{aligned}$$

b. $\text{JKU} = \Sigma (\text{total ulangan})^2 / ab - \text{FK}$

$$\begin{aligned} &= [(4,3180)^2 + (4,2459)^2 + (5,3881)^2] / 2 \times 2 - 16,22153 \\ &= (18,64512 + 18,02767 + 29,03162) / 4 - 16,22153 \\ &= 65,70441 / 4 - 16,22153 \\ &= 16,42610 - 16,22153 \\ &= 0,20458 \end{aligned}$$

c. $\text{JKP} = \Sigma (\text{total perlakuan})^2 / r - \text{FK}$

$$\begin{aligned} &= [(2,7288)^2 + (4,9744)^2 + (2,3116)^2 + (3,9372)^2] / 3 - 16,22153 \\ &= (7,44635 + 24,74466 + 5,34349 + 15,50154) / 3 - 16,22153 \\ &= 53,03604 / 3 - 16,22153 \\ &= 17,67868 - 16,22153 \\ &= 1,45716 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. JKG} &= \text{JKT} - \text{JKU} - \text{JKP} \\ &= 1,81741 - 0,20458 - 1,45716 \\ &= 0,15567 \end{aligned}$$

3. Menentukan derajat bebas (db) masing-masing sumber keragaman, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{a. db Ulangan} &= r - 1 &= 3 - 1 &= 2 \\ \text{b. db Perlakuan} &= ab - 1 &= (2 \times 2) - 1 &= 3 \\ \text{c. db Galat} &= (r - 1)(ab - 1) &= (3 - 1)[(2 \times 2) - 1] &= 2 \times 3 = 6 \\ \text{d. db Total} &= rab - 1 &= (3 \times 2 \times 2) - 1 &= 11 \end{aligned}$$

4. Menentukan pengaruh utama dan interaksi faktor metode penyulingan (A) dan klon jahe (B), sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{a. JK(A)} &= \Sigma (\text{total taraf metode penyulingan})^2 / rb - \text{FK} \\ &= [(7,7032)^2 + (6,2488)^2] / 3 \times 2 - 16,22153 \\ &= (59,33929 + 39,04750) / 6 - 16,22153 \\ &= 98,38679 / 6 - 16,22153 \\ &= 16,39780 - 16,22153 \\ &= 0,17627 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. JK(B)} &= \Sigma (\text{total taraf klon jahe})^2 / ra - \text{FK} \\ &= [(5,0404)^2 + (8,9116)^2] / 3 \times 2 - 16,22153 \\ &= (25,40563 + 79,41661) / 6 - 16,22153 \\ &= 104,82224 / 6 - 16,22153 \\ &= 17,47037 - 16,22153 \\ &= 1,24885 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. JK(AB)} &= \text{JKP} - \text{JK(A)} - \text{JK(B)} \\ &= 1,45716 - 0,17627 - 1,24885 \\ &= 0,03203 \end{aligned}$$

5. Menentukan derajat bebas (db) untuk pengaruh utama dan interaksi faktor metode penyulingan (A) dan klon jahe (B), sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{a. db(A)} &= a - 1 &= 2 - 1 &= 1 \\ \text{b. db(B)} &= b - 1 &= 2 - 1 &= 1 \\ \text{c. db(AB)} &= (a - 1)(b - 1) &= (2 - 1)(2 - 1) &= 1 \end{aligned}$$

6. Menentukan kuadrat tengah (KT) masing-masing sumber keragaman :

$$\begin{aligned} \text{a. KT(A)} &= \text{JK(A)} / (a - 1) \\ &= 0,17627 / (2 - 1) \\ &= 0,17627 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. KT(B)} &= \text{JK(B)} / (b - 1) \\ &= 1,24885 / (2 - 1) \\ &= 1,24885 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. KT(AB)} &= \text{JK(AB)} / (a - 1)(b - 1) \\ &= 0,03203 / (2 - 1)(2 - 1) \\ &= 0,03203 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. KT(G)} &= \text{JK(G)} / \text{db(G)} \\ &= 0,15567 / 6 \\ &= 0,02595 \end{aligned}$$

7. Menentukan F-hitung faktor metode penyulingan (A) dan klon jahe (B) serta interaksinya, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{a. F-hitung (A)} &= \text{KT(A)} / \text{KTG} \\ &= 0,17627 / 0,02595 \\ &= 6,79 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. F-hitung (B)} &= \text{KT(B)} / \text{KTG} \\ &= 1,24885 / 0,02595 \\ &= 48,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. F-hitung (AB)} &= \text{KT(AB)} / \text{KTG} \\ &= 0,03203 / 0,02595 \\ &= 1,23 \end{aligned}$$

Tabel 4. Sidik Ragam Rendemen Minyak Jahe (Percobaan Faktorial 2 x 2 dengan RAK)

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	0.20458				
Perlakuan	3	1.45716				
Faktor A	1	0.17627	0.17627	6.79 *	5.99	13.75
Faktor B	1	1.24885	1.24885	48.13 **	5.99	13.75
Interaksi A x B	1	0.03203	0.03203	1.23 ns	5.99	13.75
Galat	6	0.15567	0.02595			
Total	11	1.81741				

Keterangan
 * berbeda nyata
 ** berbeda sangat nyata
 ns berbeda tidak nyata

Untuk masing-masing faktor dan interaksi yang berbeda nyata atau berbeda sangat nyata dilanjutkan dengan uji Tukey. Pada contoh perhitungan ini, uji Tukey dilakukan terhadap faktor A (metode penyulingan), sebagai berikut :

Diketahui : $p = 2$; $f_e = 6$; sehingga $q_\alpha = 3,46$

$$\begin{aligned} S_{\bar{Y}} &= \sqrt{(KTG / r)} \\ &= \sqrt{(0,02595 / 3)} \\ &= \sqrt{(0,00865)} \\ &= 0,09301 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= q_\alpha (p, f_e) S_{\bar{Y}} \\ &= 3,46 \times 0,09301 \\ &= 0,32181 \end{aligned}$$

A2	A1
6,2488	7,7032

$$A2 - A1 = |6,2488 - 7,7032| = 1,4544 > 0,32181 \text{ (berbeda nyata)}$$

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	7.7032	a
A2	6.2488	b

Lampiran 2.

Lampiran 2a. Hasil Pengamatan Berat Jenis Minyak Jahe

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	0.8493	0.9210	0.8851	2.6554	0.8851
A1B2	0.8535	0.8932	0.8935	2.6402	0.8801
A2B1	0.8880	0.8714	0.8797	2.6391	0.8797
A2B2	0.8630	0.8646	0.8654	2.5930	0.8643
Jumlah	3.4538	3.5502	3.5237	10.5277	
Rata-rata	0.8635	0.8876	0.8809		0.8773

Lampiran 2b. Tabel Dua Arah Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Berat Jenis Minyak Jahe

Perlakuan	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	2.6554	2.6391	5.2945	0.8824
B2	2.6402	2.5930	5.2332	0.8722
Jumlah	5.2956	5.2321		
Rata-rata	0.8826	0.8720		

Keterangan lampiran 2a dan 2b :

- A1 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 2 mm, cara penyulingan kukus, selama 3 jam
- A2 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 4 mm, cara penyulingan rebus, selama 4 jam
- B1 = klon jahe gajah
- B2 = klon jahe emprit

Lampiran 3

Lampiran 3a. Hasil Pengamatan Indeks Bias Minyak Jahe

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	1.3333	1.3334	1.3338	4.0005	1.3335
A1B2	1.3327	1.3333	1.3334	3.9994	1.3331
A2B1	1.3331	1.3339	1.3337	4.0007	1.3336
A2B2	1.3339	1.3341	1.3344	4.0024	1.3341
Jumlah	5.3330	5.3347	5.3353	16.0030	
Rata-rata	1.3332	1.3337	1.3338		1.3336

Lampiran 3b. Tabel Dua Arah Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Indeks Bias Minyak Jahe

Perlakuan	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	4.0005	4.0007	8.0012	1.3335
B2	3.9994	4.0024	8.0018	1.3336
Jumlah	7.9999	8.0031		
Rata-rata	1.3333	1.3339		

Keterangan lampiran 3a dan 3b :

- A1 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 2 mm, cara penyulingan kukus, selama 3 jam
- A2 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 4 mm, cara penyulingan rebus, selama 4 jam
- B1 = klon jahe gajah
- B2 = klon jahe emprit

Lampiran 4

Lampiran 4a. Hasil Pengamatan Bilangan Asam Minyak Jahe

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	1.4295	1.1719	1.5986	4.2000	1.4000
A1B2	0.3185	0.3997	0.3195	1.0377	0.3459
A2B1	0.8790	1.1685	2.1558	4.2033	1.4011
A2B2	0.3971	0.3996	0.3176	1.1143	0.3714
Jumlah	3.0241	3.1397	4.3915	10.5553	
Rata-rata	0.7560	0.7849	1.0979		0.8796

Lampiran 4b. Tabel Dua Arah Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Bilangan Asam Minyak Jahe

	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	4.2000	4.2033	8.4033	4.2017
B2	1.0377	1.1143	2.1520	1.0760
Jumlah	5.2377	5.3176		
Rata-rata	2.6189	2.6588		

Keterangan lampiran 4a dan 4b :

- A1 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 2 mm, cara penyulingan kukus, selama 3 jam
- A2 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 4 mm, cara penyulingan rebus, selama 4 jam
- B1 = klon jahe gajah
- B2 = klon jahe emprit

Lampiran 5

Lampiran 5a. Hasil Pengamatan Bilangan Ester Minyak Jahe

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	12.6070	13.8550	40.0237	66.4857	22.1619
A1B2	9.9437	7.9439	7.9545	25.8421	8.6140
A2B1	15.3333	13.2784	42.7883	71.4000	23.8000
A2B2	10.5333	7.7333	9.3333	27.5999	9.2000
Jumlah	48.4173	42.8106	100.0998	191.3277	
Rata-rata	12.1043	10.7027	25.0250		15.9440

Lampiran 5b. Tabel Dua Arah Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Bilangan Ester Minyak Jahe

	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	66.4857	71.4000	137.8857	68.9429
B2	25.8421	27.5999	53.4420	26.7210
Jumlah	92.3278	98.9999		
Rata-rata	46.1639	49.5000		

Keterangan lampiran 5a dan 5b :

- A1 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 2 mm, cara penyulingan kukus, selama 3 jam
- A2 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 4 mm, cara penyulingan rebus, selama 4 jam
- B1 = klon jahe gajah
- B2 = klon jahe emprit

Lampiran 6. Rata-rata prosentase kelarutan minyak jahe dari 4 kombinasi perlakuan dalam alkohol 90% (tiap kombinasi diambil 3 sampel minyak).

Sampel	Kelarutan (%) *						
	1 : 1	1 : 2	1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 6	1 : 7
A1B1	0	33,33	66,67	0	0	0	0
A1B2	0	0	0	66,67	33,33	0	0
A2B1	66,67	33,33	0	0	0	0	0
A2B2	0	0	100	0	0	0	0

Keterangan :

- 1 : 1 = 1 ml minyak jahe larut dalam 1 ml alkohol 90% dalam keadaan jernih
- 1 : 2 = 1 ml minyak jahe larut dalam 2 ml alkohol 90% dalam keadaan jernih
- 1 : 3 = 1 ml minyak jahe larut dalam 3 ml alkohol 90% dalam keadaan jernih
- 1 : 4 = 1 ml minyak jahe larut dalam 4 ml alkohol 90% dalam keadaan jernih
- 1 : 5 = 1 ml minyak jahe larut dalam 5 ml alkohol 90% dalam keadaan jernih
- 1 : 6 = 1 ml minyak jahe larut dalam 6 ml alkohol 90% dalam keadaan jernih
- 1 : 7 = 1 ml minyak jahe larut dalam 7 ml alkohol 90% dalam keadaan jernih

Lampiran 7. Hasil Uji Efektifitas Beberapa Parameter Minyak Jahe

Lampiran 7a. Tabel Hasil Uji Efektifitas Beberapa Parameter Minyak Jahe

Variabel	Bobot		A1B1		A1B2		A2B1		A2B2	
	Variabel	Normal	NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH
Rendemen	1.0	0.223	0.126	0.027	1.000	0.217	0.000	0.000	0.513	0.112
Berat Jenis	0.9	0.196	1.000	0.196	0.760	0.149	0.740	0.145	0.000	0.000
Indeks Bias	0.9	0.196	0.400	0.078	0.000	0.000	0.500	0.098	1.000	0.196
Bilangan Asam	0.9	0.196	0.085	2.04E-4	1.000	0.196	0.000	0.000	0.970	0.191
Bilangan Ester	0.9	0.196	0.544	0.175	0.000	0.000	1.000	0.196	0.050	0.008
TOTAL	4.6			0.477*		0.562**		0.438		0.506

Keterangan : A1 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 2 mm, cara penyulingan kukus, selama 3 jam

A2 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 4 mm, cara penyulingan rebus, selama 4 jam

B1 = klon jahe gajah

B2 = klon jahe emprit

* = kombinasi perlakuan penyulingan minyak jahe yang sesuai untuk klon jahe gajah

** = kombinasi perlakuan penyulingan minyak jahe yang sesuai untuk klon jahe emprit

NE = nilai efektifitas

NH = nilai hasil

Lampiran 7b. Contoh Perhitungan Uji Hasil dengan Menggunakan Metode Indeks Efektivitas

Tabel 2. Rata-rata parameter pengamatan

Sampel	Rendemen (%)	Berat Jenis	Indeks Bias	Bilangan Asam	Bilangan Ester
A1B1	0.9018	0.8851	1.3335	1.4000	22.1619
A1B2	2.7551	0.8801	1.3331	0.3459	8.6140
A2B1	0.6337	0.8797	1.3336	1.4011	23.8000
A2B2	2.2989	0.8643	1.3341	0.3714	9.2000

a. Diketahui Nilai Rata-rata Rendemen :

$$\text{Nilai perlakuan A1B1} = 0.9018$$

$$\text{Nilai terbagus} = 2.7551$$

$$\text{Nilai terjelek} = 0.6337$$

$$\begin{aligned} \text{Bobot Normal} &= \frac{\text{bobot variabel}}{\text{total bobot variabel}} \\ &= \frac{1,0}{4,6} \\ &= 0,217 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Efektivitas (NE)} &= \frac{\text{nilai perlakuan} - \text{nilai terjelek}}{\text{nilai terbagus} - \text{nilai terjelek}} \\ &= \frac{0,9018 - 0,6337}{2,7551 - 0,6337} \\ &= \frac{0,2681}{2,1214} \\ &= 0,126 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Hasil (NH)} &= \text{bobot normal} \times \text{NE} \\ &= 0,217 \times 0,126 \\ &= 0,0273 \end{aligned}$$

b. Diketahui Nilai Rata-rata Berat Jenis :

$$\text{Nilai perlakuan A1B1} = 0,8851$$

$$\text{Nilai terbagus} = 0,8851$$

$$\text{Nilai terjelek} = 0,8643$$

$$\begin{aligned} \text{Bobot Normal} &= \frac{\text{bobot variabel}}{\text{total bobot variabel}} \\ &= \frac{0,9}{4,6} \\ &= 0,196 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Efektivitas (NE)} &= \frac{\text{nilai perlakuan} - \text{nilai terjelek}}{\text{nilai terbagus} - \text{nilai terjelek}} \\ &= \frac{0,8851 - 0,8643}{0,8851 - 0,8643} \\ &= \frac{0,0208}{0,0208} \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Hasil (NH)} &= \text{bobot normal} \times \text{NE} \\ &= 0,196 \times 1 \\ &= 0,196 \end{aligned}$$

c. Diketahui Nilai Rata-rata Indeks Bias :

$$\text{Nilai perlakuan A1B1} = 1,3335$$

$$\text{Nilai terbagus} = 1,3341$$

$$\text{Nilai terjelek} = 1,3331$$

$$\begin{aligned} \text{Bobot Normal} &= \frac{\text{bobot variabel}}{\text{total bobot variabel}} \\ &= \frac{0,9}{4,6} \\ &= 0,196 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai Efektivitas (NE)} &= \frac{\text{nilai perlakuan} - \text{nilai terjelek}}{\text{nilai terbaik} - \text{nilai terjelek}} \\ &= \frac{1,3335 - 1,3331}{1,3341 - 1,3331} \\ &= \frac{0,0004}{0,0010} \\ &= 0,400\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai Hasil (NH)} &= \text{bobot normal} \times \text{NE} \\ &= 0,196 \times 0,400 \\ &= 0,784\end{aligned}$$

d. Diketahui Nilai Rata-rata Bilangan Asam :

$$\text{Nilai perlakuan A1B1} = 1,4000$$

$$\text{Nilai terbaik} = 0,3459$$

$$\text{Nilai terjelek} = 1,4011$$

$$\begin{aligned}\text{Bobot Normal} &= \frac{\text{bobot variabel}}{\text{total bobot variabel}} \\ &= \frac{0,9}{4,6} \\ &= 0,196\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai Efektivitas (NE)} &= \frac{\text{nilai perlakuan} - \text{nilai terjelek}}{\text{nilai terbaik} - \text{nilai terjelek}} \\ &= \frac{1,4000 - 1,4011}{0,3459 - 1,4011} \\ &= \frac{-0,0011}{-1,0552} \\ &= 0,001042456\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai Hasil (NH)} &= \text{bobot normal} \times \text{NE} \\ &= 0,196 \times 0,001042456 \\ &= 2,04\text{E-}04\end{aligned}$$

e. Diketahui Nilai Rata-rata Bilangan Ester :

$$\text{Nilai perlakuan A1B1} = 22,1619$$

$$\text{Nilai terbagus} = 23,8000$$

$$\text{Nilai terjelek} = 8,6140$$

$$\begin{aligned} \text{Bobot Normal} &= \frac{\text{bobot variabel}}{\text{total bobot variabel}} \\ &= \frac{0,9}{4,6} \\ &= 0,196 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Efektivitas (NE)} &= \frac{\text{nilai perlakuan} - \text{nilai terjelek}}{\text{nilai terbagus} - \text{nilai terjelek}} \\ &= \frac{22,1619 - 8,6140}{23,8000 - 8,6140} \\ &= \frac{13,5479}{15,1860} \\ &= 0,892 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Hasil (NH)} &= \text{bobot normal} \times \text{NE} \\ &= 0,196 \times 0,892 \\ &= 0,175 \end{aligned}$$

f. Total Nilai Hasil (NH) A1B1

$$\begin{aligned} \text{Total} &= \text{NH rendemen} + \text{NH berat jenis} + \text{NH indeks bias} + \text{NH bilangan asam} + \\ &\quad \text{NH bilangan ester} \\ &= 0,0273 + 0,196 + 0,0784 + 2,04\text{E-}04 + 0,175 \\ &= 0,477 \end{aligned}$$

Lampiran 8

Lampiran 8a. Data Kadar Air Jahe Sebelum Dilakukan Penyulingan

Perlakuan	Kadar Air		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Basah	77.52	77.52	77.52
A1B1	18,64	15.61	21.66
A1B2	13,72	13.72	13.72
A2B1	20,20	22.91	17.48
A2B2	10,70	10.64	10.75

Keterangan : A1 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 2 mm, cara penyulingan kukus, selama 3 jam

A2 = metode penyulingan dengan ukuran perajangan 4 mm, cara penyulingan rebus, selama 4 jam

B1 = klon jahe gajah

B2 = klon jahe emprit

Lampiran 8b. Data Karakteristik Klon Jahe Gajah dan Klon Jahe Emprit

KETERANGAN	JAHE GAJAH	JAHE EMPRIT
Panjang	15 – 25 cm	5 – 15 cm
Lebar	7 – 10 cm	3 – 6 cm
Tebal	2 – 5 cm	0,5 – 2 cm
Warna	Kuning	Putih
Serat	Halus	Halus
Aroma	Kurang tajam	Tajam
Rasa	Kurang tajam	Tajam



Lampiran 9. Dokumentasi Bahan Baku Penyulingan Minyak Jahe



Foto 1. Jahe Gajah yang Digunakan Sebagai Bahan Baku Penyulingan Minyak Jahe

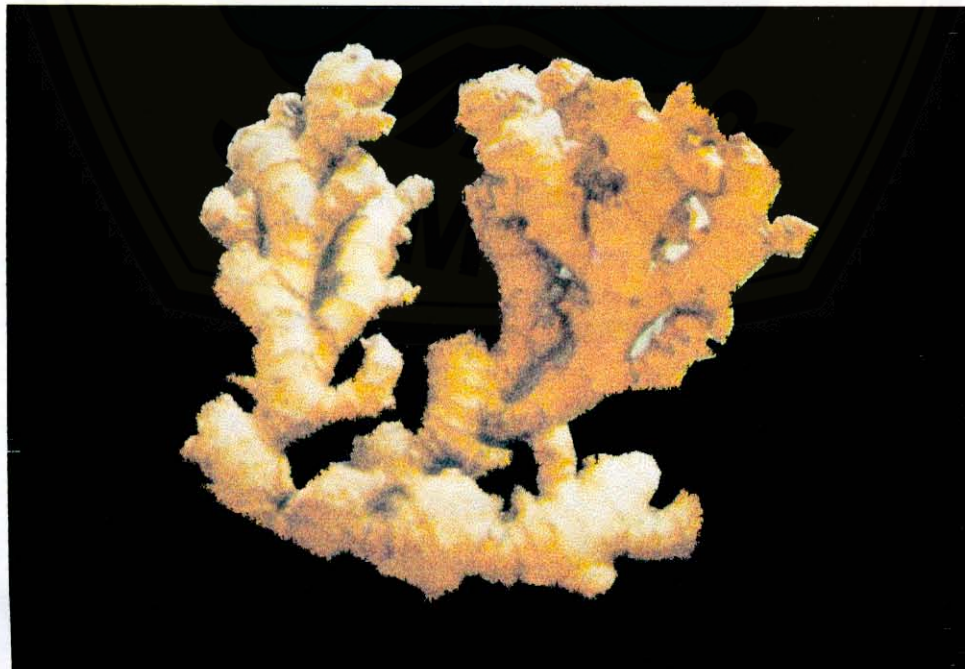


Foto 2. Jahe Emprit yang Digunakan Sebagai Bahan Baku Penyulingan Minyak Jahe



Lampiran 10. Dokumentasi Minyak Jahe Hasil dari Penyulingan Jahe

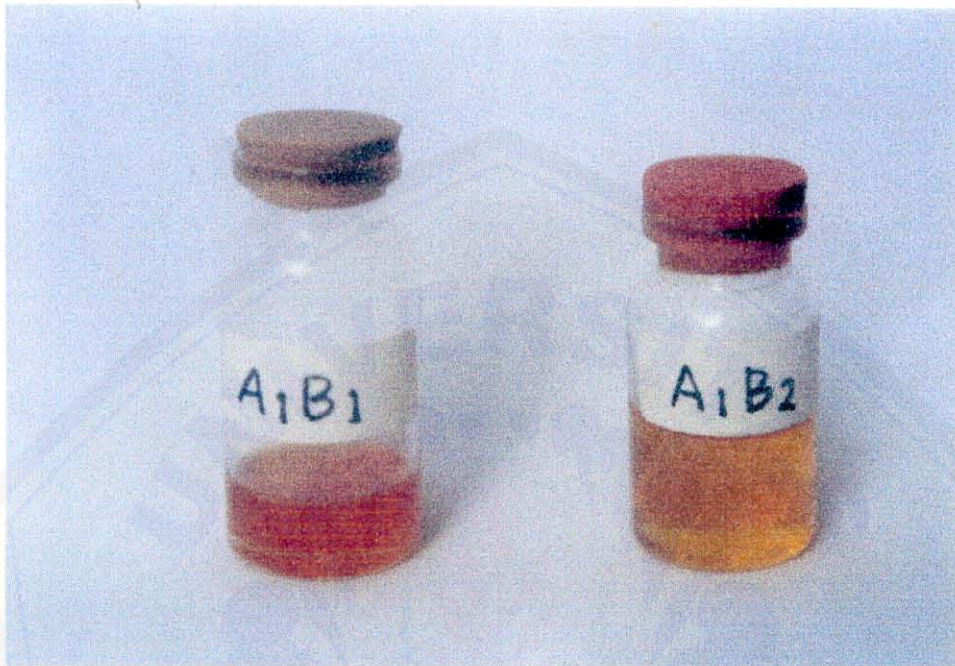


Foto 3. Minyak Jahe Hasil Penyulingan dengan Ukuran Perajangan 2 mm, Metode Kukus, Selama 3 Jam

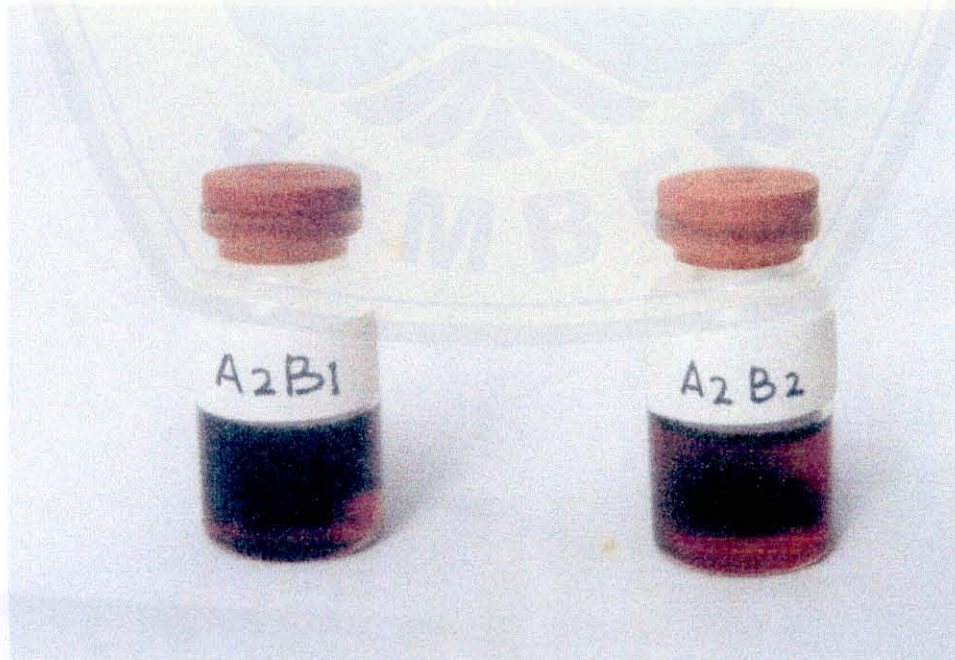


Foto 4. Minyak Jahe Hasil Penyulingan dengan Ukuran Perajangan 4 mm, Metode Rebus Selama 4 Jam