



KARAKTERISASI SIFAT FISIKO KIMIA DAN SENSORIS DARI
KOMBINASI TERPILIH PERLAKUAN UKURAN PARTIKEL,
CARA DAN LAMA PENYULINGAN MINYAK JAHE
(*Zingiber officinale* Rosc.) PADA DUA KLON JAHE

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

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

Asal:	Madiah	Kelas
Terima:	Pembelian	66S.3
No. induk:	02 SEP 2002	AFR
KLASIR/PENYALIN:	1578	6
	SRS	

Oleh:

Yosi Doni Afrianto

971710101073

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER

2002

DOSEN PEMBIMBING :

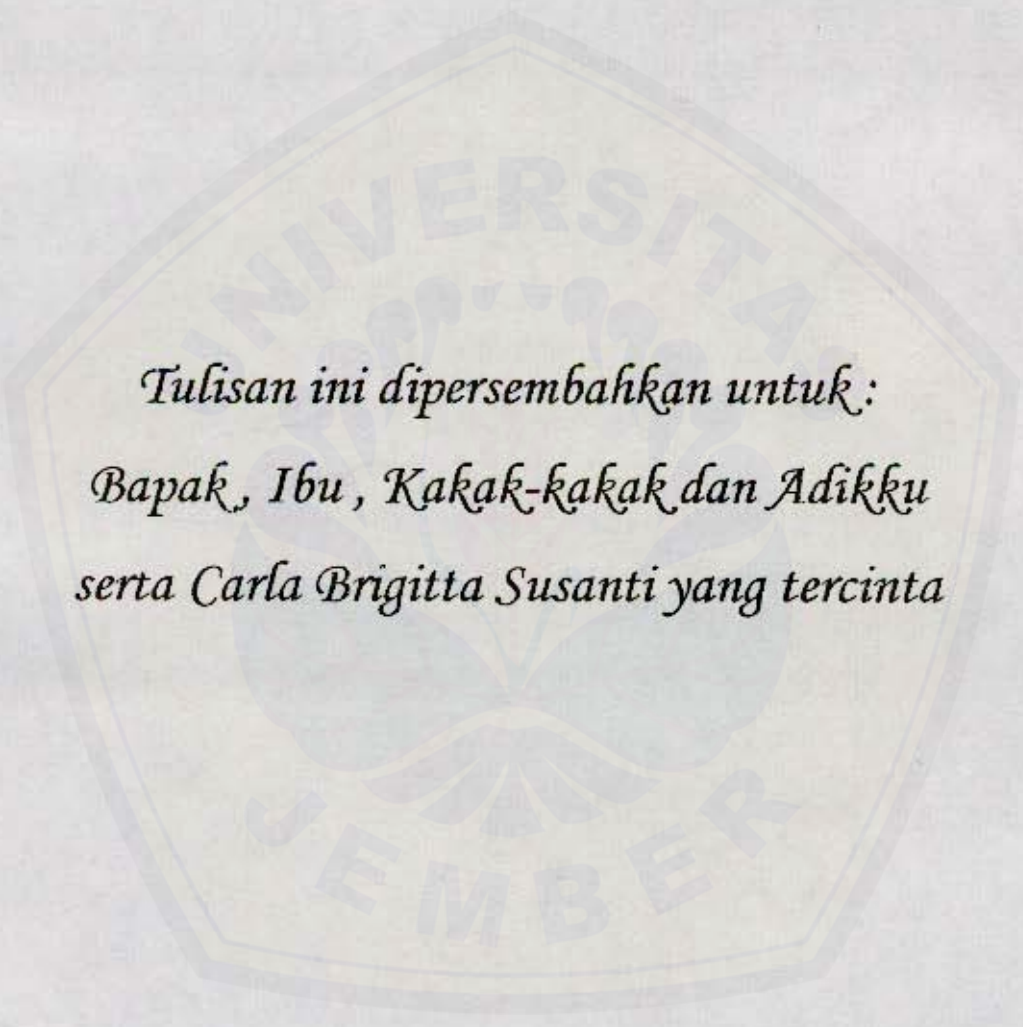
Ir. SETIADJI (DPU)

Ir. DJUMARTI (DPA)

MOTTO :

*Aku Ini Hamba Tuhan
Terjadilah Padaku Menurut
Perkataanmu...*

(Lukas 1 : 38)



*Tulisan ini dipersembahkan untuk:
Bapak, Ibu, Kakak-kakak dan Adikku
serta Carla Brigitta Susanti yang tercinta*

Diterima oleh :

Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember

Sebagai Karya Ilmiah tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada :

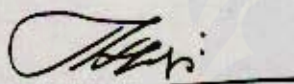
Hari : Senin

Tanggal : 17 Juni 2002

Tempat : Fakultas Teknologi pertanian
Universitas jember

Tim Penguji

Ketua



Ir. Setiadji

NIP : 130 531 969

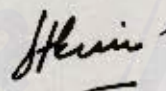
Anggota I



Ir. Djumarti

NIP : 130 375 932

Anggota II



Ir. Tamtarini, MS.

NIP : 130 890 065

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Ir. Siti Hartanti, MS

NIP : 130 350 763

KATA PENGANTAR

Pertama – tama saya panjatkan puji syukur dan terima kasih kepada Tuhan yang Maha Kuasa atas anugerahnya, saya dapat menyelesaikan karya ilmiah tertulis yang berjudul “ Karakterisasi Sifat Fisiko Kimia dan Sensoris Dari Kombinasi Terpilih Perlakuan Ukuran Partikel, Cara dan Lama penyulingan Minyak Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) Pada Dua Klon Jahe”.

Tujuan dari penulisan karya ilmiah tertulis ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan tingkat Sarjana Strata I di Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Dalam Proses penyelesaian karya ilmiah tertulis ini, melibatkan banyak pihak yang telah memberikan bantuannya, maka dari itu dalam kesempatan ini saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya pada :

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
3. Bapak Ir. Setiadji selaku Dosen Pembimbing Utama
4. Ibu Ir. Djumarti selaku Dosen Pembimbing Anggota
5. Ibu Ir. Tamtarini, MS selaku Anggota II Tim Penguji
6. Bapak Ir. Boedi Soesanto, MS selaku Dosen Wali
7. Bapak dan ibu dosen di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian
8. Henny Eka Sari dan Feni Gigerawati Marina yang banyak membantu dan mendorong saya dalam proses penyelesaian karya ilmiah tertulis ini
9. Segenap Teknisi Laboratorium di Fakultas Teknologi Pertanian
10. Segenap Karyawan di Fakultas Teknologi Pertanian
11. Dan rekan-rekan lainnya yang banyak membantu saya (khususnya di JL. jawa VII/34B)

Demikian, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan atas segala kekurangan yang ada, saya memohon maaf sebesar-besarnya.

Penulis

DAFTAR ISI

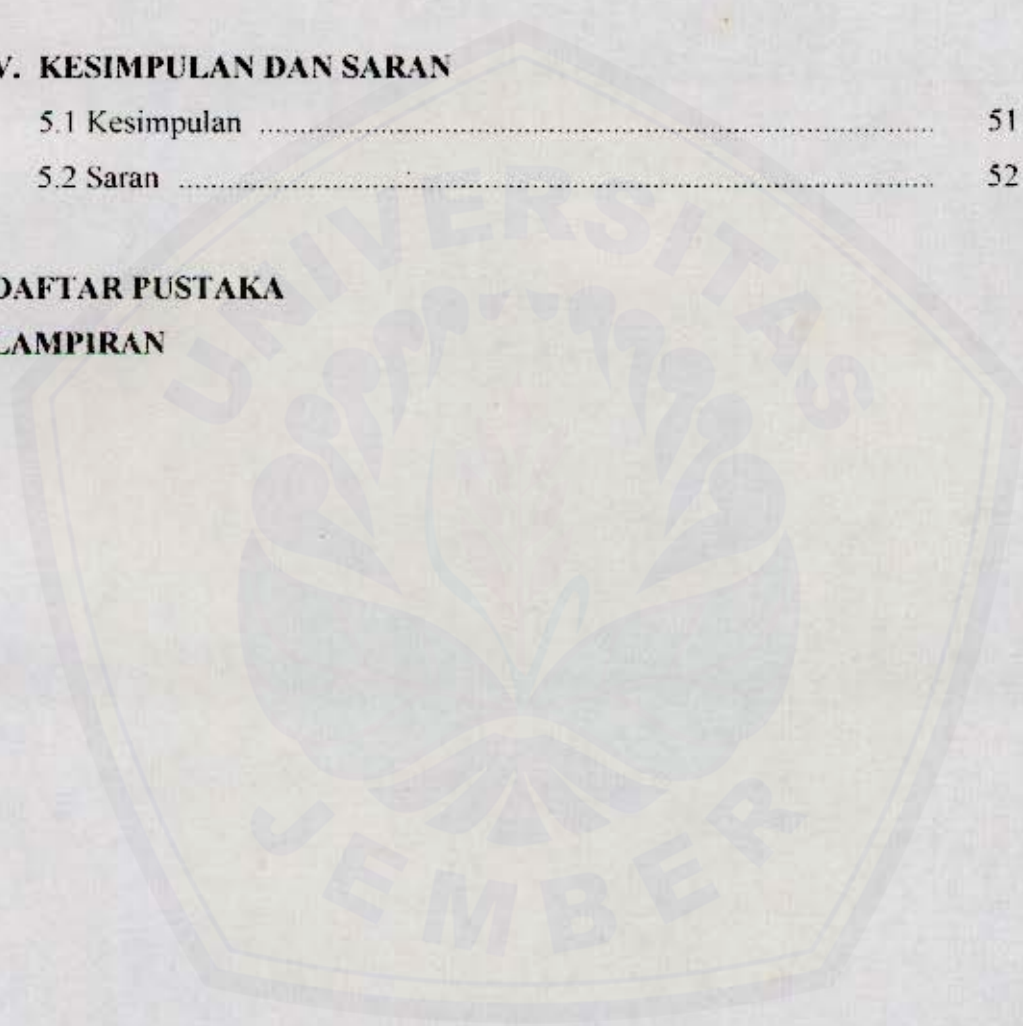
	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Dosen Pembimbing	ii
Halaman Motto	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Pengesahan	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran	xiii
Ringkasan	xiv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Jahe	5
2.1.1 Daerah Asal dan Penyebaran	5
2.1.2 Taksonomi Jahe	5
2.1.3 Morfologi Jahe	6
2.2 Jenis atau Varietas Jahe	7
2.3 Sifat Fisika Kimia Minyak Jahe	8
2.4 Aroma dan Warna Minyak Jahe	10
2.5 Kualitas Minyak Jahe	11
2.6 Minyak Jahe dan Kegunaannya	12

2.7 Proses Produksi Minyak Jahe	14
2.7.1 Perlakuan Pendahuluan	14
2.7.2 Proses Penyulingan	15
2.8 Perubahan-Perubahan yang Terjadi Selama Penyulingan	17
2.8.1 Oksidasi	17
2.8.2 Hidrolisa	18
2.8.3 Polimerisasi (Resinifikasi)	19
2.9 Hipotesa	19
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	20
3.3 Metode Penelitian	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian	20
3.4.1 Persiapan Bahan	21
3.4.2 Penyulingan Minyak Jahe	22
3.5 Parameter Pengujian	23
3.5.1 Penentuan Rendemen Minyak Jahe	23
3.5.2 Penentuan Berat Jenis 25 ⁰ C	23
3.5.3 Indeks Bias Minyak Jahe	24
3.5.4 Bilangan Asam Minyak Jahe	24
3.5.5 Kelarutan Minyak Jahe dalam Etanol 90%	25
3.5.6 Kelarutan Minyak Jahe dalam Etanol 95%	25
3.5.7 Bilangan Ester	26
3.5.8 Pengamatan Warna dan Aroma	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Rendemen Minyak Jahe	28
4.2 Berat Jenis Minyak Jahe	32
4.3 Indeks Bias Minyak Jahe	35
4.4 Bilangan Ester Minyak Jahe	38

4.5 Bilangan Asam Minyak Jahe	40
4.6 Kelarutan Minyak Jahe dalam Alkohol 90%	43
4.7 Kelarutan Minyak Jahe dalam Alkohol 95%	45
4.6 Warna Minyak jahe	46
4.6 Aroma Minyak jahe	49
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Ekspor jahe Indonesia tahun 1986 - 1990	2
Tabel 2. Standar mutu dan mutu jahe dari berbagai daerah	8
Tabel 3. Sifat fisika-kimia minyak jahe dari berbeberapa klon jahe	9
Tabel 4. Karakteristik minyak jahe dari beberapa daerah	10
Tabel 5. Pengaruh lama dan cara penyulingan serta kekeringan jahe terhadap rendemen minyak*	11
Tabel 6. Syarat mutu minyak jahe	12
Tabel 7. Kandungan minyak volatil dan minyak non volatil pada panen tua, setengah tua dan muda berdasarkan bagian umbi serta perlakuan umbi	13
Tabel 8. Rata-rata rendemen minyak jahe tiap perlakuan	28
Tabel 9. Sidik ragam analisa rendemen minyak jahe	28
Tabel 10. Uji Tukey untuk faktor A terhadap rendemen minyak jahe	29
Tabel 11. Uji Tukey faktor B terhadap rendemen minyak jahe	31
Tabel 12. Rata-rata berat jenis minyak jahe pada tiap perlakuan	33
Tabel 13. Sidik ragam berat jenis minyak jahe	33
Tabel 14. Rata-rata indeks bias dari tiap perlakuan	35
Tabel 15. Sidik ragam indeks bias minyak jahe	35
Tabel 16. Uji Tukey untuk faktor A terhadap indeks bias minyak jahe	36
Tabel 17. Uji Tukey untuk faktor A dan faktor B terhadap indeks bias minyak jahe	37
Tabel 18. Rata-rata bilangan ester dari tiap perlakuan	39
Tabel 19. Sidik ragam bilangan ester minyak jahe	39
Tabel 20. Uji Tukey untuk faktor B terhadap bilangan ester minyak jahe	39
Tabel 21. Rata-rata bilangan asam dari tiap perlakuan	41

Tabel 22. Sidik ragam bilangan asam minyak jahe	41
Tabel 23. Uji Tukey untuk faktor B terhadap bilangan ester minyak jahe .	42
Tabel 24. Rata-rata prosentase kelarutan minyak jahe dari 4 kombinasi perlakuan dalam alkohol 90%(tiap kombinasi diambil 3 sampel minyak)	44
Tabel 25. Rata-rata prosentase kelarutan minyak jahe dari 4 kombinasi perlakuan dalam alkohol 95%(tiap kombinasi diambil 3 sampel minyak)	46
Tabel 26 Rata-rata warna minyak jahe pada tiap perlakuan	47
Tabel 27. Sidik ragam warna minyak jahe	48
Tabel 28. Uji Tukey untuk faktor A terhadap warna minyak jahe	48
Tabel 29. Rata-rata aroma minyak jahe pada tiap perlakuan	51
Tabel 30. Sidik ragam aroma minyak jahe	51
Tabel 31. Uji Tukey untuk faktor A	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram alir penyulingan minyak jahe dengan kombinasi cara penyulingan terpilih I dan II pada dua klon jahe	22
Gambar 2. Histogram Pengaruh kombinasi perlakuan faktor A terhadap rendemen minyak jahe	30
Gambar 3. Histogram Pengaruh kombinasi perlakuan faktor B terhadap rendemen minyak jahe	32
Gambar 4. Histogram pengaruh perlakuan antara faktor A dan faktor B terhadap berat jenis minyak jahe	34
Gambar 5. Histogram pengaruh kombinasi perlakuan antara faktor A terhadap indeks bias minyak jahe	37
Gambar 6. Histogram pengaruh interaksi antara faktor A dan faktor B terhadap indeks bias minyak jahe.....	38
Gambar 7. Histogram pengaruh kombinasi perlakuan antara faktor B terhadap bilangan ester minyak jahe	40
Gambar 8. Histogram pengaruh kombinasi perlakuan antara faktor B terhadap bilangan asam minyak jahe.....	43
Gambar 9. Histogram pengaruh perlakuan antara faktor A dan faktor B terhadap bilangan asam minyak jahe.....	43
Gambar 10. Histogram pengaruh faktor A terhadap warna minyak jahe.....	49
Gambar 11. Histogram pengaruh perlakuan antara faktor A dan faktor B terhadap warna minyak jahe.....	50
Gambar 12. Histogram pengaruh faktor A terhadap aroma minyak jahe	52
Gambar 13. Histogram pengaruh perlakuan antara faktor A dan faktor B terhadap aroma minyak jahe.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1.Rendemen minyak jahe.....	56
Lampiran 2.Berat jenis minyak jahe.....	61
Lampiran 3.Indeks bias minyak jahe.....	62
Lampiran 4.Bilangan asam minyak jahe.....	63
Lampiran 5.Bilangan ester minyak jahe.....	64
Lampiran 6.Warna minyak jahe.....	65
Lampiran 7.Aroma minyak jahe.....	66
Lampiran 8.Kelarutan minyak jahe dari 4 kombinasi perlakuan dalam alkohol 90%(tiap kombinasi diambil 3 sampel minyak).....	67
Lampiran 9.Kelarutan minyak jahe dari 4 kombinasi perlakuan dalam alkohol 95%(tiap kombinasi diambil 3 sampel minyak).....	68
Lampiran 10.Data kadar air jahe sebelum penyulingan.....	69
Lampiran 11.Form organoleptik dan cara analisa data warna minyak jahe.....	70
Lampiran 12.Dokumentasi bahan baku penyulingan minyak jahe.....	72
Lampiran 13.Dokumentasi minyak jahe hasil dari penyulingan jahe.....	73

YOSI DONI AFRIANTO (971710101073). Karakterisasi Sifat Fisiko Kimia dan Sensoris Dari Kombinasi Terpilih Perlakuan Ukuran Partikel, Cara dan Lama Penyulingan Minyak Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) Pada Dua Klon Jahe dibawah bimbingan Dosen Pembimbing Utama Ir. Setiadji dan Dosen Pembimbing Anggota Ir. Djumarti

RINGKASAN

Minyak jahe merupakan komoditi penting dalam industri obat-obatan, industri minuman dan industri jamu tradisional serta untuk kepentingan ekspor. Cara penyulingan dan klon jahe sangat berpengaruh pada karakteristik minyak jahe yang dihasilkan. Cara penyulingan ini meliputi perlakuan pendahuluan dengan pengecilan ukuran/perajangan, metode dan lama penyulingan minyak jahe.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik fisiko kimia dan sensoris minyak jahe dari dua kombinasi terpilih perlakuan ukuran partikel, cara dan lama penyulingan pada dua klon jahe.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) disusun faktorial dengan 2 faktor dan menggunakan uji lanjutan dengan uji Tukey atau Honestly Significant Different (HSD).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan cara penyulingan yang dilakukan dan klon jahe berpengaruh terhadap karakteristik sifat fisiko kimia dari minyak jahe. Berikut karakteristik sifat fisiko kimia dari 2 kombinasi yang terbaik. Pada jahe putih besar, dengan ukuran partikel perajangan 4 mm, metode penyulingan dengan air dan lama penyulingan 4 jam mempunyai karakteristik sebagai berikut : rendemen = 0,5127 %, berat jenis = 0,8797, indeks bias = 1,3336, bilangan asam = 1,4011, bilangan ester = 23,8000, kelarutan pada alkohol 90% = 1 : 3 jernih, kelarutan pada alkohol 95% = 1 : 2 jernih, warna = coklat muda-coklat dan aroma kuat-sangat kuat.

Pada jahe putih kecil, dengan ukuran partikel perajangan 2 mm, metode penyulingan dengan air dan uap serta lama penyulingan 3 jam mempunyai karakteristik sebagai berikut : rendemen = 2,3770%, berat jenis = 0,8801,

indeks bias = 1,3331, bilangan asam = 0,3459, bilangan ester = 8,6140, kelarutan pada alkohol 90% = 1: 5 jernih, kelarutan pada alkohol 95% = 1: 1 jernih, warna = kuning – kuning tua dan aroma = agak kuat – kuat.

Pada jahe putih besar, dengan ukuran partikel perajangan 2 mm, metode penyulingan dengan air dan uap serta lama penyulingan 3 jam mempunyai karakteristik sebagai berikut : rendemen = 0,7213%, berat jenis = 0,8851, indeks bias = 1,3335, bilangan asam = 1,4000, bilangan ester = 22,1619, kelarutan pada alkohol 90% = 1:5 jernih, kelarutan pada alkohol 95% = 1:4 jernih, warna = kuning – kuning tua dan aroma = agak kuat.

Pada jahe putih kecil, dengan ukuran partikel perajangan 4 mm, metode penyulingan dengan air dan lama penyulingan 4 jam mempunyai karakteristik sebagai berikut : rendemen = 1,5382%, berat jenis = 0,8643, indeks bias = 1,3341, bilangan asam = 0,3714, bilangan ester = 9,2000, kelarutan pada alkohol 90% = 1:3 jernih, kelarutan pada alkohol 95% = 1:1 jernih, warna = kuning tua dan aroma agak kuat-sangat kuat.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jahe termasuk komoditas tanaman rempah dan obat yang berpotensi besar untuk diusahakan intensif berorientasi komersial (agribisnis). Multiguna jahe diantaranya sebagai obat tradisional, bahan dasar industri makanan dan minuman, rempah-rempah (bumbu masak), minyak jahe dan oleoresin.

Bentuk produk jahe yang banyak diperdagangkan di pasaran internasional adalah jahe segar dan jahe asinan.

Pada umumnya tanaman jahe (*Zingiber officiale*) belum dibudidayakan secara baik dan intensif. Kalau saja tanaman jahe diusahakan secara baik dan intensif tentu akan memberikan keuntungan. Apalagi akhir-akhir ini jahe merupakan salah satu alternatif ekspor komoditas rempah-rempah bagi pemerintah Indonesia. Ini berarti pintu peluang pasar terbuka lebar, sehingga menjamin kepastian pemasaran jahe. Sementara itu permintaan akan komoditi jahe dalam negeri cenderung meningkat, terbukti adanya industri jamu tradisional yang meningkat dan banyaknya sistem pengobatan alternatif yang telah memasyarakat dengan menggunakan jamu-jamu. Dalam konteks itulah hendaknya pola pikir dan tindakan kita tidak hanya bertumpu pada usaha intensifikasi, tetapi juga disertai dengan usaha diversifikasi yang mencakup penyulingan minyak jahe dan oleresin jahe.

Minyak atsiri atau minyak eteris (*essential oil, volatile oil*) adalah minyak yang dihasilkan dari tanaman dan mempunyai sifat menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi (Harris, 1989). Tanaman penghasil minyak atsiri diperkirakan berjumlah 150 – 200 spesies yang termasuk dalam *Pinaceae*, *Labiatae*, *Compositae*, *Mirtaceae* dan *Umbeliferae*. 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. Jahe termasuk dalam sembilan rempah – rempah yang banyak digunakan didunia. Dalam perdagangan dikenal dalam bentuk jahe segar, jahe kering, minyak jahe, oleoresin ataupun jahe yang diawetkan sebagai sirup, pikel 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*, *zingeberol*, *zingiberin*, *borneol*, *sineol* dan *feladren* (Santoso, 1991)

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 (Tabel1).

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

menghasilkan minyak jahe. Minyak jahe dapat diekstrak langsung dari rimpang jahe segar, tetapi dapat pula dari rimpang jahe yang sudah dikeringkan atau diturunkan kadar airnya.

Ekstraksi minyak atsiri dari rimpang jahe segar akan menghasilkan minyak dengan karakteristik yang lebih mirip dengan bentuk aslinya dibandingkan dengan ekstraksi rimpang kering. Rimpang jahe yang telah dikupas dan diiris tipis akan menghasilkan hasil ekstraksi yang lebih banyak, karena minyak atsiri akan segera terdestilasi dengan uap (Koswara, 1994).

Minyak atsiri jahe bersifat mudah menguap dan mudah teroksidasi pada suhu tinggi membentuk polimer atau asam sehingga baunya berkurang atau berubah. Pemanasan di atas suhu 90°C akan menyebabkan perubahan komposisi, aroma dan flavor (Koswara, 1994).

Minyak atsiri diperoleh dengan cara menyuling jahe dengan sistem penyulingan air, penyulingan air dan uap serta penyulingan uap. Metode penyulingan yang sering digunakan adalah penyulingan langsung dengan uap (Yuliani dkk., 1991).

Umumnya para petani mendapatkan minyak jahe dengan mengekstraknya langsung dari rimpang jahe segar, sehingga dibutuhkan waktu ekstraksi yang lama, yaitu berkisar antara 12 jam sampai 36 jam (Sarwono, 1984). Proses ekstraksi yang relatif lama ini mengakibatkan kebutuhan bahan bakar yang banyak dan waktu bekerja yang lebih lama, sehingga hal ini berpengaruh pada tingginya biaya yang diperlukan untuk memproduksi minyak jahe.

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. Selain itu, rendemen dan mutu minyak jahe sangat dipengaruhi oleh tanaman jahe, umur rimpang jahe dan cara ekstraksi yang digunakan (Santoso, 1991).

1.2 Permasalahan

Untuk menghasilkan kualitas yang baik dan kuantitas minyak jahe yang tinggi maka proses perlakuan pendahuluan dan ekstraksi bahan (rimpang jahe) harus sesuai dengan karakter jenis jahe yang digunakan, dengan kombinasi perlakuan yang terpilih dalam penelitian sebelumnya maka akan diamati karakterisasi fisiko kimia dari minyak jahe yang dihasilkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui karakteristik sifat fisiko kimia dan sensoris minyak jahe dari 4 kombinasi terpilih perlakuan ukuran partikel, cara dan lama penyulingan pada dua klon jahe.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi kepada para produsen minyak jahe dalam memilih kombinasi perlakuan terpilih dan klon jahe yang diinginkan tepat untuk dapat dihasilkan karakteristik sifat fisiko kimia dan sensoris yang sesuai dengan standart kualitas



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jahe

2.1.1 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 berbagai daerah. Sentrum utama tanaman jahe di Indonesia adalah Sumatra Utara, Bengkulu, Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur (Rukmana, 2000)

2.1.2 Taksonomi Jahe

Tanaman jahe termasuk dalam famili *Zingiberaceae* (temu – temuan). Kerabat dekat temu – temuan yang termasuk dalam genus *Zingiber* antara lain adalah Bengle (*Zingiber cassumunar* Roxb.), lempuyang gajah (*Zingiber zerumbet* Sm.), lempuyang emprit (*Zingiber amaricans* Bl.), lempuyang wangi (*Zingiber aromaticum* Val.), dan jahe (*Zingiber officinale* Rosc.)

Menurut Rukmana (2000), kedudukan tanaman jahe dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan adalah sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)
- Divisi : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)
- Sub divisi : *Angiospermae* (berbiji tertutup)
- Kelas : *Monocotyledonae* (biji berkeping satu)

Ordo : *Zingiberales*
Famili : *Zingiberaceae* (temu-temuan)
Sub famil : *Zingiberoidae*
Genus : *Zingiber*
Spesies : *Zingiber officinale* Rosc.

Nama Botani *Zingiber* sesungguhnya berasal dari bahasa Sanskerta : *Singberi*, yang berakar dari bahasa Arab : *Zanzabil* atau bahasa Yunani : *Zingberi* (Santoso, 1991)

2.1.3 Morfologi Jahe

Menurut Santoso (1991), tanaman jahe merupakan tanaman tahunan, berbatang semu dengan tinggi 0,3 – 0,75 meter. Warna batang hijau, sedang warna pangkal batang putih sampai kemerahan. Bentuk batang silindris dan halus.

Tanaman jahe hidup merumpun, beranak pinak, menghasilkan rimpang dan berbunga. Rimpang jahe tumbuh mendatar dekat permukaan tanah dan bercabang. Rimpang jahe memiliki bentuk yang bervariasi, mulai dari agak pipih sampai gemuk (bulat panjang) dengan warna putih kekuning – kuning hingga kuning kemerah – merahan. Rimpang jahe mengandung minyak atsiri dengan komponen utama berupa senyawa *Zingiberen* ($C_{12}H_{24}$) dan *Zingiberol* ($C_{12}H_{26}O_2$) (Rukmana, 2000).

Ukuran rimpang jahe sangat dipengaruhi oleh varietas, iklim, lingkungan, keadaan tanah dan cara budidaya tanaman (Rusli, 1989).

Bagian yang terpenting mempunyai nilai ekonomi pada tanaman jahe, adalah akar tongkatnya yang lebih dikenal dengan sebutan “rim pang”. Jika rimpang tersebut dipotong, nampak warna daging rimpang yang bervariasi, mulai putih kekuningan, kuning atau jingga tergantung pada klonnya. Pada umumnya rasa jahe pedas, karena mengandung senyawa gingerol. Aromanya merangsang namun harum juga. Kandungan gingerol dipengaruhi oleh umur tanaman dan agroklimat setempat dimana tanaman jahe tumbuh. Sedangkan aroma jahe disebabkan oleh adanya minyak atsiri yang umumnya berwarna kuning (Santoso, 1991).

2.2 Jenis atau Varietas Jahe

Jahe dapat dibedakan jenisnya berdasarkan aroma, warna, bentuk dan besarnya rimpang. Jenis atau varietas jahe yang berkembang di Indonesia antara lain:

a. Jahe Putih Besar

Di Jawa Barat, Jahe Putih Besar 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 makarian.

b. Jahe Putih Kecil

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

Jenis ini disebut juga Jahe Sunti atau 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.

Karakteristik jahe yang berasal dari beberapa daerah di Indonesia dan standar mutunya dapat di lihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Standar mutu dan mutu jahe dari berbagai daerah (Rusli, 1989)

Jenis	Daerah asal	Karakteristik		
		Kadar air (%)	Kadar Minyak Atsiri (ml/100 gr)	Kadar abu (%)
Jahe putih kecil	Bengkulu	6,7	2,14	10,5
Jahe putih kecil	Sukabumi	12,6	3,05	7,2
Jahe putih kecil	Cipanas	10,6	3,22	8,9
Jahe putih kecil	Bali	11,8	2,71	7,8
Jahe putih kecil	Kuningan	10,8	2,28	7,3
Jahe putih besar	Bogor	8,6	1,12	9,7
Jahe putih besar	Cianjur	13,9	1,62	6,6
Jahe putih besar	Madiun	12,6	1,18	7,5
Jahe kuning	Jambi	19,4	2,12	-
Jahe kuning	Madiun	12,2	1,60	9,0
Jahe merah	Bengkulu	6,5	3,92	15,9
Jahe merah	Kalimantan	7,6	3,90	7,4
Standar perdagangan		12	1,50	8,0

Sumber: Rusli, 1989

2.3 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. Perbedaan lain terletak pada putaran optik minyak jahe kita yang positif, sementara minyak jahe dari luar negeri mempunyai putaran optik

negatif. Diduga putaran optik positif ini disebabkan oleh klon jahe Indonesia yang mengandung senyawa *camphene* lebih tinggi (Santoso, 1991).

Sifat fisika kimia dari beberapa klon jahe di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat fisika-kimia minyak jahe dari beberapa klon jahe

No	Spesifikasi	Jahe putih besar	Jahe putih kecil	Jahe merah
		(1)	(2)	(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	
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

Pada Tabel 4 berikut juga dapat dilihat sifat fisika dan kimia minyak jahe yang berasal dari beberapa daerah di Indonesia (penyulingan dilakukan di Balitro, Bogor).

Tabel 4. Karakteristik minyak jahe dari beberapa daerah (Rusli, 1989)

Jenis	Daerah asal	Warna	Karakteristik			
			Bobot jenis	Indek bias	Putaran optik	Angka Penyabunan
			25° /25°	25° C		
Jahe putih	Sukabumi	Kuning	0,8957	1,4869	-7°55'	10,06
Jahe putih	Kuningan	Kuning	0,8918	1,4884	-10°54'	15,79
Jahe putih	Cianjur	Kuning	0,8878	1,4882	-9°31'	15,21
Jahe putih	Madiun	Kuning	0,9886	1,4880	-	28,94
Jahe putih	Bogor	Kuning	0,8820	1,4805	-31°58'	8,39
Jahe putih	madiun	Kuning	0,8832	1,4822	-16°22'	-
Jahe putih	Bengkulu	Kuning	0,8875	1,4765	gelap	20,00
Dry ginger	India		0,8718	1,4863	-40°4'	-
Standar	-	Kuning	0,871 -	1,486 -	(-28°) -	Maks,
EOA			0,82	1,492	(-45°)	20

Sumber: Rusli, 1989.

2.4 Aroma dan Warna Minyak Jahe

Jahe Putih Besar (Jahe Gajah) beraroma maupun berasa kurang tajam. Jahe ini pada umumnya dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan dan minuman (Rukmana, 2000).

Jahe Putih Kecil (Jahe Emprit) berbentuk agak pipih, berwarna putih, seratnya lembut dan aromanya tidak tajam (Hieronymus, 1989).

Ekstraksi minyak atsiri jahe berbentuk cairan kental berwarna kehijauan sampai kuning. Sedangkan komponen utama minyak atsiri jahe yang menyebabkan bau harum adalah zingiberen dan zingiberol. Zingiberen merupakan seskuiterpen hidrokarbon dengan rumus $C_{12}H_{24}$. Sedangkan zingiberol merupakan seskuiterpen alkohol dengan rumus $C_{15}H_{15}O$ (Koswara, 1994).

2.5 Kualitas 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).

Pengambilan minyak jahe dari rimpangnya dilakukan dengan cara penyulingan. Pengaruh lama dan cara penyulingan serta kekeringan jahe terhadap rendemen minyak dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh lama dan cara penyulingan serta kekeringan jahe terhadap rendemen minyak*

Waktu Penyulingan (jam)	Rendemen (%)			
	Jahe basah		Jahe kering	
	Uap dan air	Langsung uap	Uap dan air	Langsung uap
1	1,60	2,00	2,12	1,72
2	2,08	2,58	2,60	2,35
3	2,41	2,87	3,00	2,61
4	2,61	3,03	3,24	2,78
5	2,77	3,15	3,40	2,90
6	2,87	3,24	3,54	2,98
7	2,99	3,30	3,65	3,05
8	3,05	3,37	3,75	3,10

Sumber : Rusli,1989

*Rataan dari dua ulangan

- Jahe basah, berat 28 kg dan kadar air = 73,8%
- Jahe kering, berat 6,5 kg dan kadar air = 39,2%

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

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 : $(-28^{\circ})-(-45^{\circ})$
 5. bilangan penyabunan : maksimum 20

Syarat mutu minyak jahe menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), dapat dilihat seperti pada Tabel 6 berikut (Anonim, 1987).

Tabel 6. 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	$(-26^{\circ})-(-50^{\circ})$
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 1 : 7 dan seterusnya agak keruh
9.	Kelarutan dalam etanol 90%	1 : 1 s/d 1 : 6 jernih 1 : 4 dan seterusnya agak keruh
10.	Minyak pelikan	Tidak ternyata

Sumber : Anonim,1987.

2.6 Minyak Jahe dan Kegunaannya

Jahe mengandung komponen minyak menguap (volatile oil), minyak tak menguap (non volatile oil) dan pati. Jahe kering mengandung minyak atsiri sebanyak 1 – 3 % sedangkan jahe segar kandungan minyak atsirinya lebih banyak dari jahe kering.

Kandungan minyak setiap bagian rimpang jahe berbeda. Menurut Paimin dan Murhananto(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 7 berikut.

Tabel 7. 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

Minyak atsiri merupakan pemberi aroma khas pada jahe. Komponen utama minyak jahe adalah *Zingiberen* dan *Zingiberol*. *Zingiberen* adalah senyawa paling utama dalam minyak jahe. Senyawa ini memiliki titik didih 34°C pada tekanan 14 mm, dengan berat jenis pada 20°C adalah 0,8684. Indeks biasanya 1,4956 dan putaran optik $-73^{\circ}38'$ pada suhu 20°C . Selama penyimpanan,

senyawa *Zingiberen* akan mengalami resinifikasi. Sementara *Zingiberen* merupakan seskwiterpen alkohol ($C_{15}H_{26}O$) yang menyebabkan aroma khas pada jahe (Guenther, 1987)

Kegunaan minyak jahe adalah sebagai bahan baku minuman ringan (*gingerale*), industri farmasi seperti parfum dan kosmetik yang memancarkan kesan "suasana timur", serta bahan penyedap (*flavouring agents*).

2.7 Proses Produksi Minyak Jahe

2.7.1 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 (Guenther, 1987). 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 kepermukaan.

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

2.7.2 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.

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 destillation*).

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 melewati 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 jake 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).

Teknologi penyulingan yang digunakan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya rendemen dan mutu minyak jahe yang dihasilkan. Menurut Guenther (1987), penyulingan air dan uap lebih memungkinkan karena mempunyai beberapa keunggulan:

1. Peralatan yang digunakan sederhana sehingga biaya tidak terlalu tinggi
2. Rendemen minyak yang dihasilkan tinggi
3. Proses hidrolisa lebih mudah dibanding penyulingan dengan air sehingga kualitas minyak yang dihasilkan lebih baik
4. Proses penguapan lebih cepat sehingga waktu penyulingan lebih cepat

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.

2.8 Perubahan – Perubahan yang Terjadi Selama Penyulingan

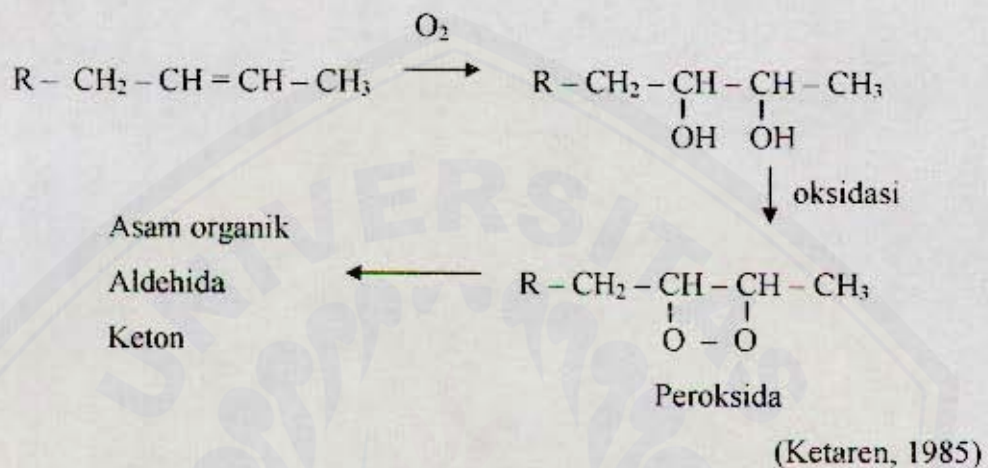
Sifat kimia minyak ditentukan oleh persenyawaan kimia yang terdapat di dalamnya, terutama persenyawaan tidak jenuh yaitu terpene, ester, asam, aldehida dan beberapa jenis persenyawaan lainnya yang termasuk dalam golongan oxygenated hidrokarbon, misalnya alkohol, eter dan keton.

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 dan polimerisasi (resinifikasi).

2.8.1 Oksidasi

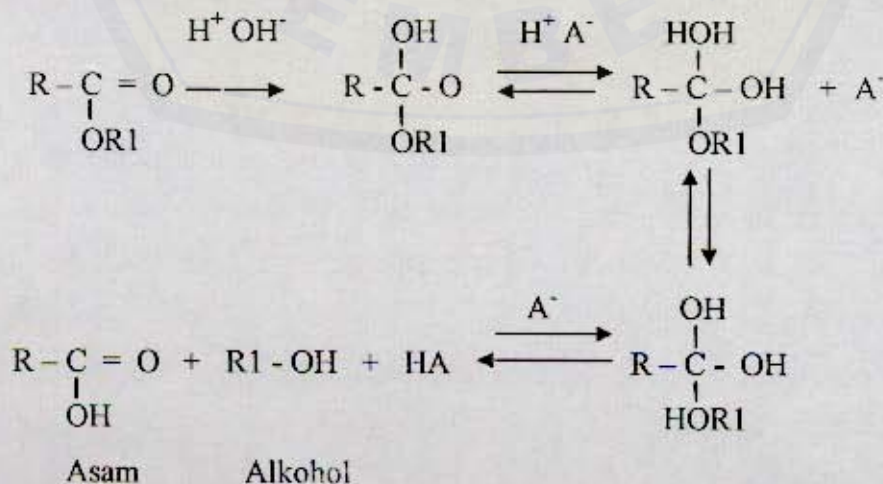
Reaksi oksidasi terutama terjadi pada ikatan rangkap senyawa terpene. Proses oksidasi dapat berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak. Oksidasi biasanya dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida. Hidroperoksida bersifat tidak stabil dan mudah pecah menjadi

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, 1986).



2.8.2 Hidrolisa

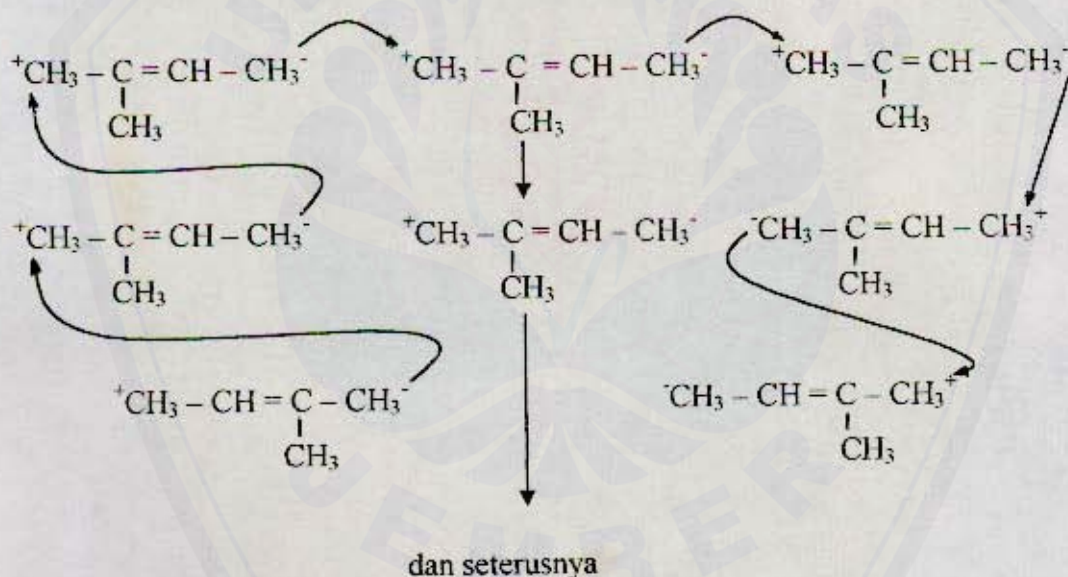
Hidrolisa didefinisikan sebagai reaksi kimia antara air dengan beberapa persenyawaan di dalam minyak atsiri. Komponen dalam minyak sebagian terdiri dari ester, dan beberapa jenis minyak bahkan mengandung ester dalam jumlah besar yang merupakan ester dalam asam organik dan alkohol. Adanya air apabila 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

2.8.3 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).

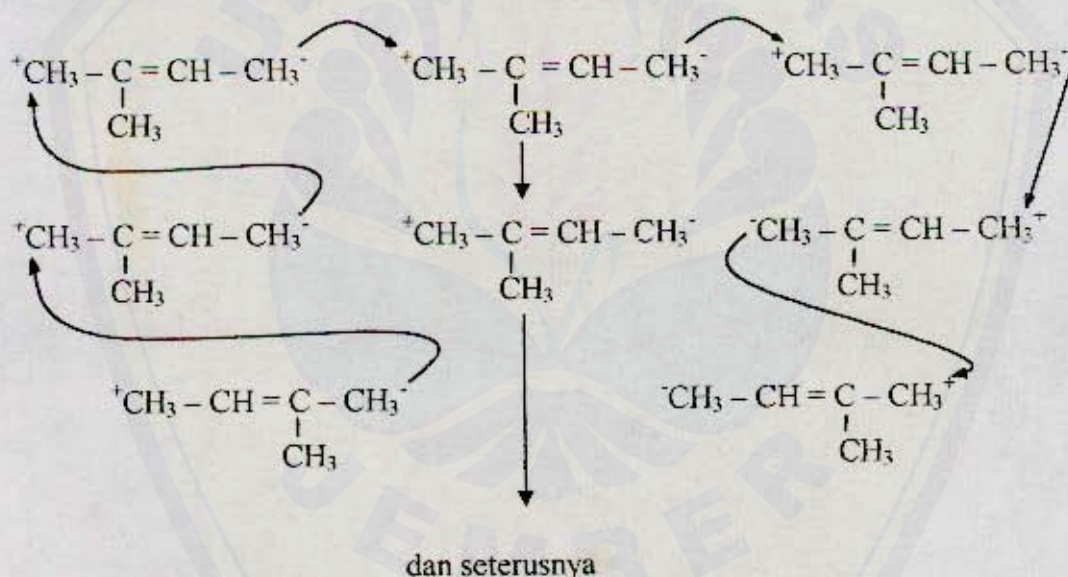
2.9 Hipotesa

Berdasarkan uraian pada latar belakang permasalahan serta tujuan dari penelitian ini, maka dapat ditarik suatu hipotesa bahwa terdapat hubungan antara cara ekstraksi, lama ekstraksi serta pengecilan ukuran dan klon jahe terhadap karakteristik sifat fisiko kimia dan sensoris minyak jahe yang dihasilkan.

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

2.8.3 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).

2.9 Hipotesa

Berdasarkan uraian pada latar belakang permasalahan serta tujuan dari penelitian ini, maka dapat ditarik suatu hipotesa bahwa terdapat hubungan antara cara ekstraksi, lama ekstraksi serta pengecilan ukuran dan klon jahe terhadap karakteristik sifat fisiko kimia dan sensoris minyak jahe yang dihasilkan.



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.

Penelitian ini akan dilaksanakan 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, labu penyabunan tahan basa, biuret, refraktometer, piknometer, termometer, erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, pipet ukur, pipet volume, tissue.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial, terdiri dari 2 faktor dan 3 kali ulangan. Faktor pertama (A_1 dan A_2) adalah dua kombinasi cara penyulingan terpilih, yaitu:

- A_1 merupakan kombinasi terpilih yaitu ukuran partikel perajangan 2 mm, metode penyulingan dengan air dan uap (kukus) dan lama waktu penyulingan 3 jam.
- A_2 merupakan kombinasi terpilih yaitu ukuran partikel perajangan 4 mm, metode penyulingan dengan air (rebus) dan lama waktu penyulingan 4 jam.

Faktor kedua (B_1 dan B_2) adalah dua klon jahe, yaitu :

- B_1 merupakan Jahe Putih Besar (Jahe Gajah).
- B_2 merupakan Jahe Putih Kecil (Jahe Emprit).

Kombinasi perlakuan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$\begin{array}{cc} A_1B_1 & A_2B_1 \\ A_1B_2 & A_2B_2 \end{array}$$

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

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

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 sangat nyata maka digunakan uji lanjutan dengan Uji Tukey. Menurut Kemas (1995), bahwa persamaan yang digunakan ditulis sebagai berikut:

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

dimana:

- W = uji HSD (Tukey)
- q_α = nilai yang ditentukan dalam tabel
- p = jumlah perlakuan
- f_c = derajat bebas galat
- $s\bar{y}$ = galat baru nilai tengah

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Bahan

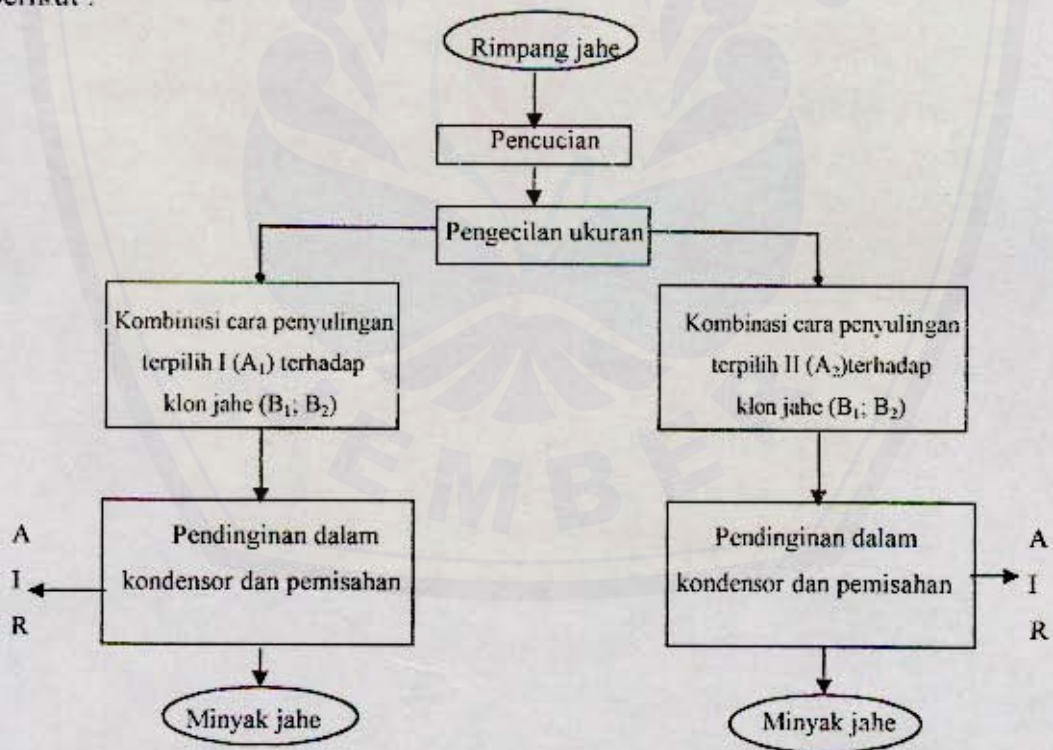
Mengambil rimpang jahe, kemudian dibersihkan dari akar dan tanah. Selanjutnya jahe dipotong – potong sesuai ukuran yang dikehendaki tanpa dikuliti

terlebih dahulu. Jahe hasil rajangan dikeringkan dengan pengering sampai kadar air kurang dari 14 % untuk memudahkan penyulingan nantinya. Selain itu untuk inaktivasi enzim yang ada dalam potongan-potongan rimpang jahe untuk mencegah terjadinya kerusakan pada hasil potongan rimpang jahe tersebut.

3.4.2 Penyulingan minyak jahe

Rimpang jahe yang sudah dipotong dan dikeringkan dimasukkan kedalam dandang destilasi, kemudian dilakukan proses lanjutan sesuai dengan 2 kombinasi terpilih dari penyulingan minyak jahe dan hal tersebut dilakukan pada dua klon jahe yang dipilih. Dengan adanya perbedaan berat jenis minyak dan air maka keduanya akan memisah lalu kemudian minyak dapat dipisahkan dengan menggunakan corong pemisah.

Diagram alir dari penyulingan minyak jahe secara skematis adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram alir penyulingan minyak jahe dengan kombinasi cara penyulingan terpilih I dan II pada dua klon jahe.

3.5 Parameter Pengujian

3.5.1 Penentuan Rendemen Minyak Jahe

Rendemen minyak jahe merupakan prosentase minyak jahe yang dihasilkan dari penyulingan rimpang jahe kering untuk dapat mengetahui hasil secara kuantitas minyak jahe dari proses penyulingan, dan dapat dihitung dengan rumus,

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

di mana,

a = berat minyak hasil ekstraksi (gr)

b = berat rimpang jahe yang disuling (gr)

3.5.2 Penentuan Berat Jenis 25° C

Berat jenis merupakan salah satu kriteria penting dalam menentukan mutu dan kemurnian minyak atsiri. Metode yang digunakan adalah metode perbandingan antara kerapatan minyak jahe dengan kerapatan air suling.

Prosedur yang dilakukan sebagai berikut:

- a. Mencuci dan membersihkan piknometer dan membasuhnya dengan etanol 90% kemudian dikeringkan bagian dalamnya dengan udara kering
- b. Membersihkan bagian luar dengan kain kering atau kertas saring dan sisipkan tutupnya
- c. Membiarkan piknometer 30 menit dalam eksikator dan timbang (massa m), kemudian mengisi piknometer dengan air suling sambil dihindari adanya gelembung udara
- d. Mencilupkan piknometer dalam penbangas air pada suhu 25° C (30 menit)
- e. Mendinginkan piknometer dalam eksikator 30 menit dan timbang (m_1)
- f. Mengosongkan Piknometer, mencuci dengan etanol, keringkan
- g. Mengisi piknometer dengan minyak jahe (m_2) dan dihindari adanya gelembung udara. Mengatur permukaan jahe sampai garis tanda
- h. Mencilupkan piknometer dalam penangas air pada suhu 25° C selama 30 menit
- i. Membiarkan Piknometer dalam eksikator 30 menit kemudian timbang
- j. Mencuci piknometer sampai bersih

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis minyak Jahe} &= (m_2 - m) / (m_1 - m) \\ \text{Massa piknometer kosong (gr)} &= m \\ \text{Massa piknometer + air suling (gr)} &= m_1 \\ \text{Massa piknometer + minyak jahe (gr)} &= m_2 \end{aligned}$$

3.5.3 Indeks Bias Minyak Jahe

Indeks bias minyak jahe ditentukan dengan mengalirkan air melalui refraktometer, agar alat ini berada pada suhu dimana pembacaan akan dilakukan suhu tidak boleh berbeda lebih dari $\pm 2^\circ\text{C}$ dari suhu acuan dan harus dipertahankan dengan toleransi $\pm 0,2^\circ\text{C}$. Sebelum contoh minyak jahe di taruh di dalam alat, minyak itu harus berada pada suhu yang sama dengan suhu dimana pengukuran akan dilakukan. Pembacaan hanya boleh dilakukan bila suhu sudah stabil. Koreksi untuk penyesuaian suhu adalah 0,00045 tiap $^\circ\text{C}$.

Prosedur yang dilakukan sebagai berikut:

- Membersihkan refraktometer dengan alkohol dan mengeringkannya.
- Membuat standart dengan meneteskan aquadest ke dalam refraktometer dan membaca nilai indeks biasnya.
- Mengeringkan kembali refraktometer.
- Meneteskan sampel minyak dan membaca nilai indeks biasnya.

Perhitungan indeks bias minyak jahe adalah sebagai berikut :

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

Keterangan : I.B. (25 $^\circ$) = indeks bias pada suhu 25 $^\circ$

N^T = indeks bias pada suhu pembacaan

0,0004 = faktor koreksi

T = suhu pembacaan

3.5.4 Bilangan Asam Minyak Jahe

Bilangan asam didefinisikan sebagai mg NaOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam bebas dalam 1 gram minyak. Dalam penentuan bilangan asam biasanya digunakan alkali encer, karena jika digunakan alkali kuat maka sejumlah ester dalam minyak atsiri ikut tersabunkan walaupun dalam keadaan dingin.

Prosedur yang dilakukan sebagai berikut:

- 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.

Perhitungan :

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

3.5.5 Kelarutan Minyak Jahe dalam Etanol 90%

Kelarutan minyak dalam etanol ditentukan oleh jenis komponen kimia yang terdapat dalam minyak. Minyak dengan konsentrasi senyawa hidrokarbon teroksigenasi tinggi akan mudah larut dalam etanol dibanding dengan minyak yang konsentrasi terpenya tinggi. Hidrokarbon teroksigenasi merupakan senyawa yang polar, dan nilai kepolarannya mendekati kepolaran etanol (Ketaren, 1985).

Prosedur yang dilakukan sebagai berikut:

Kelarutan minyak jahe dalam etanol 90% ditentukan dengan memasukkan 1 ml minyak jahe ke dalam gelas ukur yang tertutup, dan ditambahkan 1 ml alkohol 90% demi 1 ml. Pada setiap penambahan larutan dikocok dan diamati kejernihannya (misalnya 1 : 1 jernih, 1 : 2 keruh dan seterusnya). Sebelumnya dibuat larutan pembanding untuk kekeruhan dengan menambahkan 0,5 ml larutan perak nitrat (AgNO_3) 0,1 N dalam 50 ml larutan NaCl 0,0002 N dan dikocok. Tambahkan 1 tetes HNO_3 encer 25% dan amati 5 menit (lindungi terhadap sinar matahari langsung).

3.5.6 Kelarutan Minyak Jahe dalam Etanol 95%

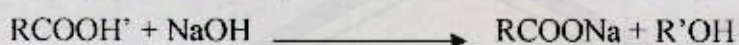
Prosedur yang dilakukan sebagai berikut:

Kelarutan minyak jahe dalam etanol 95% ditentukan dengan memasukkan 1 ml minyak jahe ke dalam gelas ukur yang tertutup, dan ditambahkan 1 ml alkohol 95% demi 1 ml. Pada setiap penambahan larutan dikocok dan diamati kejernihannya (misalnya 1 : 1 jernih, 1 : 2 keruh dan seterusnya). Sebelumnya dibuat larutan pembanding untuk kekeruhan dengan menambahkan 0,5 ml larutan

perak nitrat (AgNO_3) 0,1 N dalam 50 ml larutan NaCl 0,0002 N dan dikocok. Tambahkan 1 tetes HNO_3 encer 25% dan amati 5 menit (lindungi terhadap sinar matahari langsung).

3.5.7 Bilangan Ester

Penentuan jumlah ester sangat penting dalam menentukan nilai minyak atsiri. Pada umumnya ester terbentuk dari asam berbasa satu, maka reaksi penyabunannya adalah sebagai berikut :



dimana : R dan R' = alifatik, aromatik, radikal alisikis (R= dapat juga berupa atomH)(Guenther,1987).

Prosedur yang dilakukan sebagai berikut:

- Menimbang sampel minyak jahe sebanyak 1,5 g dalam labu penyabunan 250 ml.
- Menambahkan 5 ml alkohol 95% dan 3 tetes PP 1% kedalamnya.
- Mentitrasi sampel dengan NaOH 0,1N (penetralan) sampai berubah warna.
- Menambahkan 10 ml larutan NaOH 0,5N.
- Memasang labu penyabunan yang berisi sampel pada kondensor.
- Memanaskannya selama 1 jam.
- Mengangkatnya dan mendinginkan selama 15 menit.
- Menambahkan PP 1% kemudian mentitrasinyanya dengan HCl 0,5N sampai berubah warna.

Perhitungan bilangan ester minyak jahe adalah sebagai berikut :

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

Keterangan : a = selisih antara alkali yang digunakan pada blanko dengan alkali yang digunakan pada sample

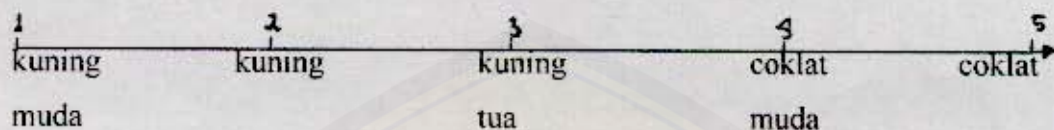
s = berat sampel

3.5.8 Pengamatan Warna dan Aroma

Pengamatan warna dan aroma dilakukan dengan cara visual dan indrawi dengan uji organoleptik untuk mengamati warna dan aroma masing-masing minyak yang berbeda perlakuannya. Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan dan

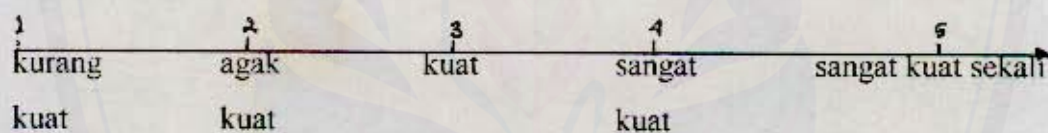
panelis diharapkan memberikan penilaian terhadap warna dan aroma sesuai dengan tingkat kesukaannya. Pada pengamatan ini diasumsikan bahwa panelis adalah panelis tidak ahli sehingga dibutuhkan lebih dari 40 panelis.

Untuk pengamatan warna, warna minyak dibedakan sebagai berikut dengan bobot nilai untuk memudahkan dalam analisa data :

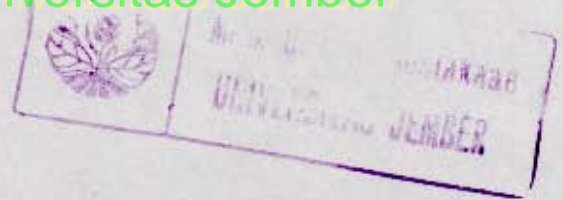


Pemberian bobot nilai sesuai urutan kepekatan warna jahe yang dihasilkan.

Untuk pengamatan aroma yang pada dasarnya memiliki aroma yang sama dan yang membedakan hanya kuat dan tidaknya aroma yang dimiliki. Aroma minyak dibedakan sebagai berikut dengan bobot nilai untuk memudahkan dalam analisa data :



Pemberian bobot nilai sesuai dengan tingkat kekuatan aroma minyak jahe yang dihasilkan.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Karakteristik sifat fisiko kimia dan sensoris dari dua klon jahe dengan perlakuan terbaik adalah sebagai berikut :

1. Jahe Putih Besar dengan perlakuan A₂ (ukuran partikel perajangan 4 mm; metode penyulingan dengan air; lama penyulingan 4 jam)

- Rendemen	0,5127 %
- Berat Jenis	0,8797
- Indeks Bias	1,3336
- Bilangan Asam	1,4011
- Bilangan Ester	23,8000
- Kelarutan pada Alkohol 90%	1 : 3 jernih
- Kelarutan pada Alkohol 95%	1 : 2 jernih
- Warna	Coklat Muda - Coklat
- Aroma	Kuat - Sangat Kuat

2. Jahe Putih Kecil dengan perlakuan A₁ (ukuran partikel perajangan 2 mm; metode penyulingan dengan air dan uap; lama penyulingan 3 jam)

- Rendemen	2,3770%
- Berat Jenis	0,8801
- Indeks Bias	1,3331
- Bilangan Asam	0,3459
- Bilangan Ester	8,6140
- Kelarutan pada Alkohol 90%	1 : 5 jernih
- Kelarutan pada Alkohol 95%	1 : 1 jernih
- Warna	Kuning - Kuning Tua
- Aroma	Agak Kuat - Kuat

3. Jahe Putih Besar dengan perlakuan A_1 (ukuran partikel perajangan 2 mm; metode penyulingan dengan air dan uap; lama penyulingan 3 jam)

- Rendemen	0,7213 %
- Berat Jenis	0,8851
- Indeks Bias	1,3335
- Bilangan Asam	1,4000
- Bilangan Ester	22,1619
- Kelarutan pada Alkohol 90%	1 : 5 jernih
- Kelarutan pada Alkohol 95%	1 : 4 jernih
- Warna	Kuning – Kuning Tua
- Aroma	Agak Kuat

4. Jahe Putih Kecil dengan perlakuan A_2 (ukuran partikel perajangan 4 mm; metode penyulingan dengan air; lama penyulingan 4 jam)

- Rendemen	1,5382 %
- Berat Jenis	0,8643
- Indeks Bias	1,3341
- Bilangan Asam	0,3714
- Bilangan Ester	9,2000
- Kelarutan pada Alkohol 90%	1 : 3 jernih
- Kelarutan pada Alkohol 95%	1 : 1 jernih
- Warna	Kuning Tua
- Aroma	Agak Kuat – Kuat

5.2 Saran

Dengan mengetahui Karakter sifat fisiko kimia dari kedua jenis jahe yaitu jahe putih besar dan jahe putih kecil dengan kombinasi perlakuan yang sesuai maka dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk pemanfaatan minyak jahe dalam produk pangan yang baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1987. *Standar Nasional Indonesia*. Direktorat Standarisasi, Normalisasi dan Pengendalian Mutu, Jakarta
- Gaspersz, V., 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. Armico, Jakarta
- Guenther, E., 1987. *Minyak Atsiri Jilid I*. Terjemahan oleh S. Ketaren, dari *Essential Oil*, 1947. Universitas Indonesia, Jakarta
- Harris, R., 1989. *Tanaman Minyak Atsiri*. Penebar Swadaya, Jakarta
- Hieronymus, 1989. *Jahe*. Kanisius, Jakarta
- Husaini, L., 1992. *Beberapa Cara Mengolah Jahe Untuk Konsumsi Ekspor*. Suara Pembaharuan, 14 Juni 1992, Hal V., Jakarta
- Ketaren, S., 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Balai Pustaka, Jakarta
-, 1986. *Minyak dan Lemak Pangan*. Universitas Indonesia, Jakarta
- Kemas, A. H., 1995. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Jakarta : Raja Grafindo Persada.
- Koswara, S., 1994. *Jahe dan Hasil Olahannya*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta
- Paimin, F.B. dan Murhananto, 1998. *Budidaya, Pengolahan dan Perdagangan Jahe*. Peneber Swadaya, Jakarta
- Rukmana, R., 2000. *Usaha Tani Jahe*. Kanisius, Jakarta
- Rusli, S., 1989. *Peningkatan Nilai Tambah Jahe Melalui Beberapa Proses Pengolahan*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Oktober 1989, Vol VII : 79, Bogor
- Santoso, H.B., 1991. *Jahe*. Penerbit Kanisius, Jakarta
- Sarwono, B., 1984. *Menyuling Minyak Jahe*. Trubus, April 1984, Vol. XV: 182, Bogor
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi, 1989. *Analisa Bahan Makanan Dan Pertanian*. Liberty Yogyakarta, Yogyakarta
- Yuliani, S., Hernani dan Anggraeni, 1991. *Aspek Pasca Panen Jahe*. Balitro, Bogor

Lampiran 1. Rendemen minyak jahe

Lampiran 1a. Hasil Pengamatan Rendemen Minyak Jahe (%)

Tabel 31. Hasil Pengamatan Rendemen Minyak Jahe (%)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	0.5000	0.3636	1.3004	2.1640	0.7213
A1B2	2.0870	2.4499	2.5940	7.1309	2.3770
A2B1	0.3510	0.2760	0.9110	1.5380	0.5127
A2B2	1.5466	1.5243	1.5436	4.6145	1.5382
Jumlah	4.4846	4.6138	6.3490	15.4474	
Rata-rata	1.1212	1.1535	1.5873		1.2873

Tabel 32. Transformasi \sqrt{Y} Hasil Pengamatan Rendemen Minyak Jahe

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	0.7071	0.6030	1.1404	2.4505	0.8168
A1B2	1.4446	1.5652	1.6106	4.6204	1.5401
A2B1	0.5924	0.5253	0.9545	2.0722	0.6907
A2B2	1.2436	1.2346	1.2424	3.7206	1.2402
Jumlah	3.9877	3.9281	4.9479	12.8637	
Rata-rata	0.9969	0.9820	1.2370		1.0720

Tabel 33. Tabel Dua Arah Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Rendemen Minyak Jahe

	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	2.4505	2.0722	4.5227	0.7538
B2	4.6204	3.7206	8.3410	1.3902
Jumlah	7.0709	5.7928		
Rata-rata	1.1785	0.9655		

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

$$\begin{aligned}
 \text{d. JKG} &= \text{JKT} - \text{JKU} - \text{JKP} \\
 &= 1,65758 - 0,16379 - 1,37374 \\
 &= 0,12005
 \end{aligned}$$

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 :

$$\begin{aligned}
 \text{a. JK(A)} &= \Sigma (\text{total taraf metode penyulingan})^2 / rb - \text{FK} \\
 &= [(7,0709)^2 + (5,7928)^2] / 3 \times 2 - 13,78957 \\
 &= (49,99763 + 33,55653) / 6 - 13,78957 \\
 &= 83,55416 / 6 - 13,78957 \\
 &= 13,92569 - 13,78957 \\
 &= 0,13612
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. JK(B)} &= \Sigma (\text{total taraf klon jahe})^2 / ra - \text{FK} \\
 &= [(4,5227)^2 + (8,3410)^2] / 3 \times 2 - 13,78957 \\
 &= (20,45482 + 69,57228) / 6 - 13,78957 \\
 &= 90,02710 / 6 - 13,78957 \\
 &= 15,00452 - 13,78957 \\
 &= 1,21495
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. JK(AB)} &= \text{JKP} - \text{JK(A)} - \text{JK(B)} \\
 &= 1,37374 - 0,13612 - 1,21495 \\
 &= 0,02267
 \end{aligned}$$

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 :

$$\begin{aligned} \text{a. KT(A)} &= \text{JK(A)} / (a - 1) \\ &= 0,13612 / (2 - 1) \\ &= 0,13612 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. KT(B)} &= \text{JK(B)} / (b - 1) \\ &= 1,21495 / (2 - 1) \\ &= 1,21495 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. KT(AB)} &= \text{JK(AB)} / (a - 1)(b - 1) \\ &= 0,02267 / (2 - 1)(2 - 1) \\ &= 0,02267 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. KT(G)} &= \text{JK(G)} / \text{db(G)} \\ &= 0,12005 / 6 \\ &= 0,02001 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{a. F-hitung (A)} &= \text{KT(A)} / \text{KTG} \\ &= 0,13612 / 0,02001 \\ &= 6,80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. F-hitung (B)} &= \text{KT(B)} / \text{KTG} \\ &= 1,21495 / 0,02001 \\ &= 60,72 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. F-hitung (AB)} &= \text{KT(AB)} / \text{KTG} \\ &= 0,02267 / 0,02001 \\ &= 1,13 \end{aligned}$$

Tabel 34. 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	0.16379				
Perlakuan	3	1.37374				
Faktor A	1	0.13612	0.13612	6.80 *	5.99	13.75
Faktor B	1	1.21495	1.21495	60.72 **	5.99	13.75
Interaksi A x B	1	0.02267	0.02267	1.13 ns	5.99	13.75
Galat	6	0.12005	0.02001			
Total	11	1.65757				
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 : $p = 2$; $f_c = 6$; sehingga $q_\alpha = 3,46$

$$\begin{aligned} S_{\bar{y}} &= \sqrt{(KTG / r)} \\ &= \sqrt{(0,02 / 3)} \\ &= \sqrt{(0,0067)} \\ &= 0,0819 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= q_\alpha(p, f_c) S_{\bar{y}} \\ &= 3,46 \times 0,0819 \\ &= 0,2834 \end{aligned}$$

A2	A1
5,7928	7,0709

$$A2 - A1 = |5,7928 - 7,0709| = 1,2781 > 0,2834 \text{ (berbeda nyata)}$$

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	7,0709	a
A2	5,7928	b

Lampiran 2. Berat jenis minyak jahe

Lampiran 2a Hasil Pengamatan Berat Jenis Minyak Jahe (%)

Tabel 35. 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 36. 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. Indeks bias minyak jahe

Lampiran 3a. Hasil Pengamatan Indeks Bias Minyak Jahe

Tabel 37. 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 38. 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. Bilangan asam minyak jahe

Lampiran 4a. Hasil Pengamatan Bilangan Asam Minyak Jahe

Tabel 39. 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 40. 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. Bilangan ester minyak jahe

Lampiran 5a. Hasil Pengamatan Bilangan Ester Minyak Jahe

Tabel 41. 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 42. 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. Warna minyak jahe

Lampiran 6a. Hasil Pengamatan Warna Minyak Jahe

Tabel 43. Hasil Pengamatan Warna Minyak Jahe

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	4.3000	1.9000	1.7000	7.9000	2.6333
A1B2	1.7000	2.7000	1.7000	6.1000	2.0333
A2B1	4.2000	4.9000	4.9000	14.0000	4.6667
A2B2	3.3000	3.6000	3.1000	10.0000	3.3333
Jumlah	13.5000	13.1000	11.4000	38.0000	
Rata-rata	3.3750	3.2750	2.8500		3.1667

Lampiran 6b.

Tabel 44. Tabel Dua Arah Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Warna Minyak Jahe

	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	7.9000	14.0000	21.9000	3.6500
B2	6.1000	10.0000	16.1000	2.6833
Jumlah	14.0000	24.0000		
Rata-rata	2.3333	4.0000		

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 7. Aroma minyak jahe

Lampiran 7a. Hasil Pengamatan Aroma Minyak Jahe

Tabel 45. Hasil Pengamatan Aroma Minyak Jahe

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	2.7000	2.3000	1.9000	6.9000	2.3000
A1B2	2.5000	2.6000	2.7000	7.8000	2.6000
A2B1	3.2000	3.5000	3.5000	10.2000	3.4000
A2B2	2.3000	3.0000	3.2000	8.5000	2.8333
Jumlah	10.7000	11.4000	11.3000	33.4000	
Rata-rata	2.6750	2.8500	2.8250		2.7833

Lampiran 7b.

Tabel 46. Tabel Dua Arah Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Aroma Minyak Jahe

	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	6.9000	10.2000	17.1000	2.8500
B2	7.8000	8.5000	16.3000	2.7167
Jumlah	14.7000	18.7000		
Rata-rata	2.4500	3.1167		

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 7. Aroma minyak jahe

Lampiran 7a. Hasil Pengamatan Aroma Minyak Jahe

Tabel 45. Hasil Pengamatan Aroma Minyak Jahe

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	2.7000	2.3000	1.9000	6.9000	2.3000
A1B2	2.5000	2.6000	2.7000	7.8000	2.6000
A2B1	3.2000	3.5000	3.5000	10.2000	3.4000
A2B2	2.3000	3.0000	3.2000	8.5000	2.8333
Jumlah	10.7000	11.4000	11.3000	33.4000	
Rata-rata	2.6750	2.8500	2.8250		2.7833

Lampiran 7b.

Tabel 46. Tabel Dua Arah Metode Penyulingan dan Klon Jahe terhadap Aroma Minyak Jahe

	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	6.9000	10.2000	17.1000	2.8500
B2	7.8000	8.5000	16.3000	2.7167
Jumlah	14.7000	18.7000		
Rata-rata	2.4500	3.1167		

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 8. Kelarutan minyak jahe dari 4-kombinasi perlakuan dalam alkohol 90% (tiap kombinasi diambil 3 sampel minyak).

Sampel	Perbandingan							
	Ulangan	1 : 1	1 : 2	1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 6	1 : 7
A1B1	1	K	K	K	K	J	J	J
	2	K	K	J	J	J	J	J
	3	K	J	J	J	J	J	J
A1B2	1	K	K	K	J	J	J	J
	2	K	K	K	K	J	J	J
	3	K	K	K	J	J	J	J
A2B1	1	K	K	J	J	J	J	J
	2	J	J	J	J	J	J	J
	3	J	J	J	J	J	J	J
A2B2	1	K	K	J	J	J	J	J
	2	K	K	J	J	J	J	J
	3	K	K	J	J	J	J	J

Keterangan : J = Jernih

K = Keruh

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 9. Kelarutan minyak jahe dari 4 kombinasi perlakuan dalam alkohol 95% (tiap kombinasi diambil 3 sampel minyak).

Sampel	Perbandingan							
	Ulangan	1 : 1	1 : 2	1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 6	1 : 7
A1B1	1	K	K	K	J	J	J	J
	2	J	J	J	J	J	J	J
	3	J	J	J	J	J	J	J
A1B2	1	J	J	J	J	J	J	J
	2	J	J	J	J	J	J	J
	3	J	J	J	J	J	J	J
A2B1	1	K	J	J	J	J	J	J
	2	J	J	J	J	J	J	J
	3	J	J	J	J	J	J	J
A2B2	1	J	J	J	J	J	J	J
	2	J	J	J	J	J	J	J
	3	J	J	J	J	J	J	J

Keterangan : J = Jernih

K = Keruh

1 : 1 = 1 ml minyak jahe larut dalam 1 ml alkohol 95% dalam keadaan jernih

1 : 2 = 1 ml minyak jahe larut dalam 2 ml alkohol 95% dalam keadaan jernih

1 : 3 = 1 ml minyak jahe larut dalam 3 ml alkohol 95% dalam keadaan jernih

1 : 4 = 1 ml minyak jahe larut dalam 4 ml alkohol 95% dalam keadaan jernih

1 : 5 = 1 ml minyak jahe larut dalam 5 ml alkohol 95% dalam keadaan jernih

1 : 6 = 1 ml minyak jahe larut dalam 6 ml alkohol 95% dalam keadaan jernih

1 : 7 = 1 ml minyak jahe larut dalam 7 ml alkohol 95% dalam keadaan jernih

Lampiran 10. Data kadar air jahe sebelum penyulingan

Lampiran 10a. Data Kadar Air Jahe Sebelum Dilakukan Penyulingan

Perlakuan	Kadar Air	
	Ulangan 2	Ulangan 3
Basah	77.52	77.52
A1B1	15.61	21.66
A1B2	13.72	13.72
A2B1	22.91	17.48
A2B2	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 10b. 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 11. Form organoleptik dan cara analisa data warna minyak jahe

Lampiran 11a. Form Organoleptik Warna dan Aroma Minyak Jahe

FORM ISIAN ORGANOLEPTIK WARNA DAN AROMA MINYAK JAHE

(Zingiber officinale Rosc.)

Nama : Retno Utaminingsih
 NIM : 99-1001
 Fakultas : TP/THP
 Tanggal : 20 Februari 2002

I. Warna

Berilah tanda cek (v) pada kolom sesuai dengan pengamatan anda

Kode	Kuning Muda	Kuning	Kuning Tua	Coklat Muda	Coklat
111				v	
112	v				
121				v	
122			v		
211		v			
212		v			
221					v
222			v		
311	v				
312	v				
321				v	
322		v			

II. Aroma

Berilah tanda cek (v) pada kolom sesuai dengan pengamatan anda

Kode	Kurang Kuat	Agak Kuat	Kuat	Sangat Kuat	Sangat Kuat Sekali
111					v
112		v			
121					v
122				v	
211			v		
212			v		
221					v
222				v	
311		v			
312		v			
321					v
322			v		

Lampiran 11b Cara Analisa Data Warna Minyak Jahe

Dari data hasil pengamatan panelis seperti lampiran 11a., dijumlahkan seluruh hasil pengamatan tiap-tiap perlakuan sesuai bobot nilainya, kemudian dirata-rata hasil jumlah seluruhnya. Hasil rata-rata tiap ulangan dimasukkan dalam data seperti tabel 1. dibawah ini. Sehingga akhirnya didapatkan rekapitulasi rata-rata nilai tiap ulangan.

Tabel 47. Rekapitulasi Data Warna Minyak Jahe

Perlakuan	Ulangan			Σ	Rata-rata
	1	2	3		
A ₁ B ₁	4,3	1,9	1,7	7,9	2,63
A ₁ B ₂	1,7	2,7	1,7	6,1	2,03
A ₂ B ₁	4,2	4,9	4,9	14	4,67
A ₂ B ₂	3,3	3,6	3,1	10	3,33

Kemudian dilanjutkan dengan analisa data dan perhitungan seperti parameter lainnya.

Lampiran 12. 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 13. Dokumentasi minyak jahe hasil dari penyulingan jahe

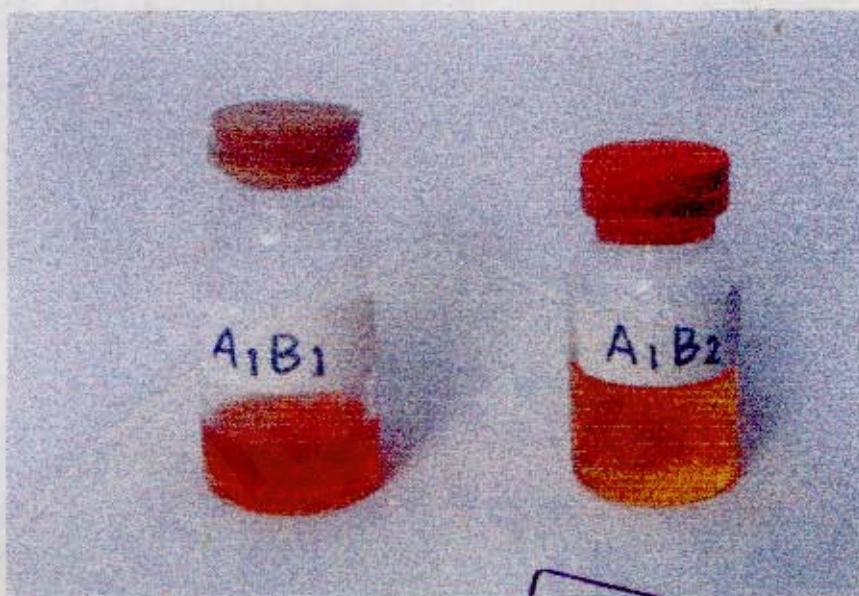


Foto 1. Minyak jahe hasil penyulingan dengan ukuran perajangan 2 mm, metode kukus, selama 3 jam

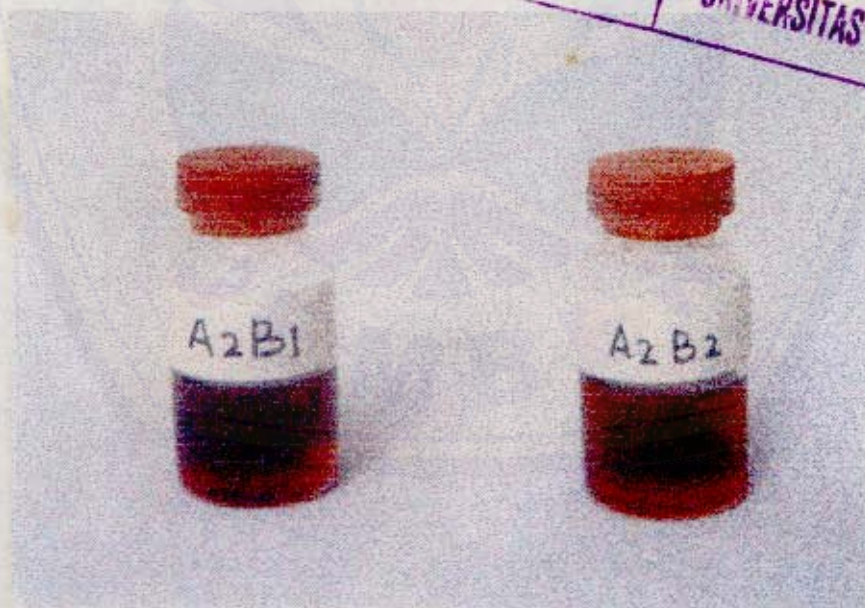


Foto 2. Minyak jahe hasil penyulingan dengan ukuran perajangan 4 mm, metode rebus, selama 4 jam