

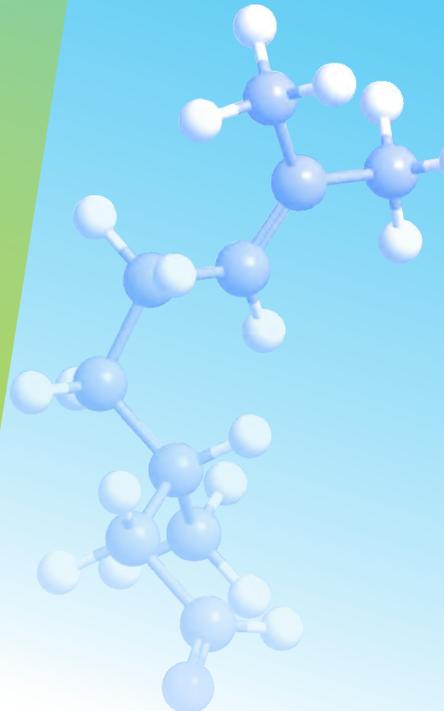


QUO VADIS MiNYAK SERAI WANGI DAN PRODUK TURUNANNYA



Editor:

Anny Sulaswatty
Meika Syahbana Rusli
Haznan Abimanyu
Silvester Tursiloadi



QUO VADIS
MINYAK
SERAI WANGI
DAN PRODUK TURUNANNYA

Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014

All Rights Reserved

**QUO VADIS
MiNYAK
SERAI WANGI
DAN PRODUK TURUNANNYA**

Editor:

Anny Sulaswatty

Meika Syahbana Rusli

Haznan Abimanyu

Silvester Tursiloadi

LIPI Press

© 2019 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Pusat Penelitian Kimia

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Quo Vadis Minyak Serai Wangi dan Produk Turunannya/Anny Sulaswatty, Meika Syahbana Rusli, Haznan Abimanyu, dan Silvester Tursiloadi (Ed.)–Jakarta: LIPI Press, 2019.

xxv hlm. + 220 hlm.; 14,8 × 21 cm

ISBN 978-602-496-040-7 (cetak)

978-602-496-041-4 (e-book)

1. Serai wangi
2. Quo vadis
3. Produk turunan

584.9. 381.4

Copy editor : Risma Wahyu Hartiningsih dan Ira Purwo Kinanti
Proofreader : Martinus Helmiawan
Penata isi : Ajar Lambangsih dan Rahma Hilma Taslima
Desainer sampul : Rusli Fazi dan Annisa Dieni L.

Cetakan pertama : Juli 2019



Diterbitkan oleh:
LIPI Press, anggota Ikapi
Gedung PDDI LIPI, Lantai 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710
Telp.: (021) 573 3465
e-mail: press@mail.lipi.go.id
website: lipipress.lipi.go.id

 LIPI Press
 @lipi_press



*Melalui Inovasi Minyak Serai Wangi, Harumkan Masa Depan
Bahan Alam Indonesia (Pusat Penelitian Kimia LIPI, 2019)*

Dipersembahkan untuk para pecinta keharuman dan kesehatan



DAFTAR ISI

Daftar Gambar.....	ix	
Daftar Tabel	xiii	
Pengantar Penerbit	xvii	
Kata Pengantar	xix	
Prakata	xxiii	
BAB I	MENELUSURI JEJAK SERAI WANGI DARI HULU SAMPAI HILIR.....	1
	<i>Anny Sulaswatty, Haznan Abimanyu, dan Meika Syahbana Rusli</i>	
BAB II	SERAI WANGI DAN POTENSINYA.....	13
	<i>Anny Sulaswatty dan Indri Badria Adilina</i>	
BAB III	TEKNOLOGI PENYULINGAN DAN EKSTRAKSI MINYAK SERAI	43
	<i>Egi Agustian dan Anny Sulaswatty</i>	

BAB IV	TEKNOLOGI PEMURNIAN MINYAK SERAI WANGI.....	69
	<i>Anny Sulaswatty dan Egi Agustian</i>	
BAB V	SINTESIS PRODUK TURUNAN MINYAK SERAI WANGI MENJADI BAHAN KIMIA ADI	91
	<i>Silvester Tursiloadi dan Indri Badria Adilina</i>	
BAB VI	SINTESIS TURUNAN MINYAK SERAI WANGI SEBAGAI BAHAN BAKU OBAT	113
	<i>Muhammad Hanafi dan Nina Artanti</i>	
BAB VII	MANAJEMEN PENGEMBANGAN USAHA MINYAK SERAI WANGI BERBASIS TEKNOLOGI	153
	<i>Arief A. R. Setiawan, Annisa Dieni Lestari, dan Haznan Abimanyu</i>	
BAB VIII	MINYAK SERAI WANGI: POTENSI BESAR YANG PERLU PERHATIAN	193
	<i>Haznan Abimanyu, Silvester Tursiloadi, dan Meika Syahbana Rusli</i>	
	Glosarium	199
	Daftar Singkatan	207
	Indeks	211
	Biografi Penulis	213



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Serai Wangi Tipe Ceylon dan Jawa	15
Gambar 2.2	Tanaman Serai Wangi	19
Gambar 2.3	Perkembangan Total Luas Area Tanaman dan Produktivitas Serai Wangi Indonesia	27
Gambar 2.4	Penyulingan Minyak Serai Wangi	29
Gambar 2.5	Pengharum Ruangan dari Minyak Serai Wangi	33
Gambar 2.6	Produk Komersial Minyak Serai Wangi untuk Pengusir Serangga	34
Gambar 2.7	Sabun Serai Komersial	35
Gambar 2.8	Bioaditif Komersial CetrolN15® dan Bioaditif OctaneN®	37
Gambar 3.1	Skema Alat Penyulingan Dengan Sistem Penyulingan Air (<i>Water Distillation</i>) Skala Laboratorium.....	47
Gambar 3.2	Skema Alat Penyulingan Dengan Sistem Penyulingan Uap dan Air (<i>Water and Steam Distillation</i>).....	49
Gambar 3.3	Skema Alat Penyulingan Dengan Sistem Penyulingan Uap Langsung (<i>Direct Steam Distillation</i>).....	50
Gambar 3.4	Alat Pembangkit Uap di P2 Kimia LIPI.....	51
Gambar 3.5	Alat Tungku Pemanas Berbahan Bakar Kayu.....	52

Gambar 3.6	Alat Ketel Penyulingan Skala 300 kg Bahan Daun dan Batang Serai Wangi di P2 Kimia LIPI.....	53
Gambar 3.7	Alat Pendingin (Kondenser) Sistem <i>Shell</i> dan <i>Tube</i> (A), Penampang <i>Shell</i> (B), dan Bagian Dalam dari Kondenser (C) Sistem Distilasi Uap Serai Wangi di P2 Kimia LIPI	55
Gambar 3.8	Alat Pemisah Minyak Serai Wangi dan Air (Dekanter) Berbahan <i>Stainless Steel</i> (A) dan Berbahan Kaca (B)	56
Gambar 3.9	Bagan Alir Proses Penyulingan Minyak Serai Wangi.....	57
Gambar 3.10	Diagram Proses Penyulingan Minyak Serai Wangi dengan Sistem Uap Langsung.....	58
Gambar 3.11	Sambungan dari Bagian Alat Ketel Penyulingan ke Pendingin Kondensor	60
Gambar 3.12	Ketel Distilasi Berbagai Kapasitas 300 kg (Bahan A), 20 kg (Bahan B), 10 kg (Bahan C) dan 1 kg (Bahan D) di PP Kimia LIPI.....	61
Gambar 3.13	Peralatan Perkolasi Kapasitas 8 Liter	63
Gambar 3.14	Ekstraksi Soklet Kapasitas 50 Liter.....	64
Gambar 4.1	<i>Cross flow</i> Kontak Fluida Pada <i>Packed Column</i> (A) dan <i>Bubble Cap</i> (B)	73
Gambar 4.2	Alat Distilasi Fraksinasi Skala Laboratorium di P2 Kimia LIPI.....	76
Gambar 4.3	Alat (A) dan Skema (B) Unit Distilasi Fraksionasi Skala <i>Bench</i> di P2 Kimia LIPI	77
Gambar 4.4	Prinsip Evaporasi dan Kondensasi pada Distilasi Molekuler.....	79
Gambar 4.5	Sistem Distilasi Molekuler dengan <i>Two Stage (Thin Film Evaporation and Shortpath Distillation)</i>	80
Gambar 4.6	Diagram Fase (A) dan Solubilitas (B) pada Variabel Tekanan dan Temperatur	83
Gambar 4.7	Alat Ekstraksi CO ₂ SFE Kapasitas 350 ml (A) dan 4 Liter (B).....	84
Gambar 5.1	Produk Turunan Minyak Serai Wangi.....	94
Gambar 5.2	Reaksi turunan sitronelal menjadi metil sitronelol atau etil sitronelol menggunakan pereaksi Grignard.....	95
Gambar 5.3	Reaksi siklisasi Isopulegol dari sitronelal menggunakan katalis zeolit alam.....	95
Gambar 5.4	Reaksi Siklisasi Isopulegil Asetat dari Sitronelal.....	96
Gambar 5.5	Reaksi sitronelal menjadi senyawa hidroksi sitronelal	97

Gambar 5.6	Esterifikasi Sitronelol dan Geraniol dengan Asam Karboksilat	97
Gambar 5.7	Reaksi sitronelal dengan LiAlH_4 dan H_2SO_4 menjadi sitronelol.....	99
Gambar 5.8	Hidrogenasi sitronelal menggunakan katalis logam Ni..	99
Gambar 5.9	Reaksi Hidrogenasi Sitronelal dengan Katalis Ni.....	100
Gambar 5.10	Reaksi Hidrogenasi Sitronelol dengan Katalis Ni	100
Gambar 5.11	Hidrogenasi isopulegol menggunakan Raney-Ni.....	101
Gambar 5.12	Mekanisme Reaksi Pembentukan Pseudoionon dari Geraniol	101
Gambar 5.13	Reaksi pseudoionon dengan H_3PO_4 atau H_2SO_4 menghasilkan (1) α -ionon, (2) β -ionon dan (3) H-ionon.	103
Gambar 5.14	Reaksi untuk Sintesis Vitamin A dari β -ionon	104
Gambar 6.1	Jumlah Paten yang terkait dengan Bioaktivitas Penggunaan Minyak Serai Wangi dan Kandungan Senyawa Utamanya.....	115
Gambar 6.2	Efek Terpenoid terhadap Reseptor PPAR γ dan Struktur Kimia dari Terpenoid Aktif.....	124
Gambar 6.3	Efek antihiperlipidemik geraniol pada uji OGTT menggunakan hewan coba tikus	131
Gambar 6.4	Efek Geraniol terhadap Sekresi Insulin yang Bergantung Dosis (6,25–50 $\mu\text{g}/\text{Ml}$ Geraniol) Pada Uji <i>In Vitro</i>	131
Gambar 6.5	Struktur Geraniol, Geraniol eter, dan Nilai Log P.....	134
Gambar 6.6	Reaksi Pembentukan Ester β -Sitronelol-ALA	134
Gambar 6.7	Persentase Penurunan Volume Tumor	135
Gambar 6.8	Turunan Geraniol Amida.....	136
Gambar 6.9	Efek Turunan Gliserol Amina terhadap Penurunan Berat Bagian Tumor pada Tikus	137
Gambar 6.10	Sitotoksik dari Turunan Geraniol Amina terhadap Sel Kanker <i>Human Hepatoma</i> HLF.....	137
Gambar 6.11	Sintesis R-Sitronelil Butil Amina	138
Gambar 6.12	Nilai IC_{50} Minyak <i>Lemongrass</i> , Minyak Sitronela, Sitronelal, dan Sitronelil Butil Amina (C37A = senyawa 10)	138
Gambar 6.13	Sintesis Senyawa 11 dan 12 dari Sitronelal	139
Gambar 6.14	Struktur Molekul 4-Geranioltrioksolon (13).....	140
Gambar 6.15	Sintesis Turunan Sitronelil Anilin 14 dan 15	141

Gambar 6.16	Senyawa Terpenoid sebagai Bahan Pembuatan Artemisinin (16).....	142
Gambar 6.17	Sintesis Artemisinin dari (R)(+)-Sitronelal*	143
Gambar 6.18	Reaksi Pembentukan Artemisinin (16) dari Isopulegol..	144
Gambar 6.19	Reaksi Pembentukan (-)-Likoseron(17) dari R-Sitronelal	145
Gambar 7.1	Tahapan Pengembangan Usaha Minyak Serai Wangi	155
Gambar 7.2	Tahapan Pengembangan Produk dari Ide Awal Hingga Terjual.....	161
Gambar 7.3	Ilustrasi Kemasan Bioaditif dan Penggunaannya untuk Kendaraan.....	165
Gambar 7.4	Logo Bioaditif Berbasis Serai Wangi.....	165
Gambar 7.5	Label Stiker Bioaditif Berbasis Serai Wangi	166
Gambar 7.6	Kemasan Bioaditif Berbasis Serai Wangi dalam Botol Isi 30 mL	167
Gambar 7.7	Pengemasan 10 Botol Bioaditif dalam Dus beserta Pelabelannya	167
Gambar 7.8	Contoh Brosur Produk Bioaditif Berbasis Serai Wangi..	168
Gambar 7.9	Siklus Hidup Produk Terkait (i) Biaya Pengembangan Produk dan Produksi; (ii) Penjualan; (iii) Aliran Kas Keuangan	169
Gambar 7.10	Struktur Organisasi Sederhana Produksi Minyak Serai Wangi.....	174
Gambar 7.11	Rantai Perdagangan Minyak Atsiri di Indonesia.....	182
Gambar 7.12	Alur Distribusi Minyak Atsiri di Jepang	183
Gambar 7.13	Prosedur Impor Minyak Atsiri di Jepang.....	185
Gambar 7.14	Rantai Pasok Serai Wangi.....	187



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Nilai Ekspor dan Impor Minyak Serai Wangi (Dalam 000 US\$)	4
Tabel 1.2	Peraturan-Peraturan Terkait Serai Wangi	4
Tabel 2.1	Deskripsi Jenis Tanaman Serai Wangi	15
Tabel 2.2	Komposisi Kimia Minyak Serai Wangi	17
Tabel 2.3	Spesifikasi Persyaratan Mutu Minyak Serai Wangi.....	18
Tabel 2.4	Jenis Uji dan Syarat Mutu Sebagai Rekomendasi.....	18
Tabel 2.5	Klasifikasi Botani dari Tumbuhan Serai Wangi	19
Tabel 2.6	Data Sebaran Areal Tanaman dan Produksi Minyak Serai Wangi	24
Tabel 2.7	Perkembangan Luas Areal Perkebunan dan Produktivitas Serai Wangi di Indonesia.....	25
Tabel 2.8	Perkembangan Total Luas Areal dan Produktivitas Serai Wangi Indonesia	27
Tabel 2.9	Produksi Minyak Atsiri Utama di Dunia pada Tahun 2007..	30
Tabel 2.10	Produksi Minyak Atsiri di Indonesia pada Tahun 2014 (Estimasi DAI)	31
Tabel 4.1	Perolehan Fraksi Minyak Serai Wangi pada 85 mmHg dan Refluks 10:10.....	75
Tabel 4.2	Hasil Analisa Fraksi Minyak Serai Wangi Pada 85 mmHg dan Refluks 20:10	75

Tabel 4.3	Kondisi Optimum Distilasi Fraksinasi Sitronelal dari Minyak Serai Wangi pada Skala Laboratorium	76
Tabel 4.4	Pengaruh Temperatur dan Tekanan SFE terhadap <i>Yield</i> , Berat Jenis, dan Viskositas Ekstrak Minyak Serai	85
Tabel 4.5	Pengaruh Tekanan dan Temperatur SFE terhadap Ekstrak Sitronelal, Sitronelol, dan Geraniol	85
Tabel 5.1	Sitronelil Ester dan Penggunaannya.....	98
Tabel 5.2	Geraniol Ester dan Penggunaannya.....	98
Tabel 5.3	Karakteristik Produk Turunan Pertama Minyak Serai Wangi	100
Tabel 5.4	Karakteristik Produk Turunan Kedua Minyak Serai Wangi...	102
Tabel 5.5	Karakteristik Produk Turunan Ketiga Minyak Serai Wangi...	103
Tabel 5.6	Hasil Penelitian dan Pengembangan P2 Kimia	105
Tabel 6.1	Kandungan Utama Minyak Serai wangi Jenis Ceylon dan Java	114
Tabel 6.2	Nilai Aktivitas Antivirus KHM ($\mu\text{g}/\text{ml}$) Komponen Minyak Serai Wangi, Asiklovir dan Oseltavimир, terhadap Sel MDBK	117
Tabel 6.3	Nilai Aktivitas Antibakteri KHM ($\mu\text{g}/\text{mL}$) dari Komponen Minyak Serai Wangi dan Ampisilin	118
Tabel 6.4	Nilai KHM Beberapa Minyak Atsiri Terhadap 5 Strain Bakteri Penyebab Jerawat <i>Propionum bacterium acnes</i> (Luangnarumitchai dkk., 2007).	119
Tabel 6.5	Aktivitas Antitumor Geraniol pada Beberapa Sistem Uji Hewan Atau Sel	122
Tabel 6.6	Aktivitas Antioksidan Sitral, Sitronelol, dan Geraniol.....	129
Tabel 6.7	Hasil Pengamatan Volume Tumor terhadap Pemberian ALA, β -Sitronelol, dan Ester β -Sitronelol-ALA dan Campurannya pada Dosis 50 mg/kg	135
Tabel 6.8	Indek Selektivitas (IS) Minyak Lemongrass, Sitronela, Sitronelal, dan Sitronelil Butil Amina (10) Antara Sel Bukan Tumor (Vero) dan Sel Kanker (MCF-7).....	138
Tabel 6.9	Nilai Konsentrasi Inhibisi Minimum (KHM, mM) dari Senyawa 11 , 12 , RSitronelal, dan R-Sitronelol.....	139
Tabel 6.10	Sintesis Oktahidroakridin Bebas Pelarut dengan Katalis Zeolite.	141
Tabel 7.1	Jenis Pekerjaan untuk Pengembangan Usaha	172
Tabel 7.2	Penjabaran Pekerjaan ke dalam Tugas	173
Tabel 7.3	Data Sebaran Luas Lahan dan Produksi Tanaman Serai Wangi 2013	180

Tabel 7.4	Negara Pengekspor Minyak Serai Wangi ke Amerika 2009–2013 (ton).....	186
Tabel 7.5	Harga Satuan Ekspor Minyak Serai Wangi dari Berbagai Negara ke Amerika 2009–2013 (US\$/kg)	187



PENGANTAR PENERBIT

Sebagai penerbit ilmiah, LIPI Press mempunyai tanggung jawab untuk menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Upaya tersebut merupakan salah satu perwujudan tugas LIPI Press untuk turut serta mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Bunga rampai ini membahas secara komprehensif mengenai alur proses pemanfaatan dan pengembangan minyak serai di Indonesia. Selama ini, Indonesia telah dikenal sebagai negara pengeksport berbagai jenis minyak atsiri, salah satu di antaranya ialah minyak serai wangi. Kami harap bunga rampai ini dapat menambah wawasan pembaca mengenai seluk-beluk minyak serai wangi, dalam upaya pengembangan ilmu pengetahuan sekaligus peningkatan nilai ekonominya.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan bunga rampai ini.

LIPI Press



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas limpahan rahmat-Nya sehingga bunga rampai dengan judul *Quo Vadis Minyak Serai Wangi dan Produk Turunannya* ini dapat terbit ke hadapan para pembaca dengan baik.

Indonesia merupakan negara agraris yang banyak memiliki keanekaragaman flora yang berlimpah. Pertanian yang cukup maju memberikan peningkatan kesejahteraan bagi para petani. Sektor pertanian telah memberikan kontribusi bagi negara terutama devisa. Salah satu komoditas dari sektor pertanian yang mampu meningkatkan devisa negara adalah minyak atsiri. Tanaman penghasil minyak atsiri tersebut dapat menghasilkan minyak nilam, minyak serai, minyak kayu putih, minyak kayu manis, dan lain-lain.

Salah satu tanaman atsiri di Indonesia yang potensial untuk dikembangkan adalah serai wangi. Tanaman serai termasuk golongan rumput-rumputan dari famili *Graminae* yang disebut *Andropogon nardus* dan *Cymbogon nardus*. Serai wangi (*Andropogon nardus* var. *genuinus* L.) merupakan penghasil minyak atsiri yang di perdagangan dunia dikenal dengan nama *Java citronella*, sedangkan petani menyebutnya serai wangi.

Sebaran tanaman serai dan produksi minyak serai wangi di Indonesia berpusat di Pulau Jawa, khususnya Jawa Barat (Jabar) dan Jawa Tengah (Jateng). Menurut data statistik, daerah yang mengembangkan serai wangi hanya di Riau, Jabar, Jateng, Kalimantan Barat (Kalbar), dan Sulawesi Selatan (Sulsel). Pangsa produksi minyak serai wangi Jabar dan Jateng mencapai 95% dari total produksi Indonesia. Daerah sentra produksi di Jawa Barat adalah Pandeglang, Bandung, Sumedang, Ciamis, Cianjur, Lebak, Garut, dan Tasikmalaya. Untuk wilayah di Jawa Tengah adalah Cilacap dan Pemalang. Kegunaan *essential oil* ini boleh dibilang sangat luas, mulai sebagai bahan baku parfum, antiseptik, kosmetik, obat-obatan, dan perisa makanan atau minuman serta pencampur rokok kretek.

Dalam bunga rampai ini dibahas hal-hal mencakup potensi dan pemahaman saintifik tanaman serai dan minyak serai wangi sejak *on farm* sampai *off farm*, seperti budi daya serai, pascapanen, manfaat, dan khasiat minyak serai wangi, baik untuk pangan dan nonpangan serta ketersediaan tanaman untuk pasokan bahan baku, baik sebaran maupun produktivitasnya serta peningkatan nilai tambah dan diversifikasi produk turunan minyak serai.

Bunga rampai ini adalah salah satu bentuk luaran kegiatan alih teknologi Pusat Penelitian Kimia LIPI dengan mengusung topik “Perkembangan Potensi Minyak Serai Wangi dan Sintesa Turunannya”. Kegiatan ini merupakan kegiatan *multiyears* yang berawal dari skala laboratorium dan sudah dikembangkan sampai skala pilot disertai kajian kelayakan teknis, rancang desain proses, kajian potensi pasar, dan kajian tekno ekonomi.

Semoga hadirnya bunga rampai ini dapat bermanfaat dalam membuka peluang pengembangan usaha minyak atsiri, khususnya serai wangi dan turunannya, di tanah air. Terima kasih kami ucapkan kepada para peneliti, penulis, pengarah, redaktur, dan semua pihak yang membantu terselesaikannya bunga rampai ini.

Kritik dan saran yang membangun akan kami terima agar dapat digunakan dalam pembuatan naskah selanjutnya yang lebih baik.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Dr. Agus Haryono
Kepala Pusat Penelitian Kimia LIPI



PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. karena dengan rahmat dan ridho-Nya penyusun dapat menyelesaikan buku bunga rampai dengan judul *Quo Vadis Minyak Serai Wangi dan Produk Turunannya* ini dengan baik.

Buku bunga rampai ini disusun berdasarkan sebuah proses penelitian dan kajian mendalam mengenai perjalanan serai wangi dari *on farm* sampai *off farm*. Penelitian dan kajian yang dilakukan oleh para peneliti dan pegiat atsiri sepanjang tahun 1995 hingga sekarang ini mencoba memotret berbagai persoalan fasilitas budi daya, proses pengolahan pascapanen, pengolahan lanjut, potensi produk sintesa turunannya, sampai dengan manajemen teknologi industrinya.

Indonesia merupakan negara agraris yang banyak memiliki keanekaragaman flora yang berlimpah. Pertanian yang cukup maju memberikan peningkatan kesejahteraan bagi para petani. Sektor pertanian telah memberikan kontribusi bagi negara terutama devisa. Salah satu komoditas dari sektor pertanian yang mampu meningkatkan devisa negara adalah minyak atsiri.

Sejak sebelum Perang Dunia II, minyak atsiri merupakan komoditas ekspor nonmigas bagi Indonesia. Diperkirakan di Indonesia terdapat 40 jenis tanaman penghasil minyak atsiri, tetapi yang sudah dikenal di pasaran dunia antara lain minyak nilam, minyak serai wangi, minyak akar wangi, minyak pala, minyak cengkeh, minyak kayu putih, minyak kenanga serta minyak cendana. Hampir seluruh minyak atsiri Indonesia masih diekspor dalam bentuk minyak mentah. Untuk meningkatkan daya saing di pasaran dunia, mutu minyak atsiri ini harus cukup tinggi. Hal ini antara lain dapat dicapai dengan penggunaan bibit unggul dan penyempurnaan cara pengolahan pascapanen.

Minyak serai yang ada di pasaran mengandung senyawa sitronelal sekitar 32–42%, geraniol 10–12%, geraniol asetat 3–8%, dan sitronelil asetat 2–4%. Sementara itu, persyaratan untuk ekspor minyak serai ini, antara lain warnanya kuning pucat sampai kuning kecokelatan, densitasnya sekitar 0,850–0,892, dan total geraniol sebesar 85% (termasuk 35% sitronellal).

Selama ini banyak pengolahan minyak serai masih dengan cara tradisional sehingga sulit untuk memenuhi persyaratan mutu ekspor. Hal inilah yang membuat produk dijual dalam bentuk *crude*. Akibatnya harga relatif murah, sedangkan harga sitronelal, geraniol, dan turunan ester formiatnya jauh lebih mahal, yaitu lebih dari 10 kali bahan baku minyak serai. Oleh karena itu, meskipun sejak dulu merupakan negara penghasil minyak atsiri, Indonesia masih mengimpor minyak atsiri dengan kandungan sitronelal, sitronelol, dan turunan ester yang tinggi.

Sebaran tanaman serai dan produksi minyak serai wangi di Indonesia berpusat di Pulau Jawa, khususnya Jawa Barat (Jabar) dan Jawa Tengah (Jateng). Menurut data statistik, daerah yang mengembangkan serai wangi hanya di Riau, Jabar, Jateng, Kalbar, dan Sulsel. Pangsa produksi minyak serai wangi Jabar dan Jateng mencapai 95% dari total produksi Indonesia. Daerah sentra produksi di Jawa Barat adalah Pandeglang, Bandung, Sumedang, Ciamis, Cianjur, Lebak, Garut, dan Tasikmalaya. Untuk wilayah di Jawa Tengah adalah Cilacap dan Pemalang.

Untuk memberikan nilai tambah pada minyak serai di Indonesia saat ini dilakukan penelitian lebih lanjut dalam mengolah minyak

tersebut antara lain melalui proses distilasi fraksionasi, distilasi molekuler, atau ekstraksi fluida superkritik (*supercritical fluid extraction/SFE*) yang akan memisahkan komponen utamanya, yaitu sitronelal, sitronellol, geraniol yang tinggi serta turunan esternya. Komponen murni tersebut merupakan bahan kimia adi yang dapat digunakan, baik sebagai bahan baku dalam pembuatan parfum, pewangi sabun, kosmetik, maupun obat-obatan sebagai upaya peningkatan nilai tambah dan diversifikasi produk turunan minyak serai.

Dalam buku ini dibahas hal hal mencakup potensi dan pemahaman saintifik tanaman serai dan minyak serai wangi sejak *on farm* sampai *off farm*, mulai budi daya serai wangi hingga teknologi pascapanen. Ketersediaan tanaman untuk pasokan bahan baku, baik sebaran maupun produktivitasnya serta diversifikasi produk turunannya. Selain itu, dibahas pula prospek pengembangan proses pengolahan lanjut minyak atsiri serai wangi dan potensi keanekaragaman pemurniannya, juga analisis teknoekonominya. Sintesis turunan minyak serai juga dieksplorasi hingga turunan keempat yang berpotensi sebagai bahan baru untuk kimia adi (*fine chemical*) dan obat. Terakhir, perancangan dan kiat-kiat memulai usaha industri minyak serai serta manajemen industrinya juga diulas.

Buku ini disusun dengan harapan dapat bermanfaat bagi pembaca, baik lembaga penelitian, akademisi maupun industri, dan juga sebagai referensi untuk kegiatan-kegiatan diversifikasi produk turunan atsiri selanjutnya. Dengan demikian, semakin terbuka wawasan dan peluang terhadap berbagai pengembangan serai wangi.

Terima kasih penulis ucapkan kepada rekan-rekan sekalian yang telah membantu dalam penyusunan buku ini. Juga, terima kasih penulis ucapkan kepada Dr. Eng. Agus Haryono selaku Kepala Pusat Penelitian Kimia LIPI yang telah mendukung kelancaran penerbitan buku ini.

Kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan agar dapat digunakan dalam pembuatan buku selanjutnya yang lebih baik.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Penulis



BAB I

Menelusuri Jejak Minyak Serai Wangi

Anny Sulaswatty, Haznan Abimanyu, dan Meika Syahbana Rusli

Indonesia memiliki berbagai jenis tanaman dan tumbuhan yang dapat menghasilkan minyak yang disebut dengan minyak nabati. Minyak atsiri merupakan salah satu jenis minyak nabati yang multifungsi, baik sebagai wangi-wangian maupun sebagai pengobatan. Minyak atsiri memiliki karakteristik berbentuk cairan di dalam suhu ruangan, mudah menguap, dan beraroma khas.

Minyak atsiri dikenal dengan berbagai nama, di antaranya minyak eteris (*etherial oils*) karena memiliki sifat eter, minyak terbang (*volatile oils*) karena bersifat mudah menguap dalam suhu ruang, minyak aromaterapi (*aromatic oils*) karena sering digunakan untuk aromaterapi, atau *essential oils* karena minyak atsiri mengandung intisari dari tanaman bersangkutan.

Minyak atsiri, yang merupakan hasil metabolit sekunder dalam tanaman, dapat diperoleh dari berbagai bagian tanaman, yaitu akar,

batang kayu, biji, buah, bunga, daun dan pucuk daun, getah, kulit buah, kulit pohon, ranting, dan rimpang. Minyak serai wangi merupakan salah satu minyak atsiri yang diperoleh dari bagian daun dan batang tanaman serai wangi. Budi daya tanaman serai wangi tidak susah dan tanaman ini dapat hidup di lahan-lahan marginal bahkan lahan bekas tambang.

A. MINYAK SERAI WANGI SEBAGAI KOMODITAS ANDALAN MINYAK ATSIRI

Minyak serai wangi adalah salah satu komoditas atsiri yang sangat prospektif di antara 12 minyak atsiri yang diekspor oleh Indonesia. Permintaan minyak serai wangi cukup tinggi bahkan cenderung meningkat, tetapi harganya stabil. Pertumbuhan ekspor minyak serai wangi cukup tinggi berkisar 9–10%. Data ekspor BPS menunjukkan bahwa kontribusi minyak serai wangi (*citronella oil*) terhadap pendapatan ekspor minyak atsiri sekitar 6,89%, ketiga terbesar setelah minyak nilam (*patchouli oil*) sekitar 60% dan minyak akar wangi (*vetiver oil*) sekitar 12,47%.

Tanaman serai wangi tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia. Namun, penghasil utama minyak serai wangi adalah Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam (NAD), Jawa Barat, dan Jawa Tengah dengan produksi lebih dari 95% dari total produksi Indonesia (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2013). Daerah lain penghasil minyak serai wangi adalah Sumatra Barat, Sumatra Selatan, Kalimantan Barat, dan Sulawesi Selatan. Sentra produksi minyak serai wangi di Jawa Barat adalah Pandeglang, Bandung, Sumedang, Ciamis, Cianjur, Garut, dan Tasikmalaya, sedangkan di Jawa Tengah berada di Cilacap, Purbalingga, dan Pemalang (Mansyur, 1990; Direktorat Jenderal Perkebunan, 2013).

Kajian lebih mendalam mengenai minyak serai wangi akan dibahas pada Bab II buku ini dengan judul *Minyak Serai Wangi dan Potensinya*.

B. UPAYA PENINGKATAN MUTU DAN NILAI PERDAGANGAN MINYAK SERAI WANGI

Usaha minyak serai wangi di Indonesia sebagian besar masih dilakukan oleh masyarakat awam yang terbatas pengetahuannya tentang pengolahannya sehingga minyak yang dihasilkan tidak memenuhi persyaratan mutu yang ditetapkan, padahal nilai jualnya sangat ditentukan oleh kualitas minyak dan kadar komponen utamanya. Kualitas minyak serai wangi ditentukan oleh karakteristik alami dari minyak tersebut dan bahan-bahan asing yang tercampur di dalamnya. Apabila tidak memenuhi persyaratan mutu, harga jual minyak akan sangat murah (Kementerian Pertanian, 2013). Hal ini menjadi salah satu faktor berfluktuatifnya nilai ekspor minyak serai wangi Indonesia.

Kebutuhan pasar dunia akan minyak serai wangi meningkat 3–5% per tahun. Negara pengimpor minyak serai wangi Indonesia (*citronella oil of Java*), yaitu Amerika Serikat, China, Taiwan, Singapura, Belanda, Jerman, dan Filipina (Unido & FAO, 2005). Harga minyak serai wangi berkisar antara Rp120.000–Rp140.000/kg dengan harga terba basah (daun segar) antara Rp250–Rp500/kg daun (Paimin & Yuniarti, 2002; Depperindag, 2002). Pada tahun 2018 harga pasar minyak serai wangi antara Rp215.000–Rp225.000/kg dan harga daun segarnya sekitar Rp1.000/kg.

Minyak serai wangi merupakan salah satu komoditas minyak atsiri yang memiliki prospek cukup besar di antara minyak atsiri andalan lainnya yang memiliki pangsa pasar dunia yang besar, seperti minyak nilam 90%, minyak kenanga 67%, minyak akar wangi 26%, minyak serai wangi 12%, minyak pala 72%, dan minyak cengkeh 63% (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2006). Indonesia merupakan pemasok minyak serai wangi nomor tiga di dunia setelah China dan Vietnam. Nilai ekspor dan impor minyak serai wangi Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1, ekspor minyak serai wangi berupa minyak mentah (*crude*) yang belum diproses lebih lanjut. Menurut laporan Kementerian Perdagangan (2011), produksi minyak serai wangi dunia mendekati 4.000 ton dan 40% sumbernya dipasok oleh China dan Indonesia.

Tabel 1.1 Nilai Ekspor dan Impor Minyak Serai Wangi (Dalam 000 US\$)

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012
Ekspor	26.226	18.608	28.461	37.382	24.669
Impor	376	647	1.106	108	66

Sumber: Dirjen Perkebunan (2013)

Impor minyak serai wangi umumnya berupa turunan atau isolat dari minyak serai wangi tersebut, seperti sitronelol, sitronelal, geraniol, ester sitronelil, ester geraniol, dan isopelugol. Untuk meningkatkan volume dan nilai ekspor minyak serai wangi telah diterbitkan beberapa peraturan terkait (Tabel 1.2).

Tabel 1.2 Peraturan-Peraturan Terkait Serai Wangi

No.	Peraturan/Kebijakan	Tentang/Maksud/Tujuan
1	Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 511/Kpts/Pd.310/9/2006 33/Permentan/Ot.140/7/2008	Jenis Komoditas Tanaman Binaan Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, dan Pengembangan Pertanian
2	Peraturan Menteri Pertanian	Pedoman Umum Budidaya Pertanian Direktorat Jenderal Hortikultura
3	Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 627/Kpts/TP/240/11/92 Tertanggal 3 Nopember 1992.	Pelepasan Bibit Serai Wangi Empat nomor telah dilepas dengan nama Serai Wangi 1, Serai Wangi 2, Serai Wangi 3, dan Serai Wangi 4 yang berasal dari tanaman koleksi dengan kode nomor T-ANG 1, 2, 3, dan 113
4	Keputusan Menteri Keuangan Republik Indonesia Nomor: 155/Kmk.03/2001, Tanggal 2 April 2001	Pelaksanaan pajak pertambahan nilai yang dibebaskan atas impor dan/atau penyerahan barang kena pajak tertentu yang bersifat strategis

No.	Peraturan/Kebijakan	Tentang/Maksud/Tujuan
5	Salinan Presiden Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2014	Jenis dan tarif atas jenis penerimaan negara bukan pajak yang berlaku pada Kementerian Kehutanan
6	SNI 01-7160-2006, ICS65.020, Badan Standardisasi Nasional, Standar Nasional Indonesia	Standar Nasional Indonesia, Benih Serai Wangi (<i>Andropogon nardus</i> L.)
7	Katalog Dalam Terbitan (KDT). Kementerian Kesehatan RI. Direktorat Jenderal Jakarta Kementerian Kesehatan RI. 2012, SBN 978-602-235-107-8	Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan Pedoman penggunaan insektisida (pestisida) dalam pengendalian vektor
8	Undang-Undang Perlindungan Konsumen No. 8 Tahun 1999 Pasal 9 ayat 1 butir j; “Pelaku usaha dilarang menawarkan, memproduksi, mengiklankan suatu barang dan/atau jasa secara tidak benar	Iklan-iklan anti nyamuk tersebut telah melanggar UU perlindungan konsumen dan/ atau seolah-olah menggunakan kata-kata yang berlebihan, seperti aman, tidak berbahaya, tidak mengandung risiko atau efek sampingnya tanpa keterangan yang jelas”.

Sumber: Kementerian Pertanian (2015); Sekretariat Negara (2015)

Untuk meningkatkan kualitas minyak dan nilai jualnya dapat dilakukan dengan beberapa proses pemurnian secara fisika atau kimia. Proses pemurnian dapat meningkatkan kualitas minyak, misalnya warna, kecerahan, sifat fisikokimia, dan kadar komponen utamanya yang memenuhi persyaratan mutu (Hernani & Marwati, 2006).

Teknologi pengolahan dan upaya peningkatan mutu minyak serai wangi lebih mendalam dikaji pada Bab III Teknologi Penyulingan dan Ekstraksi Minyak Serai Wangi dan Bab IV Teknologi Pemurnian Minyak Serai Wangi.

C. PENINGKATAN NILAI TAMBAH MINYAK SERAI WANGI

Minyak serai wangi merupakan minyak nabati yang digunakan sebagai bahan dasar kosmetik atau parfum, obat-obatan, juga bahan pangan seperti mentol serta banyak digunakan dalam industri sebagai pemberi aroma dan rasa. Kegunaan minyak serai wangi dan turunannya sangat luas, mulai sebagai bahan baku parfum, antiseptik, kosmetik, obat-obatan, perisa makanan atau minuman serta pencampur rokok kretek (Ketaren, 1985). Beberapa jenis di antaranya digunakan sebagai bahan analgesik, haemolitik atau sebagai *antizymatic* serta sedavita dan stimulan untuk obat sakit perut, minyak angin, bahan baku sampo, dan sebagai bahan baku *lotion* untuk mencegah gigitan serangga. Menurut Baser dan Buchbauer (2010), pada dasarnya manfaat serai wangi dikelompokkan sebagai

- 1) bahan aromaterapi,
- 2) pewangi ruangan,
- 3) pelancar pernapasan,
- 4) minyak pijat,
- 5) obat nyamuk,
- 6) produk kecantikan,
- 7) pelepas stres,
- 8) parfum,
- 9) obat tradisional dan kesehatan, dan
- 10) bioaditif bahan bakar minyak.

Bahan kimia terpenting dalam minyak serai wangi adalah persenyawaan aldehid, yaitu sitronelal dan persenyawaan alkohol, yaitu sitronelol dan geraniol. Minyak serai wangi diperoleh dari penyulingan tanaman serai wangi yang mengandung sitronelal 32–45%, sitronelol 11–15%, geraniol 10–12%, geraniol asetat 3–8%, sitronelal asetat 2–4%, dan sedikit seskuiterpen serta senyawa lainnya (Masada, 1976; Agustian, Sulaswatty, Tasrif, Laksmono, & Badria, 2007). Minyak serai wangi dengan kadar geraniol dan sitronelal yang tinggi biasanya langsung dijual atau diekspor. Sitronelal dan geraniol dapat pula diisolasi untuk dijadikan hidroksi sitronelal, geraniol asetat, dan mentol yang mempunyai sifat

lebih stabil dan digunakan dalam industri wangi-wangian. Hidroksi sitronelal dapat digunakan sebagai zat pewangi sabun dan parfum yang bernilai tinggi. Mentol dapat digunakan sebagai obat gosok, pasta gigi, dan obat pencuci mulut, sedangkan ester dari sitronelal dan geraniol digunakan sebagai insektisida untuk keperluan kosmetik atau bahan pewangi lainnya.

Pusat Penelitian Kimia (P2 Kimia) LIPI telah melakukan penelitian pemurnian dan pemisahan komponen utama minyak atsiri, termasuk minyak serai wangi untuk meningkatkan kualitas dan nilai jualnya. Teknik pemurnian yang telah dikembangkan P2 Kimia LIPI sejak tahun 1997 sudah sampai tahap purifikasi dan menghasilkan kemurnian hampir 100% (Sulaswatty, 2002). Contohnya adalah pengembangan beberapa produk isolat dari minyak atsiri termasuk minyak serai wangi, seperti pemurnian minyak nilam dengan ekstraksi fluida karbondioksida (CO₂) superkritis menghasilkan fraksi berat dengan *yield patchoulli alcohol* total mencapai 88,9%. Selain itu, pemurnian minyak akar wangi menghasilkan total vetiverol kasar 51,8%. Pemisahan komponen utama minyak serai wangi menghasilkan sitronelal sebesar 96,1% menggunakan distilasi fraksionasi (Abimanyu, 2003; Agustian dkk., 2007; Muyassaroh, 2011). Pemurnian minyak cengkeh menghasilkan kadar eugenol sebesar 99% menggunakan distilasi fraksionasi, sedangkan pemurnian *patchoulli alcohol* dari minyak nilam sebesar 92% menggunakan sistem distilasi yang sama. Bahkan, P2 Kimia LIPI telah berhasil mengembangkan pemurnian minyak nilam hingga menjadi kristal murni (*patchoulli alcohol*) dengan tujuan meningkatkan harga jual minyak atsiri Indonesia (Sulaswatty, 2002). Untuk tahap pemurnian dan pemisahan ini, teknik pengembangan yang dilakukan P2 Kimia LIPI sudah hampir mencapai tahap final atau siap dikembangkan oleh sektor swasta. Selanjutnya, P2 Kimia LIPI mengembangkan penelitian senyawa turunan dari berbagai minyak atsiri serta aplikasinya.

P2 Kimia LIPI mulai mengembangkan katalis pengolah minyak atsiri dengan teknologi katalis nano. Kelebihan teknologi ini, bentuk nano mempunyai luas permukaan yang besar dan sangat efektif karena

efek dari pengolahan fisik katalis itu sangat memengaruhi reaksi kimia minyak atsiri, misalnya produksi eugenol menggunakan proses katalistik. Dengan katalis aerogel, ukuran kristalnya berskala nano dan mempunyai sifat keasaman yang tinggi melebihi asam sulfat yang murni sampai minus 14–16. Jadi, tidak dapat diukur dengan pH meter dan dalam bentuk padat. Teknologi ini dapat diaplikasikan pada komponen utama minyak serai wangi untuk mendapatkan turunannya.

Selain itu, proses sintesis produk turunan (*derivatisasi*) komponen utama minyak serai wangi (sitronelal, sitronelol, dan geraniol) menjadi bahan kimia adi (*fine chemicals*), seperti hidroksi citronelal, mentol, ester geraniol, dan -ionon akan memberikan nilai tambah pada minyak serai wangi. Bahan kimia adi tersebut dapat diperoleh melalui teknologi sintesis organik yang melibatkan reaksi-reaksi kimia, antara lain metilasi, siklisasi, oksidasi, reduksi, dan hidroksilasi (Adilina dkk., 2014).

Untuk meningkatkan nilai tambahnya, telah dilakukan penelitian tentang bioaktivitas minyak serai wangi dan komponen utamanya, seperti citronelal, sitronelol, dan geraniol yang dapat dioptimasi aktivitasnya. Tujuan pengembangan-pengembangan hilirisasi penelitian minyak serai wangi adalah menjadikan Indonesia sebagai pelaku utama bisnis minyak serai wangi, tidak hanya sebatas untuk kosmetik, tetapi juga dikembangkan menjadi bahan dasar farmasi, misalnya antioksidan dan antiseptik. Sementara itu, sintesa turunan minyak serai wangi menjadi mentol murni dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat dan bahan pangan (Hanafi, 2012).

Berdasarkan pada sifat bioaktivitas dari minyak serai wangi dan komponen utamanya, diketahui bahwa hasil sintesis turunan komponen minyak serai wangi berpotensi sebagai antibakteri, anti-inflamasi, antimalarial, kardiovaskuler, dan antikanker dengan peningkatan gugus lipofilisitasnya yang mampu meningkatkan aktivitas antikanker cukup signifikan, baik secara *in vitro* maupun *in vivo* (Crespo-Ortiz & Wei, 2012).

Beberapa teknologi derivatisasi dan sintesis minyak serai wangi akan dikupas dalam Bab V Sintesis Produk Turunan Minyak Serai Wangi

Menjadi Bahan Kimia Adi dan Bab VI Sintesis Turunan Minyak Serai Wangi Sebagai Bahan Baku Obat.

D. PENGEMBANGAN USAHA MINYAK SERAI WANGI

Untuk memulai mengembangkan dan mengelola usaha minyak serai wangi dan produk turunannya, diperlukan langkah dan pendekatan manajemen yang sistematis, terpadu serta berkesinambungan. Pelaku perlu secara aktif memperhatikan potensi pasar, mencermati siklus hidup produk, merumuskan desain produk, membangun perusahaan dan rantai pasok yang kuat serta melakukan pemeliharaan peralatan produksi. Salah satu upaya penting dalam mempercepat pengembangan usaha adalah melakukan adopsi alih teknologi bekerja sama dengan Lembaga Penelitian dan Pengembangan (Lemlitbang) serta Perguruan Tinggi.

Pembahasan mengenai manajemen usaha minyak serai wangi akan ditemui pada Bab VII Manajemen Pengembangan Usaha Minyak Serai Wangi Berbasis Teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abimanyu, H. (2003). Sitronelal dari minyak sereh wangi dengan variasi kecepatan pengadukan dan penambahan natrium bisulfite. *Pemaparan Hasil Litbang*, 259–271.
- Adilina, I. B., Rinaldi, N., Tursiloadi, S., Sulaswatty, A., Agustian, E., & Sembiring, K. C. (2014). *Preparasi green nanostructure catalyst berbasis zeolit untuk sintesis bahan kimia adi turunan minyak sereh wangi. Laporan akhir tahunan kegiatan kompetitif LIPI tahun anggaran 2014*. Jakarta: LIPI
- Agustian, E., Sulaswatty, A., Tasrif, Laksmo, J. A., & Badria, I. (2007). Pemisahan sitronelal dari minyak sereh wangi menggunakan unit fraksionasi skala bench. *Jurnal Tek. Ind. Pert.*, 17(2), 49–53.
- Armen, Pane. (2008). *Pemurnian minyak atsiri tingkatkan nilai ekonomis*. Diakses pada 11 Desember 2015 dari <http://kimia-kita.blogspot.com/2008/04/pemurnian-minyak-atsiri-tingkatkan.html>.
- Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (2010). *Handbook of essential oils: Science, technology and applications*. Boca Raton, London, New York: CRC Press.
- Crespo-Ortiz, M. P., & Wei, M. Q. (2012). Antitumor activity of artemisinin and its derivatives: From a well-known antimalarial agent to a potential anticancer drug. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2012, Article ID 247597.

- Depperindag. (2002). *Data statistik ekspor/impor komoditi lain-lain (essential oil)*. Jakarta: Departemen Perindustrian dan Perdagangan.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2006). *Statistik perkebunan Indonesia 2004–2005: Serai wangi*. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2013). *Statistik perkebunan Indonesia 2012–2014: Tanaman semusim*. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Hanafi, M. (2012). *Pengembangan bahan alam untuk obat baru antikanker dan antikolesterol. Orasi pengukuhan profesor riset bidang kimia organik*. Jakarta: LIPI Press.
- Hernani, & Marwati, T. (2006). *Peningkatan mutu minyak atsiri melalui proses pemurnian*. Makalah disajikan pada Konferensi Nasional Minyak Atsiri, Solo, 18–20 September 2006. Diakses pada 13 Januari 2016 dari <http://minyakatsiriindonesia.wordpress.com/teknologi-pengolahan-atsiri/hernani-dan-tri-marwati/>
- Idawanni. (2015). *Serai wangi, tanaman penghasil atsiri yang potensial*. Diakses pada 11 Desember 2015 dari <http://nad.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/info-teknologi/712-serai-wangi-tanaman-penghasil-atsiri-yang-potensial>.
- Kementerian Perdagangan. (2011). *Indonesian essential oil: The scents of natural life*. Diakses pada 1 Maret 2017 dari <http://www.kemendag.go.id/files/pdf/2012/12/08/minyak-esensial-id0-1354951055.pdf>.
- Kementerian Perdagangan. (2017). *perkembangan ekspor nonmigas (komoditi) periode: 2012–2017*. Diakses pada 1 Juni 2017 dari <http://www.kemendag.go.id/id/economic-profile/indonesia-export-import/growth-of-non-oil-and-gas-export-commodity>.
- Kementerian Perdagangan. (2017). *Perkembangan impor nonmigas (komoditi) periode: 2012–2017*. Diakses pada 1 Juni 2017 dari <http://www.kemendag.go.id/id/economic-profile/indonesia-export-import/growth-of-non-oil-and-gas-import-commodity>.
- Kementerian Perindustrian. (2016). Diakses pada tanggal 16 Februari 2016 dari <http://www.kemenperin.go.id/statistik/ kelompok.php?ekspor=1>.
- Kementerian Pertanian. (2013). *Data jenis potensi atsiri di Indonesia*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Kementerian Pertanian. (2015). *Situs basis data statistik Kementerian Pertanian*. Diakses dari <http://aplikasi.pertanian.go.id/bdsp/index.asp>.
- Ketaren, S. (1985). *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*, Balai Pustaka, Jakarta, 21, 45–47, 142–143.

- Mansyur, M. (1990). Mutu dan produksi minyak klon unggul T-ANG 1,2,3 dan 113. Dalam *Prosiding simposium I hasil penelitian dan pengembangan tanaman industri. Buku VII: Tanaman atsiri, seri pengembangan No. 13*, 1062–1067. Bogor
- Masada, Y. (1976). *Analysis of essential oils by chromatography and mass spectrometry*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Muyassaroh. (2011). Sitronellal dari minyak sereh wangi dengan variasi kecepatan pengadukan dan penambahan natrium bisulfit. *Jurnal Teknik Kimia*, 6(11). Diakses pada dari <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/tekkim/article/download/82/65>.
- Paimin, F. R., & Yuniarti, I. (2002). Pasar ekspor tunggu serai wangi. *Trubus*, 394, 67–68. Jakarta: PT. Trubus Swadaya.
- Rifai, M.A. 1973. *Kode internasional tata nama tumbuh-tumbuhan*. Bogor: Herbarium Bogoriense
- Rusli, M. S. (2010). *Sukses memproduksi minyak atsiri*. Jakarta,: PT Agromedia Pustaka.
- Sekretariat Negara. (2015). *Perundang-undangan*. Diakses dari http://www.setneg.go.id/index.php?option=com_perundangan&Itemid=42.
- SNI. (2006). Standar Nasional Indonesia. 01-7160-2006, ICS65.020, *Benih serai wangi (Andropogon nardus L.)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Sulaswatty A. (2002). Pengolahan lanjut minyak atsiri dan penggunaannya dalam negeri. Dalam *Prosiding workshop nasional minyak atsiri*, 30 Oktober 2002, Dirjen Industri Kecil Dagang Menengah, Depperindag, Jakarta.
- Sulaswatty, A., & Wuryaningsih. (2001). Teknologi ekstraksi dan pemurnian minyak atsiri sebagai bahan baku flavor & fragrance. Dalam *Prosiding simposium rempah Indonesia*, 99–106. Jakarta: MaRI dan Puslitbangun..
- Unido & FAO. (2005). *Herbs, spices and essential oils: Post-harvest operations in developing countries*. Diakses dari http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/Herbs_spices_and_essential_oils.pdf.



BAB II

Minyak Serai Wangi dan Potensinya

Anny Sulaswatty dan Indri Badria Adilina

Indonesia merupakan negara yang memiliki keanekaragaman tumbuhan penghasil minyak atsiri yang merupakan komoditas penghasil devisa negara. Hingga saat ini terdapat sembilan jenis minyak atsiri yang paling menonjol di Indonesia, yaitu minyak cengkeh, minyak kenanga, minyak nilam, minyak akar wangi, minyak pala, minyak kayu putih, minyak jahe, minyak kayu manis, dan minyak serai wangi (Rusli, 2010).

Minyak serai wangi merupakan komoditas andalan minyak atsiri di sektor agrobisnis yang memiliki pasaran baik dan berdaya saing kuat di pasaran luar negeri. Dalam dunia perdagangan, minyak serai wangi, yang dikenal dengan nama *Citronella Oil*, terdiri dari dua tipe, yaitu tipe Ceylon dari tanaman *Cymbopogon nardus* (*Ceylon citronella*) dan tipe Jawa dari tanaman *Cymbopogon winteratus* (*Java citronella*). Tipe Ceylon sebagian besar diproduksi di Srilanka, sedangkan tipe Jawa diproduksi di Jawa, China, Honduras, dan Guatemala. Daun dan batang serai wangi, yang dapat disuling menjadi minyak, memiliki banyak

potensi industri karena memiliki kandungan komponen utama berupa sitronelal, sitronelol, dan geraniol yang memberikan bau khas citrus yang disukai. Dalam dunia perdagangan, minyak serai wangi merupakan produk penting untuk menghasilkan bahan dasar pembuatan parfum, antiseptik, kosmetik, obat-obatan, perisa makanan atau minuman serta pencampur rokok kretek.

Minyak serai wangi di Indonesia masih perlu banyak digarap dan dikembangkan untuk meningkatkan nilai investasinya (Lingga, 1988; Hieronymus, 1992; Minyak atsiri, 2009). Oleh karena itu, telah dilakukan kajian tentang potensi serai wangi dari segi karakteristik, standar mutu, budi daya, sebaran dan produktivitas, produksi serta manfaatnya. Hasil kajian ini dapat dijadikan dasar untuk peningkatan daya jual dan kualitas minyak serai wangi yang diinginkan, baik di pasar lokal maupun ekspor. Industri pangan, farmasi, dan kosmetik di dalam negeri merupakan pasar produk minyak atsiri atau turunan minyak atsiri. Potensi pasar yang besar tersebut masih belum dimanfaatkan karena industri yang mengolah minyak atsiri kasar menjadi produk turunannya masih sangat terbatas. Kebutuhan produk turunan yang dibutuhkan oleh industri pangan, farmasi, dan kosmetik diperoleh melalui impor.

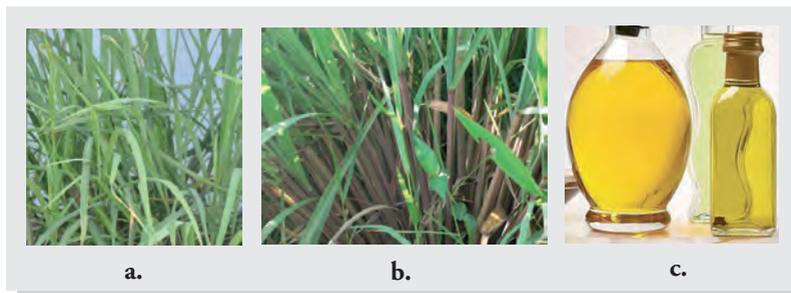
A. KARAKTERISTIK MINYAK SERAI WANGI

Minyak serai wangi adalah cairan kuning terang tidak berwarna dengan karakteristik mirip aroma unik, seperti aroma kayu, rumput, atau lemon (Gambar 2.1c). Dalam perdagangan, minyak serai dikategorikan menjadi dua jenis

- 1) Minyak serai wangi tipe Ceylon yang diperoleh dari *Cymbopogon nardus* Rendle (tipe inferior), dan
- 2) Minyak serai wangi tipe Jawa yang diperoleh dari *Cymbopogon winterianus* Jowitt (tipe superior).

Pada Gambar 2.1 dapat dilihat tipe tanaman serai wangi yang dikembangkan di Indonesia, yaitu tipe Ceylon atau “Lenabatu” (*Cymbopogon nardus* Rendle) (Gambar 2.1a) dan tipe Jawa atau “Mahapengiri” (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) (Gambar 2.1b). Varietas

Lenabatu menghasilkan minyak dengan kadar sitronelal dan geraniol yang lebih rendah dibandingkan tipe Mahapengiri. Perbedaan kedua varietas tanaman serai wangi dirangkum pada Tabel 2.1.



Ket.: a) Serai wangi tipe Ceylon; b) Serai wangi tipe Jawa; c) Tampilan fisik minyak serai wangi

Sumber: Hieronymus (1992); Primbodonit (2014)

Gambar 2.1 Tanaman Serai Wangi Tipe Ceylon dan Jawa

Tabel 2.1 Deskripsi Jenis Tanaman Serai Wangi

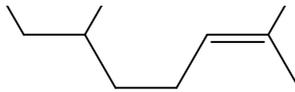
No.	Uraian	Ceylon (Lenabatu)	Jawa (Mahapengiri)
1	Asal	Diperkenalkan dari Sri Lanka	Belum dipastikan, diduga berasal dari Sri Lanka, namun di pihak lain justru dianggap asli Indonesia
2	Morfologi	Tumbuh berumpun dalam bentuk lebih tinggi dan tegak. Daun berwarna hijau kebiru-biruan dan kasar pada kedua pinggirnya.	Tumbuh berumpun dalam bentuk lebih rendah dan lebar. Daun berwarna hijau muda dan bagian bawahnya agak kasar.
3	Agronomi	Dapat tumbuh subur pada tanah yang kurang subur dan pemeliharaannya cukup mudah	Menghendaki pemeliharaan dan tanah yang lebih baik
4	Fisiologi	Menghasilkan minyak lebih sedikit dan bermutu rendah. Kadar geraniol 55–65% dan sitronelal 7–15%. Harum minyaknya lebih lemah dan kurang wangi. Warna minyak antara kuning sampai cokelat muda.	Menghasilkan minyak lebih banyak dan bermutu tinggi. Kadar geraniol 65–90% dan sitronelal 30–45%. Harum minyaknya lebih unggul, yaitu keras dan wangi. Warna minyak antara tidak berwarna sampai kuning muda.

Sumber: Guenther (1990); Hieronymus (1992); Abimanyu (2003)

Komposisi minyak serai wangi ini dapat terdiri atas 30 hingga 40 komponen kimia, yang antara lain termasuk golongan alkohol, hidrokarbon, ester, aldehid, keton, oksida, laktone, dan terpen. Komponen kimia utama penyusun minyak serai wangi adalah sitronelal, sitronelol, dan geraniol yang mempunyai rumus bangun seperti di bawah ini (Gunther, 1990; Istitarini, 1992; Ngadiwiyana, Fitriadi, & Ismiyanto, 2008; Dedimisbahatori, 2013).

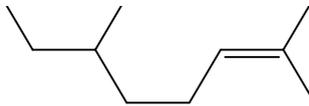
Sitronelal ($C_{10}H_{16}O$)

Rumus bangun sitronelal:



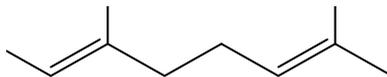
Sitronelol ($C_{10}H_{20}O$)

Rumus bangun sitronelol:



Geraniol ($C_{15}H_{18}O$)

Rumus bangun geraniol:



Lebih lanjut, komposisi kimia komponen utama dari minyak serai wangi diidentifikasi oleh Ketaren (1985) sebagaimana terlihat pada Tabel 2.2 di mana sitronelal yang diperoleh kadarnya berkisar antara 32–45%, sedangkan geraniol 12–18% dan sitronelol 12–15%.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Minyak Serai Wangi

Senyawa Kimia	Kadar (%)
Sitronelal	32–45
Geraniol	12–18
Sitronelol	12–15
Geraniol asetat	3–8
Sitronelil asetat	2–4
L – Limonen	2–5
Elemol & Seskuiterpen lain	2–5
Elemen & Kadinen	2–5

Sumber: Ketaren (1985)

B. STANDAR MUTU MINYAK SERAI WANGI

Menurut standar pasar internasional, minyak serai wangi harus mengandung sitronelal lebih dari 35% dengan jumlah total alkohol juga lebih dari 35%. Kandungan sitronelal dan alkohol yang dipanen sebelum waktunya menyebabkan kualitas minyak serai yang tidak memenuhi standar nasional (Sastrohamidjojo, 2002). Minyak serai wangi yang memenuhi persyaratan internasional dapat dicapai melalui cara penyulingan dan cara tanam. Kandungan sitronelal dan geraniol yang tinggi merupakan persyaratan ekspor. Kualitas minyak serai wangi untuk kualitas ekspor dapat dianalisis menurut kriteria fisik, yaitu berdasarkan warna, bobot jenis, indeks bias, ataupun secara kimia, yaitu kadar total geraniol dan total sitronelal. Pengujian standar mutu tersebut dilakukan antara lain dengan *gas liquid chromatography* (GLC) dan spektrofotometer infra merah. Minyak yang kurang memenuhi persyaratan ekspor dijual di pasar dalam negeri sebagai bahan baku sabun, pasta gigi, dan obat-obatan.

Tabel 2.3 Spesifikasi Persyaratan Mutu Minyak Serai Wangi

No.	Jenis uji	Satuan	Persyaratan
1	Warna	-	kuning pucat sampai kuning kecokelat-cokelatan
2	Bobot jenis, 20°C/20°C	-	0,880–0,922
3	Indeks Bias ($n_{D_{20}}$)	-	1,466–1,475
4	Total geraniol bobot/bobot	%	min. 85
5	Sitronelal, bobot/bobot	%	min. 35
6	Kelarutan dalam etanol 80 %	-	1:2 jernih seterusnya Jernih sampai opalesensi
7	Zat asing:		
	- Lemak	-	negatif
	- Alkohol tambahan	-	negatif
	- Minyak pelikan	-	negatif
	- Minyak tementin	-	negatif

Sumber: BSN (1995)

Parameter standar mutu produk dari minyak serai dapat diacu berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 06-3953-1995 BSN tentang minyak serai yang disusun berdasarkan Standar Perdagangan SP-5-1975/Rev. Maret 1992 dan Standar Industri Indonesia (SII) 0025-1979 seperti dijelaskan pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4

Tabel 2.4 Jenis Uji dan Syarat Mutu Sebagai Rekomendasi

No.	Jenis uji	Satuan	Persyaratan
1	Bau	-	Segar, khas minyak serai
2	Putaran optik	°(derajat)	- (-6)
3	Titik nyala	°C	76–84

Sumber: BSN (1995)

C. KLASIFIKASI BOTANI TANAMAN SERAI WANGI

Minyak serai wangi tipe Ceylon diekstraksi dari tanaman *Cymbopogon nardus* varietas Lenabatu, sedangkan tipe Jawa diekstraksi dari *Cymbopogon winterianus* Jowitt yang juga dikenal dengan nama Mahapengiri (Gambar 2.2). Kedua jenis ini termasuk dalam suku Poaceae, bangsa Cyperales,

kelas Liliopsida, divisi Magnoliophyta, superdivisi Spermatophyta di dunia tumbuhan (Tabel 2.5).

Tabel 2.5 Klasifikasi Botani dari Tumbuhan Serai Wangi

	Lenabatu	Mahapengiri
Dunia	: Plantae	: Plantae
Subdunia	: Tracheobionta	: Tracheobionta
Superdivisi	: Spermatophyta	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida	: Liliopsida
Subkelas	: Commelinidae	: Commelinidae
Bangsa	: Cyperales	: Cyperales
Suku	: Poaceae	: Poaceae
Marga	: <i>Cymbopogon</i> Spreng.	: <i>Cymbopogon</i> Spreng.
Jenis	: <i>Cymbopogon nardus</i> (L.) Rendle	: <i>Cymbopogon winterianus</i> Jowwit.

Sumber: Ditjenbun (2006)



Ket: a) *Cymbopogon nardus* (L.), b) *Cymbopogon winterianus* J.

Gambar 2.2 Tanaman Serai Wangi

D. BUDI DAYA TANAMAN SERAI WANGI

Di Indonesia, budi daya tanaman serai wangi dapat ditemui di Sumatra Barat, Sumatra Selatan, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Sulawesi Selatan. Ciri tumbuhan serai wangi tergolong dalam keluarga rumput yang berbau dan jangka hidupnya cukup panjang serta dapat tumbuh sampai 1–1,5 m. Daunnya berbentuk sesil, yaitu tidak mempunyai tangkai daun, ringkas, hijau, lurus dan berlapis, dan ukuran rata-rata 60 cm x 2,5

cm (Harahap, 2012). Daunnya licin dengan bagian pangkal dan ujung daunnya tirus. Selaput daunnya adalah lurus dan bertindak sebagai batang. Rizomnya tegak dan kuat, menjalar, dan berwarna kekuningan apabila dipotong.

Tanaman serai wangi tumbuh mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 1.200 m di atas permukaan laut (dpl). Namun, sudah akan berproduksi optimum pada 250 mdpl sehingga mudah dibudidayakan (Arya, 2012). Serai wangi cocok ditanam pada lahan terbuka (tidak terlindung) dengan intensitas cahaya 75–100%. Tanaman ini memiliki daya hidup yang kuat sehingga sering ditanam pada lahan marginal. Namun, agar berproduksi tinggi, tanaman perlu dipupuk pada awal pertumbuhan dan setelah panen. Serai wangi ditanam tanpa pengolahan tanah, cukup dengan membuat lubang tanam berukuran 30 cm x 30 cm x 30 cm dan jarak tanam 100 cm x 100 cm. Tiap lubang tanam diberi pupuk kandang 1–2 kg. Penanaman dilakukan pada musim hujan dengan menanam 1–2 anakan tiap lubang. Penyulaman diperlukan bila ada tanaman yang mati pada umur 1–2 minggu setelah tanam. Pada umur satu bulan setelah tanam, tanaman dibumbun dan dipupuk urea 100–150 kg/ha, SP36 60–90 kg/ha, dan KCl 100–150 kg/ha, atau sesuai kesuburan tanah. Pemupukan selanjutnya dilakukan setelah panen pertama dan setiap enam bulan sekali.

Panen daun serai wangi pertama kali dapat dilakukan setelah tanaman berumur enam bulan dan panen selanjutnya setiap tiga bulan. Jika panen terlambat, tanaman akan berbunga dan mutu minyak menurun. Panen sebaiknya dilakukan pada pagi hari dengan memangkas daun kira-kira 5 cm di bawah leher pelepah daun. Hasil daun segar pada panen tahun pertama rata-rata 20 ton/ha dan hasil tertinggi pada tahun keempat, yaitu 60 ton/ha dengan empat kali panen. Serai wangi dapat dipanen sampai umur enam tahun. Namun, apabila dipelihara dengan baik, tanaman dapat dipanen sampai umur 10 tahun. Sayangnya, penanaman di tanah air masih sangat terbatas, terutama di Jawa Barat, Banten, dan Jawa Tengah. Tanaman merumpun sangat adaptif di dataran rendah sampai 1.000 m di atas permukaan laut dan cocok di berbagai jenis tanah (Somaatmadja, 1973; Minyak atsiri, 2009).

Secara umum syarat tumbuh dan budi daya minyak serai wangi adalah sebagai berikut (Hieronymus,1992; Dewan Atsiri Indonesia, 2009).

- 1) Umumnya akan tumbuh di daerah dengan ketinggian rendah sampai dengan 4.000 mdpl. Namun, pertumbuhan akan optimal pada areal dengan jenis tanah aluvial yang subur pada ketinggian sampai 2.500 mdpl beriklim lembap dengan curah hujan merata sepanjang tahun.
- 2) Pertumbuhan kurang baik pada tanah yang liat dengan tekstur ringan dan menahan air. Tanah berpasir dan cukup subur lebih baik daripada tanah berkapur untuk serai wangi.
- 3) Iklim yang dikehendaki adalah yang mempunyai curah hujan 1.800–2.500 mm per tahun dengan distribusi yang merata dalam waktu 10 bulan.
- 4) Derajat keasaman (pH) yang disukai 6,0–7,5 dan sinar matahari harus cukup.
- 5) Perbanyak tanaman yang termudah adalah dengan pemecahan rumpun tanaman dewasa.
- 6) Serai wangi yang akan diambil minyak atsirinya agar dipangkas sebelum munculnya bunga karena jika bunganya sudah muncul, mutu minyaknya akan lebih rendah.
- 7) Panen daun serai wangi pertama kali pada saat sudah berumur enam bulan sejak penanaman dan panen selanjutnya dapat dilakukan tiga kali setiap tahunnya.
- 8) Kriteria/waktu panen ditetapkan berdasarkan perkembangan, tinggi, dan tingkat kedewasaan tanaman. Ketepatan waktu panen sangat berpengaruh pada mutu dan rendemen minyak atsirinya.

Penanaman serai wangi sebaiknya ditanam pada daerah dengan ketinggian 180 hingga 450 m di atas permukaan laut. Iklim yang cocok adalah daerah yang beriklim panas, cukup sinar matahari dengan curah hujan sekitar 200 hingga 250 cm. Pemupukan secara intensif tidak diperlukan, tetapi amonium sulfat dan kalium sulfat dianjurkan. Pemanenan perdana dapat dilakukan sekitar enam hingga delapan bulan

setelah penanaman, selanjutnya dapat dipanen setiap tiga hingga empat bulan (Sastrohamidjojo, 2004).

Pemanenan I tanaman serai wangi dilakukan pada saat tanaman berumur 7–8 bulan dan pemanenan II saat umur 10–12 bulan. Setelah tahun ke-2, tanaman memasuki tanaman produktif sehingga dapat dipanen setiap 3–4 bulan sekali. Alat yang digunakan adalah tangki pemisah, bak air, pendingin, dan alat penyulingan, sedangkan bahan yang digunakan adalah serai wangi. Persiapan bahan yang akan digunakan, yaitu daun serai yang masih segar dirajang dahulu sehingga panjangnya menjadi sekitar 10–15 cm dan secepatnya dimasukkan ke dalam ketel suling selama 1–3 jam. Minyak serai ditampung dalam tangki pemisah, ditunggu sampai dingin kemudian dikemas dalam botol. Tingkat kesegaran bahan olah sangat penting karena semakin segar bahan olah, semakin tinggi rendemennya. Bahan yang kering/layu kemungkinan telah terjadi kehilangan sejumlah kandungan bahan olah yang menguap ke udara bebas. Minyak atsiri serai wangi banyak terdapat dalam daun, sedangkan tangkai/batangnya hanya sedikit menghasilkan minyak. Banyak batang semu dibandingkan daunnya akan menghasilkan rendemen minyak yang kecil. Di sisi lain, keberadaan batang pada bahan olah berkontribusi besar terhadap berat bahan olah. Perlakuan awal bahan olah, seperti perajangan, akan meningkatkan rendemen minyak (Hieronymus, 1992; Wahyuni, Hobir, & Nuryani, 2003).

Kultur teknis tanaman serai tidak banyak memerlukan persyaratan. Jenis Lenabatu dapat ditanam di tanah yang tandus atau kurang subur. Lain halnya dengan jenis Mahapengiri yang memerlukan perawatan yang baik dan tanah yang lebih subur. Serai jenis Lenabatu biasanya tumbuh lebih tegak, sedangkan Mahapengiri tumbuh dengan daun merumbai ke bawah. Pertumbuhan serai dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kesuburan tanah, ketinggian tanah, dan iklim. Tanah subur di lereng-lereng gunung (daerah pegunungan) dengan curah hujan turun secara teratur merupakan tanah yang paling sesuai untuk tanaman serai. Tanaman serai dapat berfungsi untuk mencegah erosi tanah yang disebabkan oleh air hujan.

Tanah yang liat dan selalu tegenang air merupakan tanah yang tidak sesuai untuk tanaman serai. Oleh karena itu, tanah yang akan ditanami serai wangi harus dibersihkan dari tanah liat, alang-alang, rumput teki, dan rumput lain yang sejenis. Tanaman serai juga dapat ditanam di antara tanaman lain, seperti nanas dan pepaya. Serai wangi dapat ditanam dengan cara stek yang bibitnya dipilih dari rumput serai yang sudah tua. Stek tersebut kemudian ditanam dalam lubang yang berbentuk segitiga dan satu sama lain berjarak 10 cm, sedangkan jarak antara kelompok yang satu dengan yang lain kurang lebih satu meter. Tanah untuk perkebunan serai harus bersih dan bebas dari rumput-rumput liar karena dapat menghambat pertumbuhan tanaman serai dan kesuburan tanah itu sendiri. Di samping itu, rumpun serai wangi dapat diserang oleh jamur atau cendawan parasit. Cendawan ini dapat memasuki jaringan pelepah tanaman serai yang akhirnya dapat memengaruhi bagian daun yang dapat menghasilkan minyak (Hieronymus, 1992; Dewan Atsiri Indonesia, 2009).

Bibit serai wangi dapat juga berasal dari sobekan rumput yang masih mengandung akar. Bibit yang digunakan sebaiknya masih muda dan kemudian ditanam di atas tanah dengan kedalaman kurang lebih 20 cm. Bagian bawah ditimbun kurang lebih 10 cm sedang sisa di atas tanah kurang lebih 6 cm. Bibit ditanam dengan jarak 90 x 90 cm di tempat yang tanahnya subur, atau dengan jarak 75 x 75 cm di tanah yang kurang subur. Penanaman serai harus dilakukan pada permulaan musim hujan, yaitu sekitar bulan Desember–Januari.

Dalam mendukung pengembangan serai wangi, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro) telah menghasilkan tiga varietas unggul serai wangi berproduksi tinggi, yaitu G1, G2, dan G3. Produktivitas minyak varietas G1 berkisar antara 300–600 kg/ha/tahun dengan kadar sitronelal 44%, varietas G2 berkisar antara 280–580 kg/ha/tahun dengan kadar sitronelal 46%, dan varietas G3 berkisar antara 300–600 kg/ha/tahun dengan kadar sitronelal 44%. Penggunaan varietas unggul sangat penting karena beberapa serai wangi lokal memiliki rendemen minyak yang sangat rendah (Balitro, 2010).

E. SEBARAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN SERAI WANGI

Daerah penanaman dan produksi minyak serai wangi berada di Pulau Jawa, khususnya Jawa Barat dan Jawa Tengah (Manfaat serai wangi, 2013). Menurut data statistik, beberapa daerah yang juga mengembangkan serai wangi adalah Riau, Jawa Barat, Jawa Tengah, Kalimantan Barat, dan Sulawesi Selatan. Pangsa produksi minyak serai wangi Jawa Barat dan Jawa Tengah mencapai 95% dari total produksi Indonesia. Daerah sentra produksi di Jawa Barat adalah Pandeglang, Bandung, Sumedang, Ciamis, Cianjur, Lebak, Garut, dan Tasikmalaya. Untuk wilayah di Jawa Tengah adalah Cilacap dan Pemasang. Perkiraan pemakaian minyak serai wangi dunia pada tahun 2007 lebih dari 2.000 ton per tahun, sedangkan area sebaran dan produksi minyak serai beberapa daerah di Indonesia seperti tertera pada Tabel 2.6. Perkembangan luas areal perkebunan dan produktivitas serai wangi di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.7, dengan luas areal terbesar tercatat di Provinsi Aceh sebesar 17.455 ha. Namun, produktivitasnya masih rendah (135 kg/ha) dibanding dengan Provinsi Jawa Barat yang memiliki luas area sebesar 1.102 ha dan sudah mencapai produktivitas sebesar 202 kg/ha. Menurut BPS (2017), total luas areal perkebunan serai wangi di Indonesia sebesar 19.300 ha pada tahun 2014 dapat mencapai produktivitas serai wangi sebesar 3.100 ton.

Tabel 2.6 Data Sebaran Areal Tanaman dan Produksi Minyak Serai Wangi

No	Daerah	Luas Panen (ha) (Tahun)	Produksi Minyak (Ton) (Tahun)
1	Aceh	18.165 (2007)	14.072 (2007)
2	Jawa Tengah	439,25 (2007)	37,79 (2007)
3	Jawa Barat	988 (2007)	69,24 (2007)
4	Gayo Lues	6.500 (2013)	480 (2011)
5	Solok	20 (2016)	14 (2016)

Sumber: Ditjenbun (2007); Dewan Atsiri Indonesia dan IPB (2009); Minyak Serai Galus (2011); Gayo (2015); Haryadi (2016)

Tabel 2.7 Perkembangan Luas Areal Perkebunan dan Produktivitas Serai Wangi di Indonesia

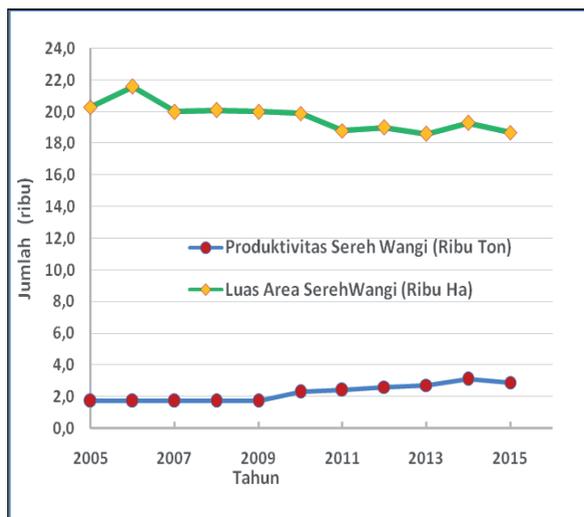
Indikator	Satuan	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Prov. Aceh														
Luas areal	ha	3.804	2.068	2.068.	2.068.	2.401.	18.457.	19.661.	18.088.	2 (4)	2 (4)	18.387.	17.335.	17.455.
Produksi	ton	185	229	231	572	186	1.544.	1.529.	1.591.	1.602.	1(4)	2.132.	2.195.	2.317.
Produktivitas	kg/ha	107,25	111,6	112,57	278,75	77,47	90,35	90,61(4)			500 (4)	125	129	135
Prov. Lampung														
Luas areal	ha	248	129	53	52	55	13	13	13	783	783			
Produksi	ton	10,3	1,7	3,8	37	4	1	1	1	282	319			
Produktivitas	kg/ha	97,17	106,25	105,56	860,47	72,73	142,86	142,86 (4)	0	527,1	519,54			
Prov. Jawa Barat														
Luas areal	ha	627	520	394	461	531	999	1.043,00	1.034.	1.041.	1041 (4)	1.051.	1.024.	1.102.
Produksi	ton	69,5	27,7	28,2	17	45	75	91	90	176	262 (4)	80	175	197
Produktivitas	kg/ha	114,5	54,31	75,81	35,87	84,75	78,37	78,29	181,11	181,11	254,92	84	190	202
Prov. Jawa Tengah														
Luas areal	ha	878	878	878	872	781	766	915	858	470	470(4)	434	362	375
Produksi	ton	43,6	46	46,8	129	43	35	56	39	104	107(4)	89	1	40
Produktivitas	kg/ha	110,38	116,46	118,48	326,58	55,06	83,14	82,94 (4)		234,76	234,65(4)	217	3	115
Prov. Jawa Timur														
Luas areal	ha	57	72	67	67(4)									
Produksi	ton	6	8	6,8	6,8(4)									
Produktivitas	kg/ha	105,26	111,11	101,49	101,49(4)									

Indikator	Satuan	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Prov. Banten														
Luas areal	ha	168	166	166	166 (4)									
Produksi	ton	10	17.4	17.4	17.4(4)									
Produktivitas	kg/ha	116.28	104.82	104.82	104.82(4)									
Prov. Sulawesi Selatan														
Luas areal	ha	91	116	117	117	57	60	60	97	97 (4)				
Produksi	ton	7.9	10.6	10.8	11	4	2	3	5	5 (4)				
Produktivitas	kg/ha	103.95	104.95	105.88	107.84	70.18	40	40 (4)						

Catatan: (4) = angka sementara

Sumber: Kementerian Pertanian (2013)

Secara keseluruhan, quo vadis serai wangi di Indonesia, yang perkembangan luas areal dan produktivitasnya tertuang dalam Tabel 2.8 dan Gambar 2.3, memperlihatkan bahwa produktivitas serai wangi cenderung meningkat signifikan sejak 2009 dibandingkan perkembangan luas area perkebunan serai wangi yang fluktuatif dan berkisar pada luas area sebaran yang hampir sama. Oleh karena itu, perlu adanya sosialisasi dan penyuluhan lebih intensif untuk memperluas area perkebunan serai wangi dan alih teknologi dari budi daya serta proses produksi minyak serai wangi.



Sumber: BPS (2017)

Gambar 2.3 Perkembangan Total Luas Area Tanaman dan Produktivitas Serai Wangi Indonesia

Tabel 2.8 Perkembangan Total Luas Areal dan Produktivitas Serai Wangi Indonesia

Tahun	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Produktivitas (Ribun Ton)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	2.3	2.4	2.6	2.7	3.1	2.9
Luas Area (Ribun ha)	20.30	21.60	20.00	20.10	20.00	19.90	18.80	19.00	18.60	19.30	18.70

Peranan komoditas ini sangat besar sebagai sumber devisa dan pendapatan petani serta penyerapan tenaga kerja. Nilai ekspor minyak serai wangi tertinggi pada periode tahun 1975–1980 mencapai 57% dari total volume minyak yang diperdagangkan, yaitu sebesar 4.000 ton/tahun. Setelah itu volume ekspor cenderung menurun. Ekspor minyak serai wangi tahun 2002 mencapai 142 ton dengan nilai US\$1.066.000 dengan negara tujuan Eropa, Amerika, Jepang, India, Taiwan, Singapura, dan Timur Tengah dan pada tahun 2004 turun drastis menjadi sebesar 114 ton dengan nilai ekspor sebesar US\$700.000 (Dirjenbun, 2006). Hal ini disebabkan oleh persaingan dengan negara penghasil lain, terutama Sri Lanka, produksi tanaman yang rendah akibat tidak dipelihara dengan baik serta petani cenderung menanam serai wangi tipe lokal yang lebih banyak produksi daun basah, tetapi mutu minyaknya kurang baik.

Peluang pasar ekspor untuk komoditas serai wangi makin tinggi. Hal itu dibuktikan dengan tingginya permintaan terhadap serai wangi oleh perusahaan dari Malaysia mulai tahun 2015. Peluang ini berpotensi menjadi solusi peningkatan pendapatan petani di tengah ketidakpastian harga karet alam yang masih anjlok 5 tahun terakhir. Hal tersebut terungkap saat Kontak Tani Nelayan Andalan (KTNA) Madina bekerja sama dengan Bagian Perekonomian Pemkab Madina menghadirkan perusahaan importir serai wangi, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), dan perwakilan Bank Indonesia dalam sosialisasi agrobisnis serai wangi kepada para Komunitas Pecinta Serai Wangi di Sumatra Utara bulan Juni 2016 (Batubara, 2016).

F. PRODUKSI MINYAK SERAI WANGI DI INDONESIA

Produksi minyak serai wangi dilakukan melalui proses distilasi uap/air atau dikenal di masyarakat dengan istilah penyulingan selama 3–4 jam. Rendemen rata-rata minyak serai wangi sekitar 0,6–1,2%, bergantung dari jenis serai wangi serta penanganan dan efektivitas penyulingan. Cara penyulingan yang sudah baku dapat dilakukan dengan distilasi uap dan distilasi air. Daun yang akan didistilasi terlebih dahulu dikeringkan di bawah matahari. Kemudian, dengan menggunakan teknik distilasi uap, diperoleh minyak sampai 0,33% dengan kandungan geraniol total

39,9%, sedangkan distilasi air diperoleh 0,32% dengan kandungan geraniol total 33,7% (Sastrohamidjojo, 2002). Tekanan uap yang efektif tidak lebih tinggi dari 3 atm. Minyak serai dengan kualitas yang tinggi dapat diperoleh melalui distilasi uap dengan kondisi tekanan uap 1 hingga 1,5 atm selama 2 jam dengan jumlah bahan baku daun serai sekitar 500 hingga 600 kg (Virmani & Datta, 1971).

Distilasi fraksinasi vakum dilakukan untuk mengisolasi geraniol dari minyak serai. Untuk 10 kg daun serai wangi dapat menghasilkan minyak serai sebanyak 42,5 ml (0,373%) dengan warna kuning bening mengkilat bau khas serai dengan kandungan geraniol sebanyak 65,34%. Kandungan geraniol dapat meningkat menjadi 81,96% setelah direfluks dengan larutan NaOH dalam etanol. Hal ini sebagai akibat terjadinya reaksi hidrolisis geraniol asetat menjadi geraniol. Geraniol diperoleh dari minyak serai dengan distilasi fraksinasi vakum pada tekanan 110 mmHg (Ngadiwiyana dkk., 2008; Abimanyu, 2003; Agustian, Sulaswatty, Tasrif, Laksmono, & Badria, 2007). Metode yang digunakan dalam memproduksi minyak serai wangi dari daun serai di Indonesia adalah dengan metode distilasi uap seperti tertera pada Gambar 2.4 (PP Kimia, 2002; PMKP Krai, 2012).



Ket: a) Skala Pilot, b) Skala Komersial

Sumber Foto: PPKimia (2002); Perhutani (2012)

Gambar 2.4 Penyulingan Minyak Serai Wangi

Produksi minyak serai wangi dari China dan Indonesia mencapai 1.800 ton per tahun sebagaimana tertera pada Tabel 2.9. Khusus produktivitas minyak serai wangi di Indonesia pada tahun 2014 tercatat berkisar sebesar 500–600 ton sebagaimana tersaji pada Tabel 2.10 dan cenderung terus naik. Prospek dan potensi pasar minyak serai wangi cenderung stabil dan terus meningkat karena minyak ini banyak dibutuhkan (Lawrence, 2009; Rusli, 2015).

Tabel 2.9 Produksi Minyak Atsiri Utama di Dunia pada Tahun 2007

No	Minyak Atsiri	Produksi (MT)	Sumber Utama	Produk Turunan
1	<i>Orange</i>	51.000	Brasil, USA	Tinggi
2	<i>Cornmint</i>	32.000	India, China	Tinggi
3	<i>Lemon</i>	9.200	Argentine, Spain	Tinggi
4	<i>Eucalyptus</i>	4.000	China, India	Sedang
5	<i>Peppermint</i>	3.300	USA, India	Sedang
6	<i>Citronella</i>	1.800	China, Indonesia	Sedang
7	<i>Clove Leaf</i>	1.800	Indonesia, Madagascar	Tinggi
8	<i>Sassafras</i>	1.800	China	Tinggi
9	<i>Lime</i>	1.800	Mexico,	Rendah
10	<i>Lavandin</i>	1.300	France, Spain	Rendah
11	<i>Patchouli</i>	1.200	Indonesia, China	Rendah

Sumber: Lawrence (2009)

Diyakini produksi minyak serai wangi dapat menambah pendapatan masyarakat yang memang banyak bekerja di sektor pertanian. Dengan harga jual Rp100.000 per kg dan produksi yang dihasilkan per bulan sekitar 15 ton dari semua lahan yang dikembangkan petani maka produksi minyak serai wangi dapat menjadi peluang besar, tidak hanya bagi masyarakat, tetapi investor yang memang membutuhkan minyak serai wangi (Dewan Atsiri Indonesia dan IPB, 2009; Minyak Atsiri, 2009).

Pada tahun 2011, harga minyak serai wangi berada pada kisaran Rp130.000–Rp 135.000/l. Meningkatnya harga minyak serai wangi telah mendongkrak harga terna basah di tingkat petani. Harga terna basah di beberapa sentra produksi serai wangi berkisar antara Rp200–Rp500

sehingga pendapatan petani berada pada kisaran Rp 4 juta–Rp 10 juta/ha pada panen pertama. Dengan rendemen 0,8–1,2%, produksi minyak pada tahun pertama berkisar antara 160–240 liter/ha. Pendapatan petani akan terus bertambah pada tahun kedua dan seterusnya sejalan dengan peningkatan produksi tera basah dan penurunan biaya produksi. Biaya budi daya tanaman serai wangi pada tahun kedua dan seterusnya hanya untuk pemeliharaan, pemupukan, dan panen (Arya, 2012; Widiastuti, 2012).

Kebutuhan lahan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dapat menyerap tenaga kerja. Dalam satu hektare lahan budi daya serai wangi diperlukan setidaknya empat orang petani yang dapat menggarap dari penanaman hingga pemanenan. Dengan pemanfaatan lahan sebanyak 168.000 ha maka diperlukan tenaga kerja sebanyak 672.000 petani (Dewan Atsiri Indonesia dan IPB, 2009).

Tabel 2.10 Produksi Minyak Atsiri di Indonesia pada Tahun 2014 (Estimasi DAI)

No	Minyak Atsiri	Produksi (ton)	Kecenderungan Produksi
1	Minyak Cengkeh	3.500–4.000	Stabil
2	Minyak Nilam	800–1.000	Turun
3	Minyak Serai Wangi	500–600	Naik
4	Minyak Pala	350–400	Naik
5	Minyak Kayu Putih	350–400	Stabil
6	Minyak Akar Wangi	25–30	Stabil
7	Minyak Kenanga	12–15	Turun
8	Minyak Masoi	12–15	Turun
9	Minyak Gurjun	8–10	Turun
10	Minyak Jahe	5–7	Naik
11	Minyak Daun Jeruk Purut	2–3	Stabil
12	Minyak Gaharu	1–2	Stabil
13	Minyak Kemukus	1–2	Stabil
14	Minyak Lajagoa	<1	Turun
15	Minyak Cendana	<1	Turun
16	Minyak Serai	<1	Stabil
17	Minyak Kayu Manis	<1	Stabil
18	Minyak Lada Hitam	<1	Stabil

Sumber: Rusli (2015)

G. MANFAAT DAN KHASIAT MINYAK SERAI WANGI

Manfaat minyak serai wangi sangat luas, antara lain sebagai bahan baku parfum, antiseptik, kosmetik, obat-obatan, perisa makanan atau minuman, pengusir serangga, dan pencampur rokok kretek. Beberapa jenis di antaranya digunakan sebagai bahan analgesik, haemolitik atau sebagai antizymatik serta sedavita dan stimulan untuk obat sakit perut. Minyak serai wangi juga digunakan untuk aneka jenis aerosol dan pembersih lantai, detergen, pewangi sabun. Dalam jumlah yang kecil juga ditemukan pada industri produk makanan dan minuman, seperti anggur, saus, permen, dan rempah. (Harahap, 2012). Minyak serai wangi berfungsi sebagai penolak nyamuk yang dapat ditambahkan pada berbagai jenis produk (gel pengharum ruangan, *lotion*, pelet bar). Pada sabun, serai berkhasiat untuk menghilangkan kelelahan dan pegal-pegal setelah beraktivitas, mencegah gigitan serangga, mengatasi jerawat, baik di punggung maupun di wajah, juga menghilangkan flek hitam bekas jerawat. Aroma khas serai wangi pada sabun juga membantu sebagai anti depresi (aromaterapi) (Simarmata, 2017).

Manfaat minyak serai wangi sangat luas seperti yang telah disebutkan di atas. Lebih lanjut minyak serai wangi dapat dikelompokkan sebagai berikut.

1. Aromaterapi

Minyak serai wangi memiliki aktivitas berkelanjutan dan kualitas pemanasan, baik secara fisik maupun mental. Kehangatan dan kesegarannya mempunyai manfaat sebagai aromaterapi. Aromanya dikatakan seperti kerabat serai dan palmarosa. Namun, minyak serai masih diabaikan dalam kancah aromaterapi karena hubungannya yang sangat erat dengan pengusir serangga. Minyak serai yang diencerkan dengan baik dalam *base oil* dan dioleskan pada kulit menghasilkan sensasi kehangatan ringan yang mengurangi nyeri otot dan sendi. Secara mental, aroma minyak serai dapat membantu meringankan kelelahan saraf, migrain, dan sakit kepala. Minyak serai menyatu, baik dengan *cedarwood*, orange, geranium, lemon, maupun bergamot. Namun, semua ini harus sesuai dengan peruntukan masing-masing yang spesifik

atau berkonsultasi dengan *aromatherapist* (Koensoemardiyah, 2010). Sifat aromatik kuat pada minyak serai akan melancarkan pernapasan, terutama dalam kasus sinusitis parah, dengan cara menghirup minyak serai langsung dari botolnya atau menambahkan 3–5 tetes minyak atsiri serai dalam semangkuk air panas dan hirup uapnya.

2. Minyak Pijat

Minyak serai wangi digunakan sebagai minyak pijat karena memiliki sifat menenangkan dan antispasmodik sehingga ideal untuk pijat, yaitu dengan mencampurkan 3–5 tetes minyak serai dalam 100 ml minyak *carrier* dan digunakan untuk pijat. Minyak pijat serai juga akan membantu tidur lebih nyenyak (Kumpulan info, 2014).

3. Pengharum Ruangan

Minyak serai wangi dapat digunakan sebagai pengharum ruangan (Gambar 2.5) di mana bau dan serangga menjadi masalah. Selain harum, minyak serai wangi juga dapat bertindak sebagai pengusir serangga (Primbondonit, 2014; Tai Daisy Air, 2018).



Sumber: Primbondonit (2014); Tai Daisy Air

Gambar 2.5 Pengharum Ruangan dari Minyak Serai Wangi

4. Pengusir Serangga (*Insect Repellent*)

Minyak serai mengusir serangga, seperti nyamuk, lalat hitam, dan kutu. Hal ini digunakan pada manusia dan pakaian mereka (dalam bentuk minyak, cair, dan tambalan). Minyak serai adalah natural, *alternatif non-toxic* alami sebagai alternatif penolak serangga dibanding dengan bahan kimia, seperti DEET. Karenanya, minyak serai jadi pilihan yang lebih disukai. Selain itu, tersedia juga produk padat, seperti lilin minyak serai dan kartrid untuk mengusir serangga. Intensitas bau minyak serai wangi biasanya ditentukan oleh kandungan geraniol dan sitronelal yang tinggi (Syahida, 2012). Serangga tidak tertarik dengan aroma yang kuat sehingga minyak serai dapat menjadi pengusir serangga alami dengan mencampurkan 10–20 tetes minyak serai dengan 200 ml air dan semprotkan larutan ke kulit untuk mengusir serangga. Minyak serai juga bersifat anti serangga dan mampu mengurangi gatal pada kulit (Amazine, 2015). Minyak serai juga digunakan dalam bentuk tablet atau pelet di daerah rekreasi atau di halaman sekitar pohon dan semak-semak. Selain itu, ada formula minyak serai untuk hewan peliharaan dan hewan domestik lainnya untuk mengusir kutu. Kombinasi minyak serai wangi dan minyak *virginian cedarwood* juga membantu untuk mengusir nyamuk (Caagin, 2012). Pada Gambar 2.6 dapat dilihat beberapa produk yang mengandung minyak serai wangi untuk pengusir serangga yang sudah beredar di pasaran.



Sumber: Pekatan Herba Serai (2018); AFY Haniff (2016)

Gambar 2.6 Produk Komersial Minyak Serai Wangi untuk Pengusir Serangga

5. Produk Kosmetik

Minyak serai adalah zat pencuci/pembersih dan jika digunakan dengan benar dapat membantu membersihkan kulit berminyak. Karena keharumannya, serai dijadikan bahan baku untuk membuat sabun (Gambar 2.7), lotion, atau minyak (Koensoemardiyah, 2010).



Sumber: Spa Jogja (2011), Swansoap (2012)

Gambar 2.7 Sabun Serai Komersial

Manfaat minyak serai wangi dalam produk kosmetik adalah sebagai berikut.

- a) Menghilangkan gatal-gatal di kulit (biang keringat, eksim, panu, dan kadas)
- b) Mencegah dan mengobati (mengeringkan) jerawat
- c) Mencegah dan menghilangkan flek atau bekas jerawat
- d) Mencerahkan kulit
- e) Menyembuhkan pecah-pecah di kaki
- f) Menghilangkan bau badan
- g) Menghilangkan ketombe

6. Penghilang Stres

Minyak serai wangi cocok digunakan dalam aromaterapi. Wanginya yang lembut dapat menyenangkan suasana hati serta menurunkan ketegangan pikiran.

7. Parfum

Minyak serai wangi tipe Jawa adalah salah satu minyak yang paling banyak dan sering digunakan sebagai bahan dasar parfum karena mengandung konstituen penting, sitronelal dan geraniol, sebagai *perfume building blocks*.

8. Obat Tradisional dan Kesehatan

Secara tradisional, minyak serai wangi digunakan untuk merawat *rubefacient*, yaitu warna merah di bagian kulit luar muka, untuk merawat diuretik (kerap buang air), dan sudorifik atau diaporetik (berperan untuk merangsang pengeluaran peluh). Untuk kosmetik, serai berfungsi sebagai deodoran, *astringent*, antibakteri, tonik kulit, penghangat, analgesik, dan penolak serangga. Serai wangi juga digunakan sebagai penghalau nyamuk, juga untuk membuat minyak wangi dan sabun. Secara tradisional manfaat kesehatan serai di antaranya untuk diuretik, antiseptik, analgesik, buang angin, penenang saraf, *galactagogue*, tonik, sedatif, antidepresan, antibiotik, antimikrobal, penurunan panas badan, astringen, dan deodoran. Faedah serai diperoleh dari kandungan antioksidan; beta karotena dan vitamin lain; sejumlah unsur-mikro (mikroelemen); serta nutrisi lainnya. Berbagai penelitian ilmiah telah dilakukan untuk mempelajari potensi minyak serai dan kandungan kimianya sebagai obat dan mendukung pemanfaatannya secara tradisional untuk pengobatan.

9. Bioaditif Bahan Bakar Minyak

Aditif adalah suatu zat yang ditambahkan (dalam jumlah sangat kecil) ke dalam suatu bahan untuk meningkatkan kinerja bahan tanpa mengubah spesifikasi bahan tersebut. Aditif BBM adalah bahan yang dapat meningkatkan pembakaran BBM, tenaga/daya mesin meningkat, membersihkan deposit karbon, menurunkan emisi gas buang, dan menurunkan volume konsumsi BBM. Sementara itu, bioaditif BBM adalah aditif BBM yang berasal dari bahan alam, seperti minyak atsiri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bio-aditif dari serai wangi dapat menghemat penggunaan bensin 30–50%

pada kendaraan roda dua dan 15–25% pada kendaraan roda empat, sedangkan penggunaan pada kendaraan roda empat dengan bahan bakar solar juga dapat menghemat 15–40% (Balittro, 2010). Beberapa jenis bioaditif berbasis minyak serai wangi yang sudah diproduksi, antara lain Gastrofac untuk BBM bensin dan Cetrofac untuk solar yang telah *launching* pada acara ENIP 2010 (Expo Nasional Inovasi Perkebunan) 12–14 November 2010 (Arya, 2012), CetrolN15[®] (Gambar 2.8) yang merupakan bioaditif untuk bahan bakar jenis diesel atau solar, dan OctaneN[®] yang merupakan bioaditif untuk bahan bakar minyak jenis premium atau bensin (Pengembangan bioaditif, 2010)



Sumber: Cetrol_N15[®] (2010), Octane_N[®] (2010)

Gambar 2.8 Bioaditif Komersial CetrolN15[®] dan Bioaditif OctaneN[®]

H. KESIMPULAN

Minyak serai wangi merupakan salah satu komoditas dari sembilan jenis minyak atsiri yang paling menonjol sebagai andalan di Indonesia dan memiliki potensi yang sangat tinggi serta sangat prospektif. Permintaan minyak serai wangi cukup tinggi dan harganya stabil serta cenderung meningkat. Uniknya, pembudidayanya tidak terlalu rumit serta tanaman ini dapat hidup di lahan-lahan marginal, bahkan lahan bekas tambang. Namun, minyak serai wangi belum dikembangkan di dalam negeri secara maksimal.

Minyak serai wangi memiliki kandungan komponen utama berupa sitronelal, sitronelol, dan geraniol yang memberikan bau khas citrus yang disukai. Varietas Lenabatu menghasilkan minyak dengan kadar sitronelal dan geraniol yang lebih rendah dibandingkan tipe Mahapengiri. Untuk memenuhi standar mutu internasional, minyak serai wangi yang dihasilkan harus memenuhi parameter standar mutu produk dari minyak

serai wangi (SNI 06-3953-1995) yang mengandung sitronelal lebih dari 35% dengan jumlah total alkohol juga lebih dari 35%. Hal ini dapat dicapai melalui cara penyulingan dan cara tanam yang baik. Jenis tanah, kesuburan tanah, topografi, ketinggian tempat, dan zona klimatisasi yang sesuai akan menghasilkan tanaman serai yang paling baik. Perbaikan budi daya tanaman serai yang lebih baik akan mendapatkan mutu minyak yang seragam. Perbaikan teknis budi daya dapat dilakukan melalui pemilihan atau seleksi bibit yang baik dan seragam, kemudian diadaptasikan secara intensif untuk memberikan hasil rendemen minyak serai semaksimal mungkin. Sebaran daerah penanaman minyak serai wangi di Indonesia berpusat di Pulau Jawa, khususnya Jawa Barat dan Jawa Tengah dan produktivitasnya tercatat mencapai 600 ton pada tahun 2014 dengan kecenderungan produksi yang meningkat. Minyak serai wangi sangat banyak manfaat dan khasiatnya, antara lain sebagai bahan dasar bahan dasar pembuatan parfum, antiseptik, kosmetik, obat-obatan, dan perisa makanan atau minuman. Selain itu, pengembangan bioaditif yang berbasis minyak atsiri juga banyak memberikan implikasi positif terhadap perekonomian secara nasional di antaranya penurunan atau penghematan konsumsi bahan bakar minyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abimanyu, H. (2003). Sitronelal dari Minyak Sereh Wangi Dengan Variasi Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Natrium Bisulfit. *Pemaparan Hasil Litbang*, hlm. 259–271.
- AFY Haniff Group. (2016, 27 Januari). Tips halau semut yang dah kebal dengan racun. Diakses dari <https://www.facebook.com/360341231437/posts/tips-halau-semut-yang-dah-kebal-dengan-racunnak-dijadikan-cerita-rumah-aku-meman/10153757726866438/>.
- Agustian, E., Sulaswatty, A., Tasrif, Laksmo, J. A., & Badria, I. (2007). Pemisahan Sitronelal dari Minyak Sereh Wangi Menggunakan Unit Fraksionasi Skala Bench. *Journal Tek. Ind. Pert*, 17 (2), 49–53.
- Amazine. (2015). Diakses pada 23 Januari 2015 dari <http://www.amazine.co/10746/tips-minyak-atsiri-5-khasiat-manfaat-minyak-sereh/>.
- Anjungan Rafflesia. (2010). Diakses pada 4 Desember 2014 dari <http://anjunganrafflesia.blogspot.com/2010/11/pengembangan-bioaditif-berbasis-atsiri.html#more>.

- Anjungan Rafflesia. (2010). Diakses pada 4 Desember 2014 dari <http://anjunganrafflesia.blogspot.com/2010/11/centroln15.html>.
- Arya, D. (2012). *Limbah Sereh wangi Potensial sebagai Pakan Ternak*. Diakses pada dari <http://pmkpkrai.blogspot.com/2012/04/limbah-serai-wangi-potensial-sebagai.html>.
- Astuti, W., & Putra, N. N. (2014). Peningkatan Kadar Geraniol Dalam Minyak Sereh Wangi dan Aplikasinya Sebagai Bio Additive Gasoline. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan/JABT*, 3 (1). Diakses pada 10 Desember 2015 dari <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jbat/article/view/3098>.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2017). *Luas Areal Tanaman Perkebunan Rakyat Menurut Jenis Tanaman 2000–2015*. Diakses pada 7 Agustus 2017 dari <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1669>.
- Balitro. (2010, November 24–30). Penggunaan Minyak Serai Wangi Sebagai Bahan Bio-Aditif Bahan Bakar Minyak. *Sinar Tani*.
- Balitro. (2011). Diakses pada 4 Desember 2014 dari <http://balitro.litbang.deptan.go.id>.
- Batubara, D. (2016). Diakses pada 2 Juni 2017 dari <http://www.mandailingonline.com/peluang-ekspor-serai-wangi-kian-tinggi/>.
- BSN. (1995). Minyak Sereh, Mutu, dan Cara uji. Diakses pada 17 Desember 2005 dari http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/4386,SNI_06-3953-1995.
- Caagin. (2012). Diakses pada 4 Desember 2014 dari <http://caagin.blogspot.com/2012/10/spray-serai-untuk-menghalau-lipas.html>.
- Cetrol_N15°[Gambar]. (2010, 11 November). Cetrol_N15°. Diakses dari <http://anjunganrafflesia.blogspot.com/2010/11/centroln15.html>.
- Didimisbahatori. (2013). *Khasiat Sereh atau Séréh, Obat, Penyakit*. Diakses pada 18 April 2018 dari <https://klinikpengobatanalami.wordpress.com/2013/06/22/khasiat-serai-atau-sereh/>.
- Dewan Atsiri Indonesia (DAI). (2009). *Booklet Minyak Atsiri Indonesia*. Jakarta.
- Dewan Atsiri Indonesia dan IPB. (2009). *Minyak Atsiri Indonesia*. Diakses pada 11 Desember 2014 dari <http://minyakatsiriindonesia.wordpress.com/atsiri/>.
- Ditjenbun. (2006). *Statistik Perkebunan Indonesia 2004–2005, Serai Wangi*. Hlm. 28. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Ditjenbun. (2007). *Statistik perkebunan*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Sekretariat Ditjenbun. Dep. Pertanian, Jakarta.
- Fuzhou Taiju (2018). Diakses 18 Oktober 2018 dari <http://www.fuzhoutaiju.cn/>

- Gayo, M. L. (2015, 16 Februari). Tujuh Kecamatan Sentra Produksi Minyak Sereh Wangi. Diakses dari http://www.insetgalus.com/berita?id=Tujuh_Kecamatan_Sentra_Produksi_Minyak_Sereh_Wangi.
- Guenther, E. (1990). *Minyak Atsiri*. Diterjemahkan oleh: S. Ketaren dan R. Mulyono. Jakarta: UI Press.
- Harahap, E. K. (2012). Diakses pada 22 Desember 2014 dari <http://emmakhairaniharahap.blogspot.com/2012/05/minyak-sereh-wangi.html>.
- Haryadi, W. (2016, 18 Mei). Serai Wangi, Potensi Ekonomi Baru Buat Kota Solok. Diakses dari <https://kotasolok.info/serai-wangi-potensi-ekonomi-baru-buat-kota-solok/>.
- Hieronymus B. S. (1992). *Sereh Wangi: Bertanam dan Penyulingan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Istitarini, N. (1992). *Penelitian Tanaman Obat di Beberapa Perguruan Tinggi di Indonesia*, VII (157), 120 hal.
- Kementerian Pertanian. (2013). *Data Jenis Potensi Atsiri di Indonesia*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Ketaren, S. (1985). *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Balai Pustaka.
- Koensomardiyah. (2010). *A to Z Minyak Atsiri: untuk industri makanan, kosmetik dan aromaterapi*. Yogyakarta: CV Andi.
- Kumpulan Info. (2008). *Serai Sebagai Obat Tradisional*. Diakses pada 4 Desember 2014 dari <http://kumpulan.info/sehat/artikel-kesehatan/521-sereh-obat-tradisional.html>.
- Lawrence, B. M. (2009). A preliminary report on the world production of some selected essential oils and countries. *Perfumer & Flavorist*, 34: 38–44.
- Lingga, P. (1988, Februari). Sereh Wangi Menunggu Investor. *Trubus*, 10–12.
- Manfaat Sereh Wangi. (2013). Diakses pada 12 Desember 2014 dari <http://manfaat-sereh.blogspot.com/2013/01/manfaat-sereh-wangi.html>.
- Minyak Atsiri. (2009, Juni 07). *Trubus*.
- Minyak serai galus 480 ton/tahun. (2011, 3 Agustus). Diakses dari <http://aceh.tribunnews.com/2011/08/03/minyak-serai-galus-480-tontahun>.
- Ngadiwiyana, Fitriadi. B. F., Ismiyanto. (2008). Pemanfaatan Geraniol Dari Minyak Sereh Sebagai Senyawa Penarik Lebah Madu. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, XI (1). Diakses pada 10 Desember 2014 dari <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/3271>.
- Octane_N*[Gambar]. (2010, 11 November). Octane_N*. Diakses dari <http://anjunganrafflesia.blogspot.com/2010/11/octanen.html>.

- Pekatan Herba Serai Wangi Semulajadi [Gambar]. (2018). Diakses pada 16 Oktober 2018 dari <http://www.ummidaddy.com/semut-charlie-mengganas-lagi/>.
- PMKP Krai. (2012). Perum Perhutani khususnya di PMKP Krai yang mengelola minyak kayu putih dan minyak serai wangi. Diakses pada 19 Januari 2018 dari <http://pmkpkrai.blogspot.com/2012/04/pmkp-krai-mengelola-minyak-serai.html>.
- Primbondonit. (2014). Diakses pada 7 Juni 2015 dari <http://akucintanusantaraku.blogspot.co.id/2014/07/manfaat-serai-atau-sereh-dan-serai.html>.
- Rusli, M. S. (2015). Potensi Minyak Atsiri Indonesia dan Peran DAI. Dalam *Seminar Sehari Prospek Bisnis Minyak Atsiri 2015*, IPB-ICC Bogor.
- Rusli, M. S. (2010). *Sukses Memproduksi Minyak Atsiri*. 120 hal. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Sastrohamidjojo, H. (2002). *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta: FMIPA, Universitas Gadjah Mada.
- Sastrohamidjojo, H. (2004). *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Simarmata, J. (2017). *Analisa Kualitas Minyak Sereh (Cymbopogon nardus Rendle) Secara Organoleptik dan Fisiko-Kimia Berdasarkan Spesifikasi Persyaratan Mutu SNI 06-3953-1995 di PSMB Medan*. Tugas Akhir Program Studi D-3 Kimia, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Somaatmadja, D. (1973). Pembinaan Mutu Minyak Atsiri I: Minyak Citronella. Dalam *Proceedings Minyak atsiri I*, BPK, Bogor, hal 17–30.
- Spa Jogja. (2011). Diakses pada 19 Agustus 2018 dari www.spajogja.com/sabun-sereh/.
- Sulaswatty, A. (2002). Pengolahan lanjut minyak atsiri dan penggunaannya dalam negeri. Prosiding *Workshop Nasional Minyak Atsiri 30 Oktober 2002*. Dirjen Industri Kecil Dagang Menengah Deperindag RI.
- Swan Soap (2012). Manfaat Sabun Sereh. Diakses 18 Agustus 2018 dari <http://swansoap.blogspot.com/2012/07/manfaat-sabun-sereh.html>.
- Syahida, M. (2012). Diakses pada 8 Desember 2015 dari <http://www.slideshare.net/MuhammadSyahida/pemanfaatan-ekstrak-sereh-sitronela-sebagai-pengusir-nyamuk>.
- Tai Daisy Air Freshener (Solid & Spray) [Gambar]. (2018). Diakses pada 16 Oktober 2018 dari <http://www.fuzhoutaiju.cn/?spm=a2700.icbuShop.88.22.38f8168dYAjO4h>.
- Tora, N. (2013). *Anatomi Tanaman Serai dan Manfaatnya*. Diakses pada 6 Desember 2014 dari <http://newbietora.com/2013/02/04/anatomi-tanaman-serai-dan-manfaatnya/>.

- Tora, N. (2013). *Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Sereh*. Diakses pada 30 Januari 2015 dari <http://nandagokilz1.wordpress.com/2013/02/04/klasifikasi-dan-morfologi-tanaman-sereh-cymbopogon-citratus/>.
- Virmani, O. P., & Datta, S. C. (1971). *Essential oil of Cymbopogon winterianus (oil of citronella, Java)*. Flavour industry.
- Wahyuni, S., Hobir, & Nuryani, Y. (2003). Status Pemuliaan Tanaman Sereh Wangi (*Andropogon nardus* L.). *Perkembangan Teknologi TRO*, XV (2). Diakses dari <http://minyakatsiriindonesia.wordpress.com/budidaya-sereh-wangi/sri-wahyuni-dkk>.
- Widiastuti, Ira. (2012). *Seri Pertanian Modern: Sukses Agribisnis Minyak Atsiri: Mengungkap Peluang Usaha Aneka Olahan Minyak Atsiri*. Pustaka Baru Press.



BAB III

Teknologi Penyulingan dan Ekstraksi Minyak Serai Wangi

Egi Agustian dan Anny Sulaswatty

Sampai saat ini minyak serai wangi masih merupakan komoditas ekspor utama di antara berbagai jenis minyak atsiri. Minyak serai wangi adalah zat cair yang mudah menguap, bercampur dengan persenyawaan padat yang komposisi dan titik uapnya berbeda. Menurut Wijesekara (1973), senyawa utama penyusun minyak serai wangi adalah sitronelal, sitronelol, dan geraniol. Ketiga komponen ini menentukan kualitas dari minyak serai. Di dalam SNI 06-3953-1995 disebutkan bahwa kandungan sitronelal dan total geraniol harus lebih besar dari 35 dan 85% (b/b) (BSN, 1995). Minyak serai wangi dapat diekstrak dengan berbagai cara/teknologi, antara lain dengan distilasi, ekstraksi, pengepresan, dan enflourasi. Cara yang dipilih ditentukan berdasarkan jenis bahan baku dan sifat minyak serai wangi. Teknologi distilasi/penyulingan dan ekstraksi minyak serai wangi dengan pelarut merupakan teknologi yang tepat untuk memproduksi minyak serai wangi.

A. PENYULINGAN MINYAK SERAI WANGI

Minyak serai wangi dapat diproduksi melalui teknologi penyulingan (*distillation*) karena mudah pengoperasiannya dan peralatan yang diperlukan tidak sulit pembuatannya. Untuk mendapatkan minyak serai wangi yang berkualitas sesuai dengan persyaratan SNI perlu diketahui prinsip penyulingan dan peralatan yang diperlukan.

1. Prinsip Penyulingan dan Produksi Minyak Serai Wangi

Penyulingan adalah proses pemisahan komponen dari cairan atau padatan, dari dua macam campuran atau lebih, berdasarkan perbedaan titik uapnya. Guenther (1990) menyatakan bahwa penyulingan dilakukan berdasarkan atas perbedaan tekanan uap dari masing-masing campuran. Penyulingan dapat dilakukan terhadap minyak serai yang tidak larut dalam air (Ketaren, 1985). Minyak serai wangi dihasilkan dengan teknik distilasi uap air pada bagian daun dan batang dari tanaman serai wangi (Yuni, Sipahutar, Mahfud, & Prihatini, 2013; Kadarohman, 2006).

Pemisahan minyak serai dapat terjadi karena adanya perbedaan titik didih (tekanan uap) di antara komponen-komponen bahan. Di dalam alat suling terdapat minyak dan air yang bersifat tidak dapat bercampur. Hubungan antara air dan minyak pada penyulingan dapat dinyatakan dalam Persamaan (3.1) (Fair, 2008):

$$P_{total} = P_{komponen\ 1}^o + P_{komponen\ n}^o + P_{komponen\ air}^o \quad (3.1)$$

Di mana:

P_{total} = Tekanan uap total (atm)

$P_{komponen\ 1}^o$ = Tekanan uap komponen organik 1 (atm)

$P_{komponen\ n}^o$ = Tekanan uap komponen organik n (atm)

$P_{komponen\ air}^o$ = Tekanan uap air (atm)

Persamaan di atas menerangkan bahwa tekanan total sama dengan campuran komponen n (minyak) dan air. Tekanan uap air adalah 1 atm pada 100°C. Dengan Persamaan 3.1 dapat menghitung jumlah uap air yang diperlukan untuk menyuling suatu bahan, jika tekanan dan berat molekul masing-masing komponen diketahui pada suhu penyulingannya (Ma'mun, 2011). Dengan mengetahui kadar minyak dalam bahan, kebutuhan uap air yang diperlukan pada proses penyulingan dapat diketahui.

Berikut akan dijelaskan mekanisme penyulingan minyak serai wangi terhadap uap air. Setiap molekul uap yang kontak dengan permukaan cairan mempunyai peluang untuk mencair kembali. Pada saat suhu naik, jumlah molekul uap juga meningkat sehingga jumlah molekul uap yang berpeluang untuk mencair meningkat pula. Dalam waktu singkat, jumlah molekul yang menguap akan sama dengan jumlah molekul yang terkondensasi dalam satuan waktu yang sama. Dengan demikian, terbentuklah kesetimbangan dinamis dan jumlah molekul dalam keadaan uap menjadi konstan (Stichlmair & Fair, 1998). Menurut Ketaren (1985), jumlah minyak yang menguap bersama air ditentukan oleh

- 1) besarnya tekanan uap yang digunakan,
- 2) berat molekul dari masing-masing komponen dalam minyak, dan
- 3) kecepatan minyak keluar dari bahan yang mengandung minyak.

Metode Penyulingan

Pada umumnya metode penyulingan minyak serai wangi dapat dilakukan dengan cara

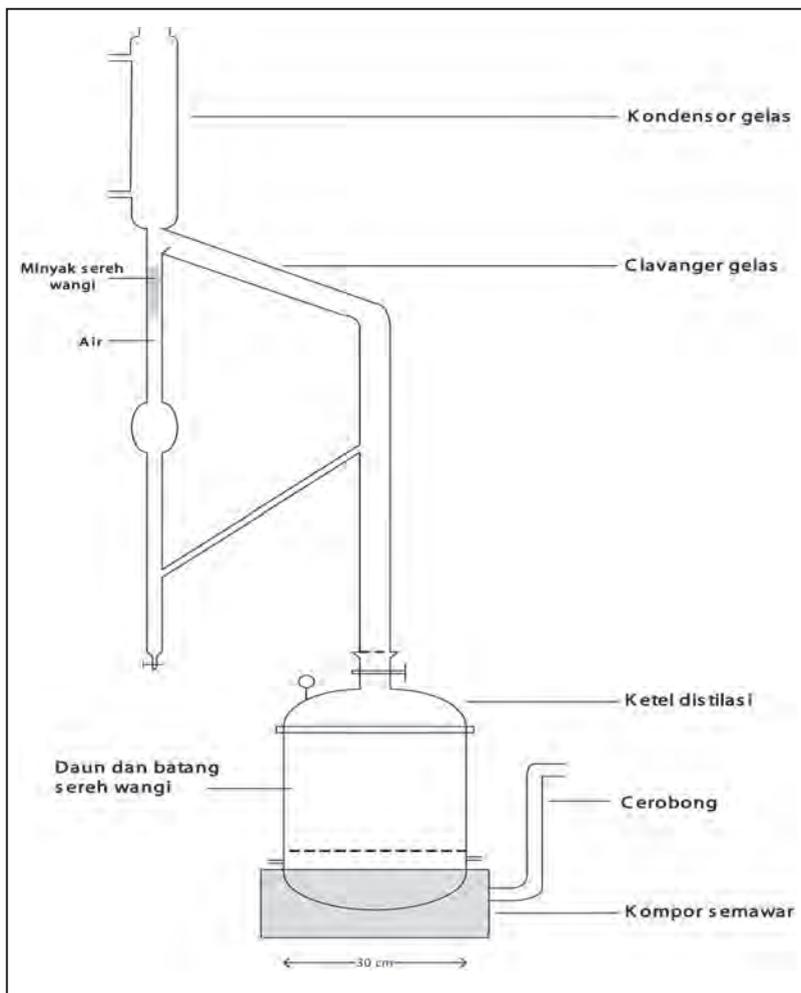
- 1) penyulingan dengan air,
- 2) penyulingan dengan air dan uap,
- 3) penyulingan dengan uap langsung.

Penggunaan metode dipilih berdasarkan pertimbangan jenis bahan baku karakteristik minyak, proses difusi minyak dengan air panas, dekomposisi minyak akibat efek panas, efisiensi produksi, dan ekonomis serta efektivitas produksi.

a. Penyulingan Air

Pada metode ini, daun dan batang tanaman serai yang akan disuling mengalami kontak langsung dengan air mendidih (Gambar 3.1). Bahan dapat mengapung di atas air atau terendam secara sempurna, bergantung pada berat dan jumlah bahan yang disuling (Lutony & Yeyet, 2002). Sistem ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain prosesnya sederhana dan dapat mengekstrak minyak dari bahan yang berbentuk bubuk dari akar, kulit, kayu, dan bunga-bunga yang mudah membentuk gumpalan jika kena panas (De Billerbeck, Roques, Bessiere, Fonvieille, & Dargent, 2001; Ketaren, 1985). Bahan baku, baik yang sudah dilayukan, kering maupun bahan basah, dimasukkan ke dalam ketel penyuling yang telah berisi air kemudian dipanaskan. Uap yang keluar dari ketel dialirkan dengan pipa yang dihubungkan dengan kondensor. Uap yang merupakan campuran uap air dan minyak akan terkondensasi menjadi cair dan ditampung dalam tempat pemisah minyak dan air. Cairan minyak dan air kemudian dipisahkan dengan pemisah minyak. Rendemen yang diperoleh dari metode penyulingan air sangat ditentukan antara lain oleh ukuran bahan, rasio bahan dan air yang digunakan, perlakuan pengadukan, dan waktu proses.

Hazwan, Hasfalina, Hishamuddin, dan Zurina (2012) mendapatkan minyak serai wangi menggunakan hidrodistilasi atau penyulingan air dengan pemanas *Ohmic*, sedangkan Cassel dan Vargas (2006) mendapatkan rendemen penyulingan minyak serai wangi dengan sistem hidrodistilasi sebesar 0,8% dari berat bahan kering selama 4 jam dan 0,9% dari berat bahan basah selama 2 jam.



Gambar 3.1 Skema Alat Penyulingan Dengan Sistem Penyulingan Air (*Water Distillation*) Skala Laboratorium

b. Penyulingan dengan Uap dan Air

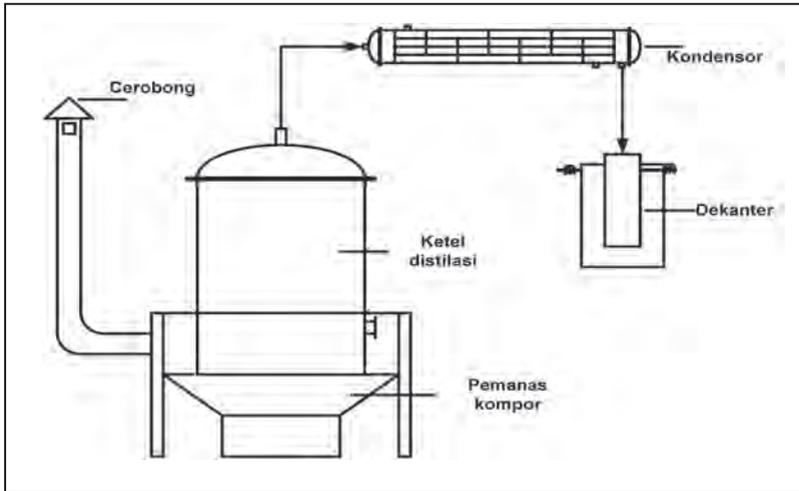
Penyulingan dengan air dan uap ini dikenal dengan sistem kukus. Cara ini mirip dengan sistem rebus, tetapi bahan baku dan air tidak bersinggungan langsung karena dibatasi dengan saringan di atas air (Gambar 3.2). Sistem ini banyak dilakukan pada dunia industri minyak serai karena hanya memerlukan sedikit air sehingga dapat menghemat waktu proses produksi. Metode kukus dilengkapi dengan sistem kohobasi, yaitu air kondensat yang keluar dari separator masuk kembali secara otomatis ke dalam ketel agar kehilangan air diminimalisasi sehingga dapat menekan biaya produksi. Sistem ini lebih menguntungkan karena terbebas dari proses hidrolisa terhadap komponen minyak serai dan proses difusi minyak dengan air panas.

Pada metode penyulingan ini, bahan tanaman yang akan disuling diletakkan di atas rak-rak atau saringan berlubang. Ketel penyulingan kemudian diisi dengan air sampai permukaannya tidak jauh dari bagian bawah saringan. Ciri metode ini, yaitu uap selalu dalam keadaan basa, jenuh, dan tidak terlalu panas. Bahan tanaman yang akan disuling hanya berhubungan dengan uap dan tidak dengan air panas (Lutony & Yeyet, 2002).

Sistem penyulingan air dan uap lebih efisien daripada metode penyulingan air karena jumlah bahan bakar yang diperlukan lebih sedikit, penyulingan lebih singkat, dan rendemen minyak yang dihasilkan lebih besar (Ketaren, 1985; Yuni dkk., 2013).

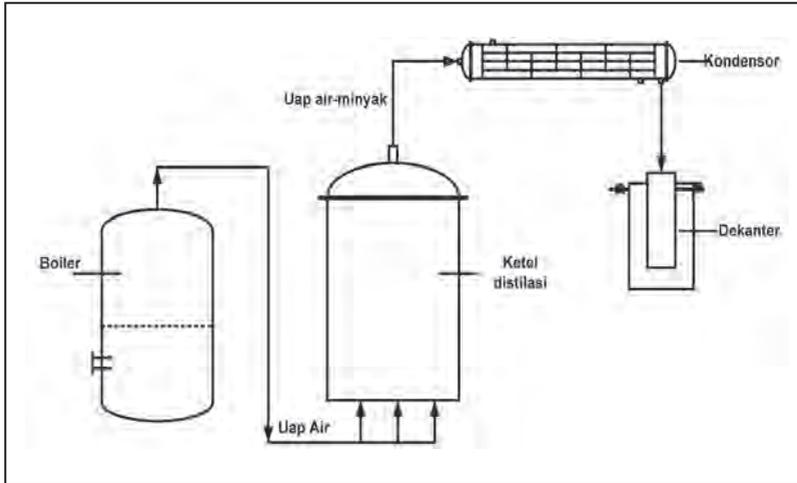
c. Penyulingan dengan Uap Langsung

Pada sistem ini bahan baku tidak kontak langsung, baik dengan air maupun pemanas/api, tetapi hanya uap bertekanan tinggi yang difungsikan untuk menyuling (Gambar 3.3). Prinsip kerja metode ini adalah membuat uap bertekanan tinggi di dalam *boiler* yang kemudian dialirkan melalui pipa dan masuk ke dalam ketel yang berisi bahan baku. Uap yang keluar dari ketel dihubungkan dengan kondensor. Cairan kondensat yang berisi campuran minyak dan air dipisahkan dengan separator sesuai berat jenis minyak. Prinsip dari model ini sama



Gambar 3.2 Skema Alat Penyulingan Dengan Sistem Penyulingan Uap dan Air (*Water and Steam Distillation*)

dengan penyulingan uap dan air, hanya saja air penghasil uap tidak diisikan bersama-sama dalam ketel penyulingan. Uap yang digunakan berupa uap jenuh atau uap yang kelewat panas dengan tekanan lebih dari 1 atmosfer (Lutony & Yeyet, 2002; Yuni dkk., 2013). Distilasi uap digunakan untuk mendistilasi cairan yang titik didihnya tinggi atau cairan yang mengalami dekomposisi saat dipanaskan pada titik didihnya. Distilasi ini dilaksanakan dengan cara memanaskan cairan dengan air atau uap air yang secara aktif dimasukkan melalui pipa. Dari sistem penyulingan ini dihasilkan minyak serai wangi yang paling baik kualitas dan rendemennya.



Gambar 3.3 Skema Alat Penyulingan Dengan Sistem Penyulingan Uap Langsung (*Direct Steam Distillation*)

2. Peralatan Penyulingan Minyak Serai

Secara umum, komponen utama unit penyuling minyak serai terdiri atas:

- 1) ketel uap,
- 2) tungku pemanas,
- 3) ketel penyuling,
- 4) pendingin, dan
- 5) penampung dan pemisah minyak (dekanter).

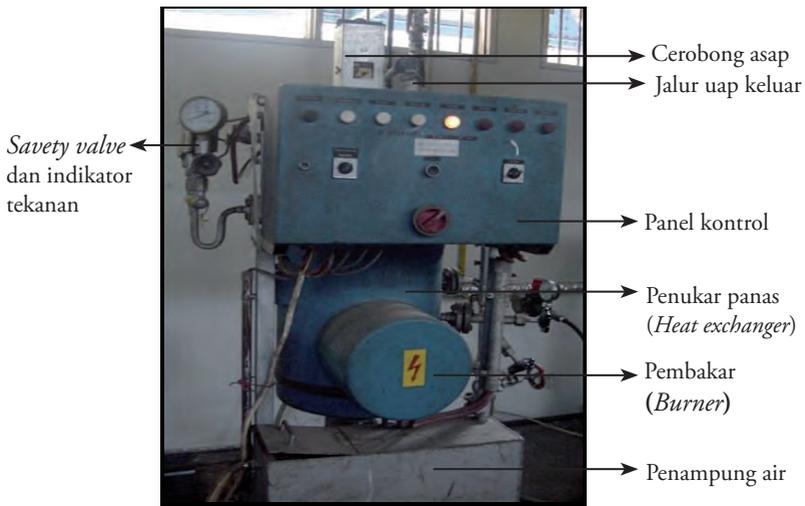
a. Ketel Uap

Ketel uap merupakan alat penghasil uap. Alat ini diperlukan pada penyulingan dengan uap langsung. Kadang-kadang diperlukan sejumlah *superheated steam* yang hanya dapat dihasilkan dari ketel uap yang letaknya terpisah (Gambar 3.4).

Terdapat dua macam ketel uap, yaitu ketel uap bertekanan rendah (18–20 kg) dan ketel uap bertekanan tinggi (45 kg lebih). Uap bertekanan rendah dan bersuhu rendah akan terkondensasi kembali menjadi air pada

tumpukan bahan, sedangkan uap yang bertekanan tinggi akan masuk ke dalam bahan secara lebih efektif sehingga kondensasi dalam ketel suling akan berkurang. Ketel uap bertekanan tinggi akan bekerja lebih efisien karena akan mempersingkat waktu penyulingan (Guenther, 1987).

Ketel uap hanya digunakan untuk penyulingan uap. Tipe dan kapasitas ketel uap sangat bervariasi. Tipe sederhana umumnya berbentuk oval yang dibuat dari plat besi dengan pemasangan yang horizontal di atas tungku api. Ketel uap dilengkapi dengan pengukur tekanan uap, klep keselamatan, dan pipa penduga air dalam ketel. Ketel buatan pabrik umumnya berkapasitas besar, satu ketel uap dapat mensuplai uap untuk beberapa ketel penyuling dalam waktu bersamaan. Pemilihan ketel uap disesuaikan dengan bahan bakar yang tersedia setempat (Peraturan Menteri Pertanian Nomor 54/Permentan/OT.140/9/2012 tentang Pedoman Penanganan Pascapanen Nilam, 2012).



Sumber: Agustian dan Sulaswatty (2015)

Gambar 3.4 Alat Pembangkit Uap di P2 Kimia LIPI

b. Tungku Pemanas

Gambar 3.5 merupakan gambar tungku yang hanya digunakan pada penyulingan air dan uap yang berfungsi sebagai pemanas dan penyangga ketel suling. Oleh karena itu, konstruksinya harus kokoh. Tungku dilengkapi dengan pintu api, kisi/saringan penahan bahan bakar, lubang api, dan cerobong asap. Tungku dapat dibuat dari plat besi atau bata tahan api. Untuk mengurangi kehilangan panas, tungku dari plat besi sebaiknya berdinding ganda yang pada bagian dalamnya diisi dengan bahan yang bersifat isolator, misalnya asbestos. Bahan bakar yang digunakan disesuaikan dengan kondisi setempat, dapat berupa kayu, batu bara, ampas bekas penyulingan, dan bahan bakar cair, misal solar, minyak tanah, dan residu.



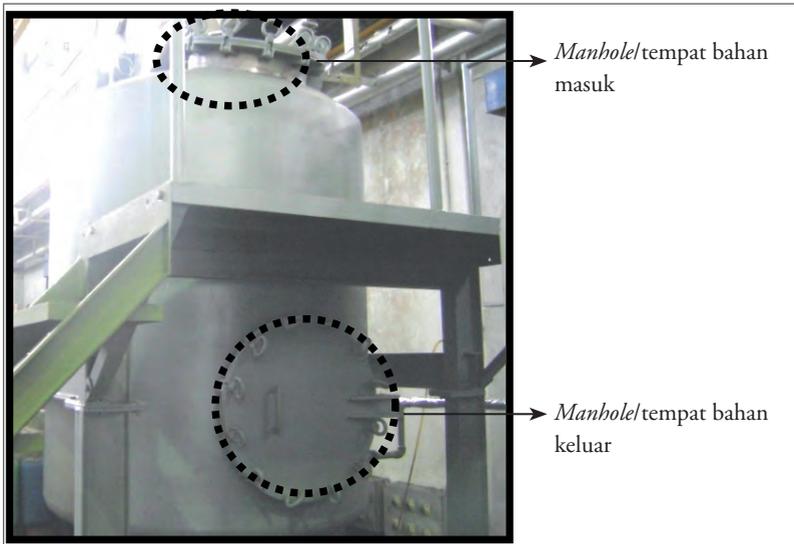
Sumber: Sulaswatty dkk. (2003)

Gambar 3.5 Alat Tungku Pemanas Berbahan Bakar Kayu

c. Ketel Penyulingan

Ketel penyulingan digunakan sebagai tempat air atau uap untuk mengadakan kontak langsung dengan bahan, serta untuk menguapkan minyak serai. Pada bentuk sederhananya, ketel suling berbentuk silinder yang diameternya sama atau lebih kecil dari tinggi tangki. Tangki dilengkapi dengan tutup yang dapat dibuka dan diapitkan pada bagian atas penampung ketel. Selanjutnya, pada/atau dekat penampung atas tangki dipasang pipa berbentuk leher angsa untuk mengalirkan uap ke kondensor (Guenther, 1987).

Bahan konstruksi untuk ketel suling bisa dari plat besi galvanis, *carbon steel*, atau besi tahan karat (*stainless steel*). Kelebihan *stainless steel* adalah masa pakai yang cukup lama, tahan karat, warna minyak yang dihasilkan jernih dan bermutu tinggi. Bentuk ketel dapat berupa silinder atau silinder konikal (Gambar 3.6). Bentuk silinder konikal (*manhole*) memudahkan pembongkaran bahan sesudah penyulingan.



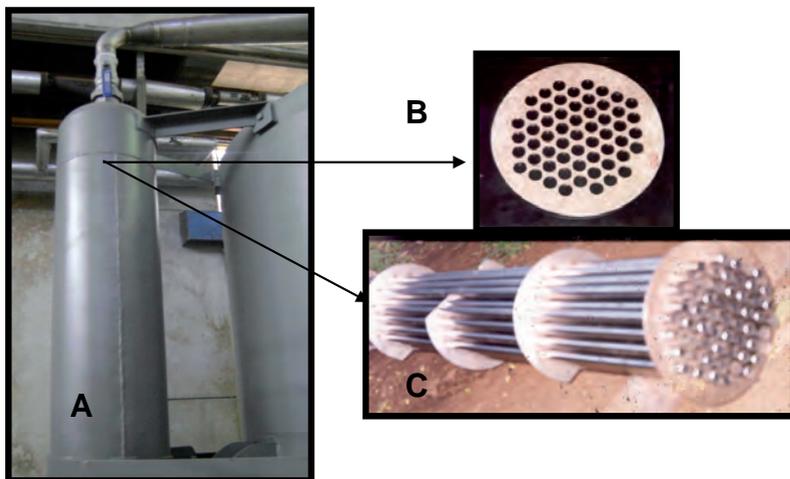
Sumber: Savitri, Agustian, dan Wuryaningsih (2009)

Gambar 3.6 Alat Ketel Penyulingan Skala 300 kg Bahan Daun dan Batang Serai Wangi di P2 Kimia LIPI

d. Pendingin

Menurut McCabe & Harriot (1993), pendingin didefinisikan sebagai peralatan pindah panas yang digunakan untuk mengubah fase uap menjadi fase cair dengan menghilangkan panas laten dari uap. Panas laten ini dihilangkan dengan mengabsorpsikannya pada cairan yang disebut *coolant*. Terdapat dua jenis pendingin, yaitu pendingin *shell* dan *tube*. Pada pendingin *shell*, uap dan *coolant* dipisahkan oleh tabung-tabung yang digunakan sebagai media pindah panasnya, sedangkan pendingin *tube*, uap dan *coolant* mengalami kontak langsung (Gambar 3.7). Pendingin berfungsi untuk mengubah seluruh uap air dan uap minyak menjadi fase cair. Jumlah panas yang dikeluarkan pada peristiwa kondensasi sebanding dengan panas yang diperlukan untuk penguapan uap minyak dan uap air, serta jumlah kecil panas tambahan dikeluarkan untuk mendinginkan hasil kondensasi yang berguna untuk menjaga supaya suhunya di bawah titik didih (Gunther, 1987).

Tabung pendingin yang merupakan sarana kondensasi dibuat dari tembaga yang dilapisi dengan kaleng, kaleng murni, aluminium atau *stainless steel* sehingga perubahan warna minyak oleh besi dan tembaga dapat dihindari. Pendingin yang terbuat dari *stainless steel* menghasilkan minyak dengan mutu yang baik dibandingkan bahan lainnya. Pendingin dapat dikatakan baik bila suhu air pendingin yang mengalir keluar dari pendingin sekitar $\pm 80^{\circ}\text{C}$ dan suhu destilat yang dihasilkan sekitar $25\text{--}30^{\circ}\text{C}$ (Baser & Buchbauer, 2010).



Gambar 3.7 Alat Pendingin (Kondenser) Sistem *Shell* dan *Tube* (A), Penampang *Shell* (B), dan Bagian Dalam dari Kondenser (C) Sistem Distilasi Uap Serai Wangi di P2 Kimia LIPI

e. Penampung dan Pemisah Minyak

Alat ini digunakan untuk memisahkan minyak dari air suling. Jumlah volume air suling selalu lebih besar dari jumlah minyak sehingga perlu alat agar air suling tersebut terpisah secara otomatis dari minyak serai. Sebagian besar alat pemisah minyak dirancang menurut rancangan botol *Florentine* dan umum disebut botol *Florentine*. Karena perbedaan massa jenis, minyak serai dan air suling terpisah, dengan minyak berada di atas lapisan air. Hal ini merupakan prinsip kerja dasar dari alat pemisah (Guenther, 1987).

Bahan konstruksi pemisah minyak serai dibuat dari *stainless steel*. Susunan pemisah minyak sebaiknya memiliki minimal dua ruangan pemisah agar pemisahan minyak sempurna (Gambar 3.8). Pada penyulingan uap dengan tekanan dan kecepatan penyulingan yang relatif tinggi, ruangan pemisah minyak sebaiknya memiliki minimal tiga ruangan. Pada kecepatan penyulingan yang tinggi, aliran distilat relatif cepat dan dapat menimbulkan gerakan turbulen yang menyebabkan minyak serai sukar terpisah dan butiran minyak dapat terbawa oleh air

keluar dari penampung minyak serai. Aliran distilat yang merata dan kontinu dapat diperoleh dengan cara memasang corong yang bagian ujungnya dibengkokkan ke arah atas sehingga distilat menetes ke dalam corong tanpa mengganggu lapisan minyak (Gambar 3.8).



Sumber: Savitri dkk. (2009); Agustian dkk. (2015)

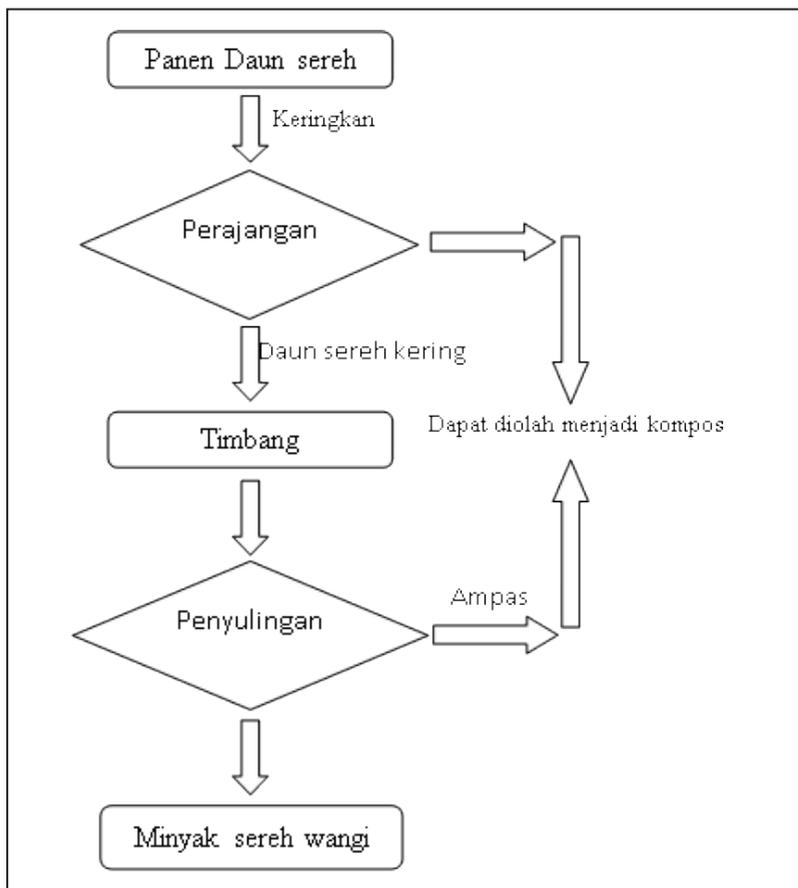
Gambar 3.8 Alat Pemisah Minyak Serai Wangi dan Air (Dekanter) Berbahan *Stainless Steel* (A) dan Berbahan Kaca (B)

3. Penyulingan

Jumlah minyak serai wangi yang menguap bersama uap air ditentukan oleh besar tekanan uap yang digunakan, berat molekul masing-masing komponen dalam minyak serai, dan kecepatan minyak serai yang keluar dari bahan. Dalam proses penyulingan, pengaruh tekanan terhadap laju alir kondensat memengaruhi jumlah distilat yang terkondensasi dalam ketel. Kecepatan laju alir kondensat dan tekanan yang makin besar memerlukan uap yang besar pula masuk ke ketel. Akibatnya uap yang terkondensasi ke dalam ketel juga makin besar (Ketaren, 1985; Fataina, 2005). Hal ini mengakibatkan jumlah rendemen minyak serai wangi akan berbeda-beda seiring dengan pertambahan waktu proses penyulingan.

Pada saat daun serai wangi dimasukkan ke dalam ketel suling, sebaiknya dibasahi dengan air agar dapat dipadatkan. Kepadatan daun serai wangi berkisar antara 90–120 gram/liter (Ma'mun, 2011). Penyulingan daun serai wangi pada kondisi kering akan menyerap air sebanyak

bobotnya. Oleh karena itu, jika sistem penyulingan menggunakan sistem air, harus diperhatikan agar tidak terjadi kekurangan air selama penyulingan. Alur dalam proses penyulingan minyak serai wangi dapat dilihat pada Gambar 3.9.

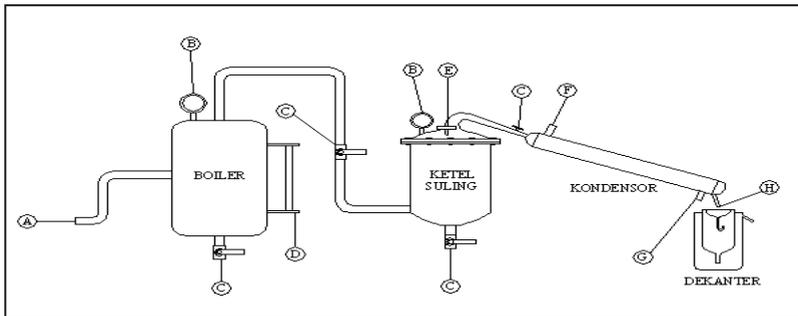


Gambar 3.9 Bagan Alir Proses Penyulingan Minyak Serai Wangi

Lama penyulingan bergantung dari cara, kapasitas ketel suling, dan kecepatan penyulingan. Untuk penyulingan secara uap air, lamanya antara 5–10 jam, penyulingan dengan uap langsung lamanya berkisar

antara 4–6 jam (Agustian & Sulaswatty, 2005). Dengan mengamati kecepatan penyulingan, perkiraan lama penyulingan dapat dihitung. Untuk penyulingan dengan uap air, kecepatan penyulingan yang baik sebesar 0,6 uap/kg daun serai wangi. Pada penyulingan dengan uap langsung (Gambar 3.10), tekanan uap mula-mula sebesar 1,0 atm, kemudian dinaikkan secara bertahap dan diakhiri pada tekanan sebesar 2,5–3 atm. Senyawa sitronelal berada pada fraksi ringan yang keluar pada awal proses. Pada fraksi berat seperti total geraniol, sebagian besar baru akan tersuling pada suhu tinggi atau dengan waktu penyulingan cukup lama. Sitronelal dan total geraniol adalah fraksi yang menentukan mutu minyak serai wangi. Makin besar kandungannya dalam minyak, makin tinggi mutu minyak serai wangi (Agustian & Sulaswatty, 2005).

Rendemen minyak yang dihasilkan dari daun serai bergantung iklim, kesuburan tanah, umur tanaman, dan cara penyulingan. Rendemen yang dipengaruhi oleh musim kemarau rata-rata 0,7% dan musim hujan 0,5%. Menurut Guenther (1987), rendemen minyak dari daun segar sekitar 0,5–1,2% dan rendemen minyak di musim kemarau lebih tinggi daripada di musim hujan.



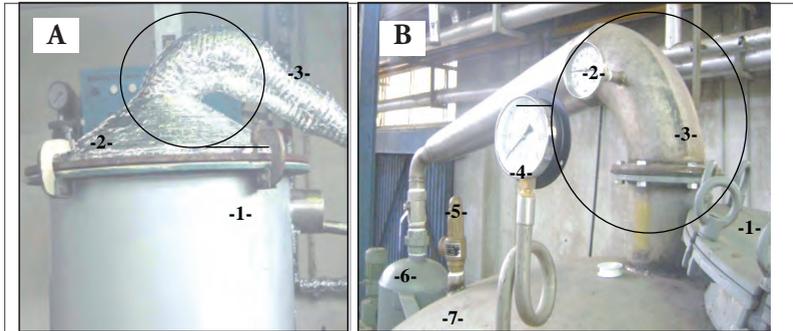
Ket.: A) Pipa Penyuplai Air ke Boiler, B) Indikator Tekanan, C) Keran, D) Penduga Tinggi Air dalam Boiler, E) Indikator Suhu, F) Air Pendingin Keluar, G) Air Pendingin Masuk, H) Kondensat Keluar
Sumber: Agustian dan Sulaswatty (2015)

Gambar 3.10 Diagram Proses Penyulingan Minyak Serai Wangi dengan Sistem Uap Langsung

B. PENGEMBANGAN PENELITIAN PENYULINGAN MINYAK SERAI WANGI DI P2 KIMIA LIPI

Sejak tahun 1997, Pusat Penelitian Kimia LIPI (P2 Kimia LIPI) telah mengembangkan kegiatan penelitian penyulingan minyak serai wangi yang berkualitas tinggi sampai dengan pemisahan komponen utama minyak serai wangi yang tergabung pada “Program Bahan Baku Kimia Adi Berbasis Sumber Alam Nabati” yang ada di Indonesia. Sejak tahun 2003 sampai sekarang, pengembangan kegiatan pengolahan minyak serai wangi sudah ke arah sintesis dan produksi turunannya yang berdasarkan hasil pemisahan komponen utamanya.

Untuk mendukung peran serta P2 Kimia LIPI pada petani minyak atsiri, dikembangkan perbaikan sistem proses penyulingan minyak serai wangi untuk mendapatkan rendemen yang tinggi, salah satunya adalah “perbaikan sistem proses” penyulingan minyak serai wangi. Sistem yang dikembangkan adalah sistem sambungan ketel penyulingan dengan kondensor yang menyerupai leher angsa pada ketel uap sistem kukus (Gambar 3.11, bagian A) dan ketel sistem uap langsung (Gambar 3.11, bagian B). Perubahan pipa keluaran tutup ketel berdiameter besar ke ukuran lebih kecil dan menyerupai leher angsa diharapkan semua campuran uap air-minyak akan mengarah ke kondensor tanpa ada hambatan signifikan sehingga akan mengurangi uap yang terkondensasi sebelum masuk ke kondensor. Menurut Agustian dan Sulaswatty (2015), dengan sistem leher angsa (Gambar 3.11), didapat efisiensi kondensor dengan panas yang dilepas sebesar 9,75 kg uap sebesar 25.615 kJ, sedangkan energi yang diserap pendingin adalah 24.208 kJ. Dengan demikian, efisiensi kondensor untuk mengondensasikan kondensat hingga mencapai suhu 32,3° C adalah 94,5% berat, dengan debit air pendingin rata-rata sebesar 0,12 liter/detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa makin tinggi efisiensi proses, makin tinggi pula rendemennya.



Ket.: A) (1) Ketel penyulingan, (2) Tutup ketel, (3) Sambungan ke kondensor

B) (1) *Manhole*, (2) Indikator suhu, (3) Sambungan ke kondensor, (4) Indikator tekanan, (5) *Kran safety*, (6) Kondensor (7) Ketel penyulingan

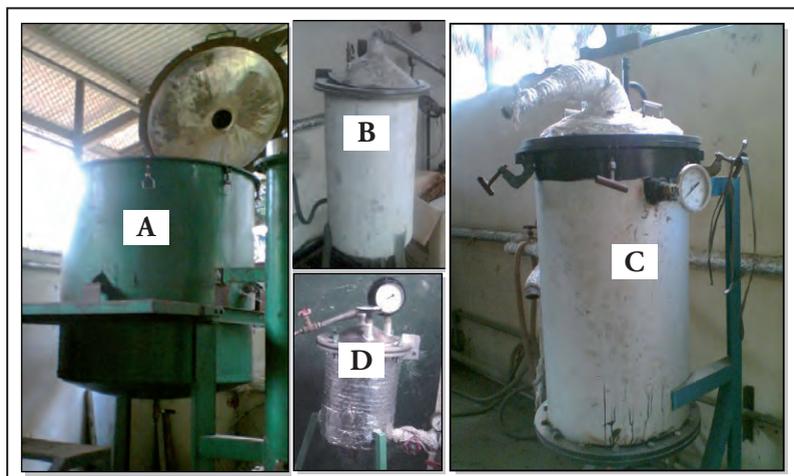
Sumber: Sulaswatty dkk. (2001); Savitri dkk. (2009)

Gambar 3.11 Sambungan dari Bagian Alat Ketel Penyulingan ke Pendingin Kondensor

Perbaikan sistem proses penyulingan juga telah dilakukan dengan cara peningkatan tekanan uap air secara bertahap. Dengan menggunakan ketel distilasi pada Gambar 3.12 bagian D, didapat rendemen minyak serai wangi sebesar 1,2%. Proses peningkatan tekanan uap air pada satu jam pertama distilasi uap dilakukan pada tekanan 0 atm (*pressure gauge*), satu jam kedua dilakukan dengan tekanan 0,48 atm, satu jam ketiga dilakukan pada tekanan 0,96 atm, dan 1,5 jam terakhir dilakukan pada tekanan 1,45 atm. Dengan cara tersebut, rendemen minyak yang dihasilkan meningkat cukup signifikan dibandingkan tanpa peningkatan tekanan secara bertahap (Agustian & Sulaswatty, 2015).

Peningkatan peralatan kapasitas produksi penyulingan minyak serai wangi dari skala laboratorium sampai produksi merupakan salah satu hasil yang sudah dicapai oleh P2 Kimia LIPI dengan hasil rendemen minyak yang tinggi serta berkualitas. Peningkatan sistem penyulingan dari kapasitas bahan 1–300 kg (Gambar 3.12) pun telah dihasilkan dengan peralatan yang sesuai syarat SNI 8028-1:2014 tentang peralatan penyulingan minyak atsiri dan uji coba menggunakan bahan daun serai wangi sudah dilakukan setiap kapasitasnya. Adapun penyulingan daun serai wangi dilakukan menggunakan ketel distilasi uap dengan kapasitas

20 kg (Gambar 3.12 bagian B) menghasilkan rendemen 1,2% dengan kandungan sitronelal 32,2%, sitronelol 12,9%, dan geraniol 20,5% (Sulaswatty dkk., 2001). Penggunaan ketel distilasi dengan kapasitas 300 kg (Gambar 3.12 bagian A) merupakan hasil kinerja program peningkatan skala produksi yang lebih besar untuk penyulingan daun serai wangi yang tersedia di P2 Kimia LIPI.



Sumber: Sulaswatty dkk. (2001)

Gambar 3.12 Ketel Distilasi Berbagai Kapasitas 300 kg (Bahan A), 20 kg (Bahan B), 10 kg (Bahan C) dan 1 kg (Bahan D) di PP Kimia LIPI

C. EKSTRAKSI MINYAK SERAI WANGI

Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan, baik dari bahan padat maupun cair dengan bantuan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material lainnya. Ekstraksi padat-cair atau *leaching* adalah transfer difusi komponen terlarut dari padatan *inert* ke dalam pelarutnya (Treybal, 1984). Fase yang banyak mengandung diluen disebut sebagai fase rafinat, sedangkan fase yang sebagian besar terdiri dari solven disebut sebagai fase ekstrak. Terbentuknya dua fase cairan memungkinkan semua komponen yang ada dalam campuran terdistribusi dalam kedua fase sesuai dengan

koefisien distribusinya hingga pada suatu saat dua fase yang saling kontak berada dalam keseimbangan (Perry & Green, 2009).

Prinsip ekstraksi pelarut adalah pemisahan komponen berdasarkan perbedaan kelarutan. Ekstraksi ini umumnya baik untuk bunga-bunga atau minyak atsiri yang mudah rusak oleh pemanasan (Ketaren, 1985). Pada metode ini, daun serai wangi dilarutkan dengan pelarut yang mudah menguap. Berdasarkan energi/suhu, ekstraksi dibagi dua bagian, yaitu ekstraksi dingin dan ekstraksi panas (Dirjen BPOM, 2000).

1. Ekstraksi Dingin

Ekstraksi menggunakan pelarut tanpa ada pemanasan yang digunakan untuk senyawa yang tidak tahan panas.

a. Maserasi

Proses ekstraksi menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengadukan pada suhu ruangan. Proses ini menjaga keseimbangan konsentrasi bahan ekstraksi yang lebih cepat di dalam cairan. Setelah keseimbangan antara bahan yang diekstraksi telah tercapai maka proses difusi segera berakhir. Maserasi dalam keadaan diam menyebabkan terjadinya perpindahan bahan aktif ke dalam pelarut. Secara teori, pada maserasi tidak memungkinkan terjadinya ekstraksi absolut. Makin besar perbandingan simplisia terhadap cairan pengekstraksi, makin banyak hasil yang diperoleh (Voight, 1994).

b. Perkolasi

Ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru sampai sempurna (*exhaustive extraction*) umumnya dilakukan pada suhu ruangan. Perkolasi merupakan proses ekstraksi dengan cara mengalirkan pelarut organik pada sampel sehingga pelarut akan membawa senyawa organik yang diekstrak. Proses terdiri dari tahapan pengembangan bahan, tahap maserasi antara, dan tahap perkolasi sebenarnya (penetasan/penampungan ekstrak) terus

menerus sampai diperoleh ekstrak (perkolat) yang jumlahnya 1–5 kali bahan (Gambar 3.13).

Metode ekstraksi dengan perkolasi ini hanya efektif untuk jenis bahan dengan tingkat kelarutan yang sangat tinggi. Artinya, efektifitas proses ini hanya akan lebih besar jika senyawa organik yang ada dalam bahan atau sampel sangat mudah larut dalam pelarut yang digunakan.



Ket.: 1) Tabung Gelas Perkolator (Bahan); 2) Pompa Dorong Pelarut; 3) Kondensor

Sumber: Sulaswatty dkk. (2001)

Gambar 3.13 Peralatan Perkolasi Kapasitas 8 Liter

2. Ekstraksi Panas

Proses ekstraksi menggunakan panas sebagai pembantu untuk mengambil senyawa dalam suatu padatan. Umumnya sistem ini digunakan untuk senyawa yang tahan panas (Dirjen BPOM, 2000). Contohnya: refluks, sokletasi, dan *digestion*.

- a) Refluks adalah ekstraksi dengan pelarut pada suhu titik didihnya, pada waktu tertentu, dengan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dan dilengkapi pendingin.
- b) Sokletasi (Gambar 3.14) adalah ekstraksi menggunakan pelarut yang selalu baru, umumnya dilakukan dengan penambahan alat sehingga terjadi ekstraksi terus menerus dengan jumlah pelarut yang konstan dengan adanya pendingin. Metode sokletasi merupakan penggabungan antara metode maserasi dan perkolasi. Prinsip dari sokletasi ini adalah penyaringan yang terus menerus sehingga hasil yang didapat sempurna dan pelarut yang digunakan relatif sedikit. Proses sokletasi telah selesai jika tahap penyaringan sudah dilakukan, pelarutnya diuapkan kembali, dan sisanya adalah zat yang terekstrak. Metode sokletasi menggunakan pelarut yang mudah menguap dan dapat melarutkan senyawa organik yang terdapat pada bahan.



Ket.: 1) Tempat Bahan; 2) Pemanas; 3) Produk Ekstrak; 4) Kolom; 5) Kondensor; 6) Kontrol

Sumber: Sulaswatty dkk. (2001)

Gambar 3.14 Ekstraksi Soklet Kapasitas 50 Liter

- c) *Digesti* adalah maserasi kinetik dengan pengadukan kontinu pada suhu yang lebih tinggi dari suhu ruangan, sekitar 40–50° C. Metode ini dapat meningkatkan kemampuan pelarut untuk melarutkan zat yang diinginkan menjadi lebih besar disebabkan oleh adanya pemanasan. Metode ini hanya dapat dilakukan untuk simplisia yang zat aktifnya tahan panas. Efek berkurangnya pemanasan mengakibatkan kekentalan campuran sehingga dapat mengurangi lapisan-lapisan batas, meningkatkan daya pelarut, dan berpengaruh pula pada kecepatan difusi.

Wany dkk. (2014) melakukan ekstraksi daun serai wangi dengan berbagai pelarut seperti metanol, heksan, dan petroleum eter. Hasil rendemen tertinggi 0,8% diperoleh dari pelarut metanol. Dengan pelarut heksan diperoleh ekstrak daun serai wangi dengan hasil lebih baik dibandingkan pelarut lain (Moncada, Tamayob, & Cardona, 2014; Mindaryani & Anggraeni, 2006; Mindaryani & Noviasari, 2007). Ekstraksi daun serai wangi menggunakan pelarut heksan dilakukan pula di P2 Kimia LIPI dengan hasil rendemen sebesar 0,6–1% (Sulaswatty dkk., 2001). Pelarut heksan merupakan pelarut yang terbaik untuk memperoleh sitronelal dengan kadar tinggi (Sastrohamidjodjo, 2004; Handy, Khomeini, Rahman, & Sanjaya, 2015).

D. KESIMPULAN

Dalam pembuatan minyak serai wangi harus digunakan teknologi yang sesuai agar diperoleh rendemen dan kualitas minyak yang baik. P2 Kimia LIPI telah mengembangkan sistem penyulingan uap langsung dengan rendemen dan kualitas minyak serai wangi yang tinggi. Pengembangan sistem proses dilakukan dengan peningkatan tekanan uap air secara bertahap dan modifikasi antara sambungan ketel distilasi (sistem leher angsa) kondensor yang dapat meningkatkan rendemen minyak secara signifikan. Selain dengan perbaikan sistem proses, telah dilakukan pula peningkatan tekanan secara bertahap sehingga dapat menghasilkan minyak yang sesuai dengan persyaratan.

Peningkatan skala produksi penyulingan minyak serai wangi dari kapasitas 1–300 kg bahan telah dilakukan di P2 Kimia LIPI. Minyak serai wangi yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan SNI.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, E., & Sulaswatty, A. (2005). *Fraksionasi minyak atsiri dan sintesa turunannya*. (Laporan akhir penelitian DIP). Serpong: P2 Kimia LIPI.
- Agustian, E., & Sulaswatty, A. (2015). Produksi minyak nilam untuk "fixative aromatherapy": Studi kasus desain kondensor distilasi uap. *Jurnal BioPropal*, 6(1), 75–80.
- Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (2015). *Handbook of essential oils: science, technology, and applications*. Florida: CRC press.
- BSN. (1995). *Minyak sereh, mutu dan cara uji*. SNI 06-3953-1995.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). (2014). Alat Penyulingan Minyak Atsiri-Bagian 1: Sistem Kukus-Syarat Mutu dan Metode Uji, SNI 8028-1:2014.
- Cassel, E., & Vargas, R. M. F. (2006). Experiments and modeling of the *Cymbopogon winterianus* essential oil extraction by steam distillation. *J. Mex. Chem. Soc.*, 50, 126–129.
- De Billerbeck, V. G., Roques, C. G., Bessiere, J. M., Fonvieille, J. L., & Dargent, R. (2001). Effect of *Cymbopogon nardus* (L) watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Asperigillus niger*. *Can. J. Microbiol.*, 47, 9–17.
- Dirjen BPOM (Direktorat Pengawasan Obat Tradisional). (2000). *Parameter standar umum ekstrak tumbuhan obat*, No 615.32, 2000. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
- Fair, J. R. (2008). *Albright's chemical engineering handbook*. Bab Distillation, 969–1072. Florida: CRC Press.
- Fataina, I. (2005). *Disain dan kinerja kondensor dan analisis efesiensi energy prototype sistem penyulingan minyak atsiri* (Skripsi, IPB, Bogor).
- Guenther, E. (1987). *Minyak atsiri*. Jilid I. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Guenther, E. (1990). *Minyak atsiri* (Terjemahan) Jilid IV A. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Handy, G., Khomeini, A., Rahman, D., & Sanjaya, A. S., (2015). Pengaruh jenis pelarut terhadap rendemen minyak sereh wangi (*Cymbopogon Winterianus*). *Jurnal Ekuilibrium*, 14(2), 57–61.
- Hazwan, M., Hasfalina, C. M., Hishamuddin, J., & Zurina, Z. A. (2012). Optimization and kinetic of essential oil extraction from citronella grass by ohmic heated hydro distillation. *International journal of chemical engineering and applications*, 3(3), 173–177.

- Kadarohman, A. (2006). Minyak atsiri sebagai *teaching material* dalam proses pembelajaran kimia. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 8(2), 58–71.
- Ketaren, S. (1985). *Pengantar teknologi minyak atsiri*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Lutony, T. L., & Yeyet, R. (2002). *Produksi dan perdagangan minyak atsiri*. Edisi 4. Depok: Penebar Swadaya.
- Ma'mun. (2011). *Pasca panen nilam, status teknologi hasil penelitian nilam*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan.
- McCabe, S., & Harriot. (1993). *Unit operations of chem engineering*, 5th Edition. New York: Mc Graw Hill, Inc.
- Mindaryani, A., & Anggraeni, L. (2006). Perpindahan massa ekstraksi minyak atsiri dari serih wangi dengan pelarut etanol. Dalam Fakultas Teknik UGM (ed.), *Prosiding seminar nasional gabungan perkembangan riset dan teknologi di bidang material dan proses ke-2 dan perkembangan riset dan teknologi di bidang industri ke-12*, PM-1. Yogyakarta: UGM.
- Mindaryani, A., & Noviasari, T. R. (2007). Ekstraksi minyak atsiri dari serih wangi dengan pelarut n-Hexana. Dalam Sarto (ed.), *Prosiding seminar nasional perkembangan riset dan teknologi di bidang industri ke-13*, PSIT dan Fak Teknik, UGM, Yogyakarta: PSIT-UGM, 2–18.
- Moncada, J., Tamayob, J.A., & Cardona, C. A. (2014). Techno-economic and environmental assessment of essential oil extraction from citronella (*Cymbopogon winteriana*) and lemongrass (*Cymbopogon citratus*): A Colombian case to evaluate different extraction. *Industrial Crops and Products*, 54, 175–184.
- Permentan. (2012). *Peraturan Menteri Pertanian Nomor 54/Permentan/Ot.140/9/2012 tentang Pedoman Penanganan Pascapanen Nilam*. Jakarta.
- Perry, R. H., & Green, D. W. (2009). *Perry's chemical engineers' handbook*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Sastrohamidjodjo, H. (2004). *Kimia minyak atsiri*. Yogyakarta: Penerbit Gadjah Mada University Press
- Savitri., Agustian, E., & Wuryaningsih. (2009). *Sistem produksi minyak atsiri rimpang jabe*, (Laporan akhir penelitian Iptekda). Serpong: P2 Kimia LIPI, Puspipstek Serpong.
- Stichlmair, J. G., & Fair, J. R. (1998). *Distillation: Principle and practices*. Kanada: Willey-VCH.
- Sulaswatty, A., Wuryaningsih., Adin, Y. M., Abimanyu, H., Hartati, S., & Laksmono, J. A. (2001). *Proses ekstraksi dan pemurnian bahan pewangi (flavour and fragrance) dari tanaman pewangi Indonesia* (Laporan akhir penelitian DIP-BBKA). Serpong: P2 Kimia LIPI.

- Sulaswatty, A., Wuryaningsih., Syahril, A., Agustian, E., Wahyu, E., & Sirendra, R. (2003). *Fraksionasi komponen minyak atsiri untuk flavour and fragrance* (Laporan akhir penelitian DIP-BBKA). Serpong: P2 Kimia LIPI.
- Treyball, R. E. (1984). *Mass transfer operations*. Tokyo: McGraw Hill International Book Company.
- Voight, R. (1994). *Buku pelajaran teknologi farmasi*. Edisi V. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.
- Wany, A., Kumar, A., Nallapeta, S., Jha, S., Nigam, V. K., & Pandey, D. M. (2014). Extraction and characterization of essential oil components based on geraniol and citronellol from java citronella (*Cymbopogon winterianus Jowitt*). *Plant Growth Regul.*, 73(2), 133–45.
- Wijesekara, R.O. B. (1973). The chemical composition and analysis of citronella oils. *Journal of the National Science Council of Sri Lanka*, 1, 67–81.
- Yuni, E. F., Sipahutar, P.J., Mahfud, & Prihatini, P., (2013). Pengambilan minyak atsiri dari daun dan batang serai wangi (*Cymbopogon winterianus*) menggunakan metode distilasi uap dan air dengan pemanasan microwave. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 32–38.



BAB IV

Teknologi Pemurnian Minyak Serai Wangi

Anny Sulaswatty dan Egi Agustian

Perkembangan minyak atsiri di Indonesia berjalan agak lambat. Hal ini antara lain disebabkan oleh

- 1) rendahnya produksi tanaman,
- 2) sifat usaha tani,
- 3) mutu minyak yang beragam,
- 4) penyediaan produk yang kurang bermutu,
- 5) fluktuasi harga,
- 6) pemasaran,
- 7) persaingan sesama negara produsen, dan
- 8) adanya produk sintetis.

Serai wangi termasuk tanaman aromatik dan diperkirakan 90% tanaman aromatik diusahakan oleh petani atau pengrajin di pedesaan dalam bentuk industri kecil. Pengelolaan usaha tani serai wangi bersifat sambilan dengan modal yang kecil dan teknologi seadanya. Teknologi,

varietas/jenis unggul, budi daya, dan pengolahan/pascapanen belum tersedia untuk komoditas tanaman serai wangi. Hal ini disebabkan oleh rendahnya prioritas penelitian dibandingkan tanaman lainnya. Minyak serai wangi di Indonesia sebagian besar masih diusahakan oleh industri kecil dan tidak memenuhi persyaratan mutu yang ditetapkan.

Sampai saat ini, Indonesia masih cenderung menjual minyak serai wangi dalam bentuk minyak mentah karena keterbatasan pengetahuan dan teknologi yang digunakan para petani (Manurung, 2003). Nilai jual dari minyak serai wangi sangat ditentukan oleh kualitas minyak dan kadar komponen utamanya. Kualitas minyak serai wangi ditentukan oleh karakteristik alamiah dari masing-masing senyawa dan bahan-bahan asing yang tercampur di dalamnya. Adanya bahan-bahan asing akan merusak mutu minyak sehingga nilai jualnya murah. Kualitas dan nilai jual minyakserai wangi harus ditingkatkan, dengan cara dimurnikan secara fisika atau kimia. Proses pemurnian meningkatkan kualitas pada warna, sifat fisikokimia, dan kadar komponen utamanya (Hernani & Marwati, 2006; Djazuli, 2009).

Dengan pemurnian secara fisika, warna minyak lebih jernih, konsentrat komponen utamanya menjadi lebih tinggi, tetapi memerlukan peralatan penunjang yang spesifik. Pemurnian minyak secara kimiawi dapat dilakukan menggunakan peralatan yang sederhana dan hanya memerlukan pencampuran dengan absorben atau senyawa kompleks tertentu. Teknologi pemisahan yang relatif baru adalah menggunakan pelarut CO₂ superkritik (McHugh & Krukonis, 1994; Sulaswatty, 1998; Sulaswatty & Wuryaningsih, 2001; Sulaswatty, 2002; Sun, 2002; Brunner, 2005; Talansier, Mara, Paulo, Delphine, & Angela, 2008; Silva, Mendes, Pesoa, & Queiroz, 2008; Silva, Moura, Mendes, & Pessoa, 2011; Sulaswatty & Agustian, 2014).

Perkembangan teknik pemisahan dan pemurnian minyak serai wangi dapat dilakukan dengan cara penarikan air, penyaringan, sentrifuse, redistilasi, flokulasi, adsorpsi, kromatografi kolom, membran filtrasi, ekstraksi fluida CO₂ superkritik, distilasi fraksionasi, dan distilasi molekuler (Sulaswatty, 2002).

P2 Kimia LIPI telah melakukan berbagai penelitian untuk memurnikan komponen utama dari minyak serai wangi sejak 1997 dan telah menghasilkan beberapa produk pemisahan sampai ke turunannya. Pemurnian menggunakan teknik distilasi fraksinasi menghasilkan sitronelal 96,1% (Agustian, Sulaswatty, Tasrif, Joddy, & Indri, 2007). Pemurnian melalui teknik distilasi molekuler didapat 66,9% (P2 Kimia LIPI, 2008), sedangkan menggunakan sodium bisulfit sebesar 40,4%. Pada tahap pemurnian minyak atsiri, beberapa metode yang dilakukan P2 Kimia LIPI sudah siap dikembangkan oleh sektor swasta. P2 Kimia LIPI telah mengembangkan pula penelitian turunan dari minyak atsiri serta aplikasinya (Agustian dkk. 2007).

Dalam makalah ini akan dibahas prospek pengembangan proses pemurnian minyak serai wangi.

A. PEMURNIAN MINYAK SERAI WANGI

Pemurnian merupakan proses pemisahan senyawa-senyawa yang terdapat dalam suatu produk yang keberadaannya dapat menurunkan mutu produk tersebut. Pemisahan komponen minyak serai wangi dilakukan menggunakan proses ekstraksi dan distilasi. Komponen-komponen yang terdapat dalam serai wangi, terutama komponen utamanya, dapat dipisahkan, baik secara kristalisasi, penguapan, ekstraksi, penyulingan vakum terfraksi, distilasi molekuler, maupun proses reaksi katalisis yang dipisahkan berdasarkan cara kimia atau fisika.

Proses pemurnian atau pemisahan komponen minyak serai wangi, dapat dilakukan menggunakan metode secara fisika dan kimia. Proses pemurnian menggunakan metode fisika antara lain dengan sistem distilasi fraksinasi, distilasi molekuler, dan ekstraksi fluida CO₂ superkritis, sedangkan proses pemurnian minyak dengan metode kimia antara lain melalui isolasi menggunakan bahan kimia.

1. Pemurnian Minyak Serai Wangi Secara Fisika

Minyak serai wangi merupakan senyawa multikomponen yang masing-masing komponen bervariasi sifat dan kegunaannya. Proses pemurnian

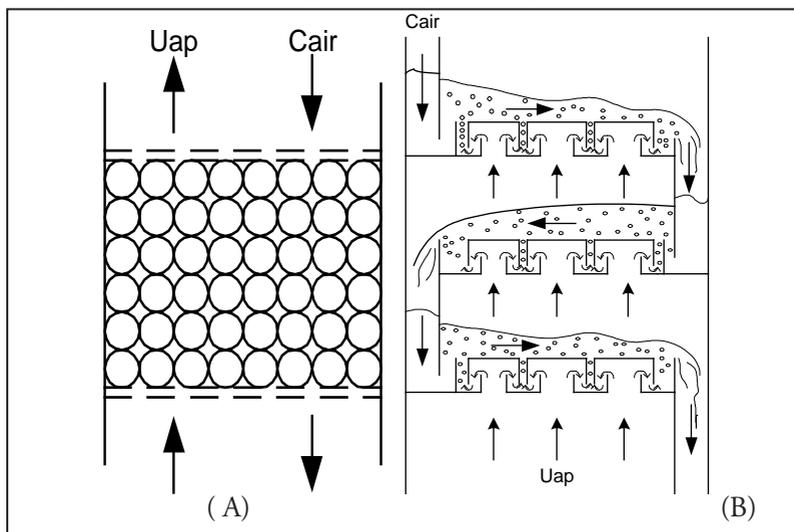
minyak serai wangi secara fisika adalah proses pemisahan senyawa penyusun minyak serai wangi tanpa ada penambahan bahan kimia. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan titik didih, berat molekul, dan kelarutan. Teknologi pemurnian minyak serai wangi secara fisika yaitu a) distilasi fraksionasi, b) distilasi molekuler, dan c) ekstraksi fluida CO₂ superkritis.

a. Distilasi Bertingkat (Distilasi Fraksionasi)

Pemisahan komponen-komponen dalam minyak serai wangi dapat dilakukan secara fisika menggunakan distilasi terfraksi vakum. Distilasi terfraksi digunakan untuk menghasilkan perolehan/distilat yang lebih murni, sedangkan vakum digunakan untuk menjaga agar suhu yang digunakan tidak terlalu tinggi sehingga mencegah kerusakan/dekomposisi (Abimanyu, Hanafi, & Aiman, 2000; Abimanyu, Sulaswatty, Wuryaningsih, & Hartati, 2002; Abimanyu, 2001, 2003; Agustian, Kadarohman, & Sulaswatty, 2004; Agustian dkk., 2007). Menurut Foust (1990), prinsip distilasi fraksionasi adalah pemisahan campuran yang berbentuk cair berdasarkan perbedaan tekanan uap senyawa-senyawa yang ada dalam campuran tersebut. Proses fraksinasi merupakan suatu tahapan penguapan *flash* yang tersusun dalam suatu seri uap dan cairan. Dari setiap tahap mengalir secara bolak-balik ke tahap berikutnya, yaitu cairan akan mengalir ke tahap bawahnya, sedangkan uap mengalir naik dari tahap ke tahap di atasnya seperti tertera dalam Gambar 4.1.

Dengan distilasi fraksinasi, hasil yang didapat dari proses pemisahan akan memiliki kemurnian yang lebih tinggi dibanding dengan distilasi biasa. Selain itu, distilasi fraksionasi, dalam pemisahannya, tidak memerlukan tambahan bahan lain, seperti pelarut gas. Distilasi fraksionasi ini dilengkapi dengan unit refluks yang digunakan untuk meningkatkan mutu/kemurnian fraksi yang diperoleh. Jenis kolom yang digunakan pada fraksionasi minyak atsiri ini adalah kolom *packed* dan *bubble cap*, kedua kolom tersebut mempunyai luas permukaan yang berbeda. Makin luas bidang permukaan, laju penguapan pun meningkat (Foust, 1990; Abimanyu, 2003; Agustian dkk., 2007). Komponen utama minyak serai wangi, yaitu sitronelal, telah dimurnikan menggunakan distilasi terfraksi

vakum dengan kolom *bubble cap* pada tekanan 85 mmHg dengan rasio refluks 10:10. Pemurnian sitronelal mencapai 88,8% dari kandungan sitronelal dalam minyak serai wangi sebesar 31,7% (Tabel 4.1 dan 4.2) (Abimanyu, 2003). Vogel (1989) menyatakan bahwa cairan akan menjadi uap bergantung dari suhu dan tekanan uap lingkungan. Komponen-komponen pada cairan mempunyai tekanan uap yang berbeda pada suhu tertentu. Jika campuran tersebut diuapkan, komponen yang memiliki tekanan uap lebih besar cenderung untuk menguap lebih dahulu. Faktor-faktor penting yang memengaruhi pemisahan campuran menjadi fraksi murni adalah waktu distilasi, panjang kolom distilasi, isolasi panas, dan komponen lain selain komponen yang disuling.



Ket.: (A) *Packed Column*, (B) *Bubble Cap*

Sumber: Foust (1990)

Gambar 4.1 *Cross Flow* Kontak Fluida

Guenther (1990) berpendapat bahwa untuk mendapatkan isolat yang baik, fraksinasi harus dilakukan dengan kolom yang tinggi dan pengerjaan yang teliti. Fraksinasi harus dikerjakan dalam keadaan vakum untuk mencegah kerusakan komponen karena panas yang tinggi.

Abimanyu (2001, 2003) dan Agustian dkk. (2007) mengungkapkan bahwa fraksionasi atau rektifikasi atau distilasi bertahap dengan refluks merupakan suatu seri proses tahapan penguapan singkat yang tersusun dalam suatu campuran fase uap dan cairan dari setiap tahap mengalir secara bolak-balik ke tahap berikutnya. Cairan dalam suatu tahap mengalir ke tahap di bawahnya, sedangkan uap naik dari satu tahap ke tahap di atasnya.

Faktor-faktor penting yang memengaruhi pemisahan campuran menjadi fraksi murni adalah waktu distilasi, panjang kolom distilasi, isolasi panas, dan rasio refluks. Laju penguapan cairan bergantung pada beberapa faktor, yaitu sifat cairan, suhu penguapan, dan luas permukaan penguapan (Ketaren, 1986; Abimanyu, 2001, 2003; Agustian dkk., 2007). Menurut Lestari (2012), telah dilakukan proses fraksinasi minyak serai wangi menggunakan kolom *packed* dengan kondisi tekanan vakum 1 mbar, refluks rasio 20:10 diperoleh fraksi sitronelal dengan laju distilat sebesar 5,2 ml/menit, laju alir fraksi sitronelol sebesar 3,4 ml/menit, dan fraksi geraniol sebesar 3,2 ml/menit. Hasil kemurnian fraksi sitronelal sebesar 84,5%, fraksi sitronelol sebesar 23,9%, dan fraksi geraniol 33,8%. Sementara itu, Rahmasiwi (2013) melakukan pemisahan fraksi kaya sitronelal, sitronelol, dan geraniol dari minyak serai wangi menggunakan distilasi fraksionasi vakum kolom *packed* dengan hasil kemurnian sitronelal sebesar 90,7% pada kondisi tekanan 5–4 mbar dan refluks rasio 10:10. Fraksionasi minyak serai wangi juga dilakukan oleh Kaniawati, Kadarohman, dan Dwiyantri (2004) yang memperoleh sitronelal 93,3% dengan tinggi kolom 107 cm dan tekanan vakum 60 mmHg. Pengembangan penelitian lanjut atsiri telah dilakukan pemisahan komponen utama sitronelal, sitronelol, geraniol dari minyak serai wangi dengan distilasi fraksinasi pengurangan tekanan (Abimanyu dkk., 2000; Abimanyu, 2001, 2003; Siallagan, 2001; Wijayanti, 2004; Beneti dkk., 2011; Hazwan, Hasfalina, Abidin, & Jamaludin, 2014).

Tabel 4.1 Perolehan Fraksi Minyak Serai Wangi pada 85 mmHg dan Refluks 10

Fraksi	T _{Puncak} (°C)	T _{Labu} (°C)	Volume(ml)	Rendemen (%)
Fraksi I	107,0	153,0	235	4,7
Fraksi II	111,0	162,0	535	10,7
Fraksi III	120,0	171,0	325	6,5
Residu			3705	74,1
Loss			200	4,0

Sumber: Abimanyu (2003)

Tabel 4.2 Hasil Analisis Fraksi Minyak Serai Wangi pada 85 mmHg dan Refluks 20:10

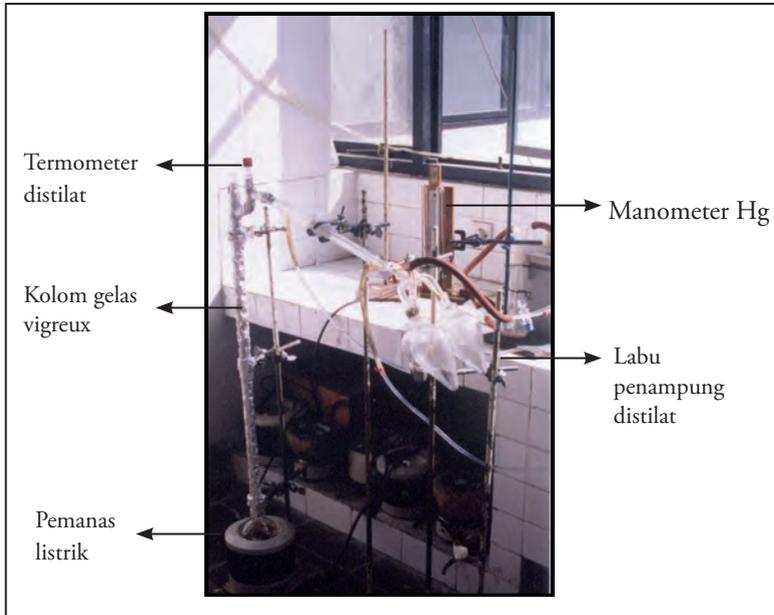
No.	Komponen	BB	Fraksi I (%v)	Fraksi II (%v)	Fraksi III (%v)
1.	Sitronelal	31,7	88,8	56,6	51,5
2.	Sitronelol	19,1	-	3,3	17,2
3.	Geraniol	26,1	-	0,8	12,7

Keterangan: BB: Bahan baku, - : tidak terdeteksi

Sumber: Abimanyu (2003)

Dengan unit distilasi fraksinasi vakum menggunakan kolom *bubble cap* dihasilkan fraksi I, II, III, sitronelal, sitronelol, dan geraniol (Tabel 4.2). Meskipun didapatkan kemurnian yang tinggi, namun volume hasil yang didapat masih rendah dengan *yield* 13,2%, bahkan untuk komponen sitronelol dan geraniol belum dapat dipisahkan/dimurnikan.

Salah satu teknologi proses untuk meningkatkan nilai tambah dari minyak serai wangi yang terdapat di P2 Kimia LIPI adalah proses pemisahan sitronelal dan rodinol (sitronelol dan geraniol) menggunakan teknologi distilasi fraksinasi (Sulaswatty & Wuryaningsih, 2001; Sulaswatty 2002; Sulaswatty, Wuryaningsih, Agustian, Kadarohman, & Tasrif, 2005). Fraksinasi minyak serai wangi skala 150 ml, tinggi kolom 107 cm, dan tekanan vakum 107 cmHg telah dilakukan (Agustian dkk., 2004) (Gambar 4.2). Dari hasil tersebut didapat kandungan sitronelal sebesar 93,3% (Tabel 4.3).



Sumber: Agustian dkk. (2004)

Gambar 4.2 Alat Distilasi Fraksinasi Skala Laboratorium di P2 Kimia LIPI

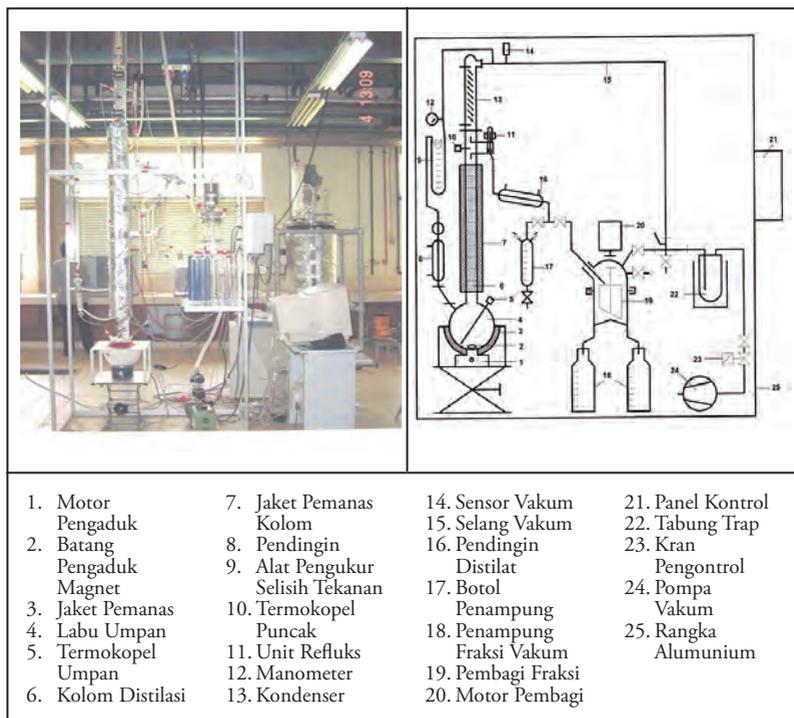
Kelompok peneliti atsiri P2 Kimia LIPI meningkatkan skala proses berdasarkan data distilasi fraksinasi skala laboratorium ke skala *bench* (kapasitas 2–6 L) dengan umpan 4,5 L.

Tabel 4.3 Kondisi Optimum Distilasi Fraksinasi Sitronelal dari Minyak Serai Wangi pada Skala Laboratorium

Fraksi	$T_{\text{heat}} (^{\circ}\text{C})$	$T_{\text{head}} (^{\circ}\text{C})$	Volum (ml)	Hasil (%)	Sitronelal (%)
1	180–188	86–116	8	5,3	-
2	188–207	116–126	58	38,6	93,3
3	207–216	126–145	35	23,3	18,3
Fraksi Total			106	70,6	
Residu			41,5	27,6	-
Loss			2,5	1,6	

Sumber: Agustian dkk. (2004)

Sitronelal dipisahkan menggunakan alat distilasi fraksionasi vakum skala *bench* (Gambar 4.3). Variasi kondisi proses pada perubahan volume distilat, tekanan, dan rasio refluks pada distilasi fraksionasi sangat berpengaruh terhadap kemurnian sitronelal. Dengan kondisi optimum pada tekanan 60 mmHg, rasio refluks 20:10, jumlah distilat 620 ml dengan suhu puncak 112,5–122,5°C dan suhu labu 126,2–151,0°C, diperoleh sitronelal dengan konsentrasi tertinggi 96,1%, dengan rendemen 41,3% (Agustian dkk., 2007; Sulaswatty dkk., 2005). Dengan kondisi refluks 10:10, tekanan vakum 4–5 mbar diperoleh fraksi sitronelal sebesar 90,7% dan rodinol 53,6% (Rahmasiwi, 2013). Dengan sistem distilasi fraksionasi vakum diperoleh kandungan rodinol meningkat $\pm 20\%$ dari kemurnian awal (Yusuf, 2016).



Sumber: Agustian dkk. (2007)

Gambar 4.3 Alat (A) dan Skema (B) Unit Distilasi Fraksionasi Skala *Bench* di P2 Kimia LIPI

Dengan sistem distilasi fraksionasi ditunjukkan bahwa pemisahan komponen utama minyak serai wangi, yaitu sitronelal, sitronelol, dan geraniol diperoleh dengan kemurnian tinggi.

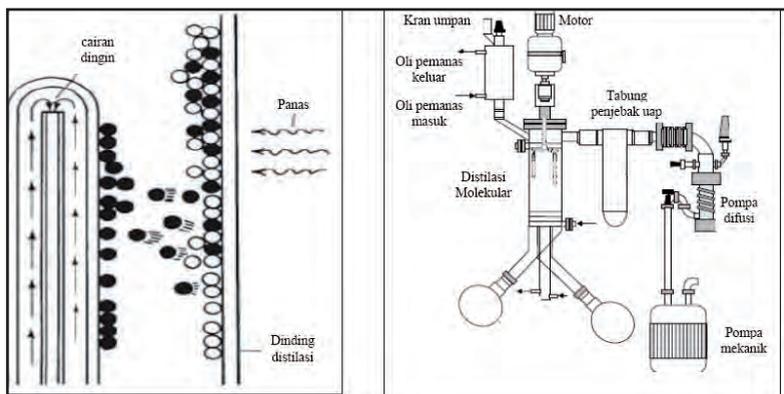
b. Distilasi Molekuler

Distilasi molekuler adalah proses pemisahan fraksi-fraksi molekul yang berbeda bobotnya pada suhu rendah untuk menghindari kerusakan bahan (Laksmono, Agustian, & Adilina, 2008a). Proses distilasi molekuler atau yang dikenal dengan *short path distillation* merupakan suatu teknik pemisahan yang berguna dalam pemurnian senyawa termal yang tidak stabil dan memiliki volatilitas yang rendah. Distilasi molekuler dilakukan berdasarkan atas penguapan senyawa dalam campuran (Marttinello, Leone, & Pramparo, 2008) (Gambar 4.4). Sistem ini mempunyai kelebihan, yaitu waktu pemisahan yang singkat, koefisien transfer panas tinggi, penghilangan *hotspot*, aliran operasi kontinu, tekanan rendah sampai 0,001 mbar, dan jarak yang sempit antara kondensor dan evaporator (Jiang, Shao, Pan, & Zhao, 2006). Distilasi molekuler sebagian besar dilakukan dalam pemanasan yang singkat dan suhu rendah. Selama penguapan, molekul langsung mengalir dari permukaan pemanasan ke internal kondensor dan tidak ada aliran dalam arah yang berlawanan dengan kondisi penting sebagai berikut.

- 1) Tekanan parsial gas residu harus sangat rendah, yaitu jalan bebas rata-rata dari molekul gas sisa adalah nilai kelipatan jarak antara permukaan pemanasan dan kondensor.
- 2) Pada tekanan saturasi, jalan bebas rata-rata dari molekul uap harus memiliki jelajah (*range*) yang sama dengan jarak antara permukaan pemanasan dan kondensor. Dalam kondisi yang ideal, distilasi molekuler terjadi tanpa halangan dari molekul gas sisa. Semua molekul uap mencapai permukaan kondensor tanpa bertabrakan dengan molekul lain dan kemudian kembali ke cairan.

Distilasi molekuler terdiri atas pemanas yang dialiri bahan baku yang bergantung dari suhu pemanasannya. Cairan bahan baku kemudian disebar dalam lapisan film tipis dengan memutar *wiper* pada kecepatan

yang telah ditentukan. Lapisan tipis yang terbentuk dijadikan aliran turbulen oleh *wiper* kemudian turun sepanjang pemanas dengan adanya gaya gravitasi dan lubang di dalam *wiper*. Selama bahan mengalir pada pemanas, terjadi evaporasi yang tergantung pada karakteristik bahan baku dan suhu pemanas. Bahan yang tidak terevaporasi mengalir ke bagian bawah, sedangkan bahan yang terevaporasi dikondensasikan dan dipisahkan sesuai dengan Gambar 4.4 (Marttinello dkk., 2008).



Sumber: Marttinello dkk. (2008)

Gambar 4.4 Prinsip Evaporasi dan Kondensasi pada Distilasi Molekuler.

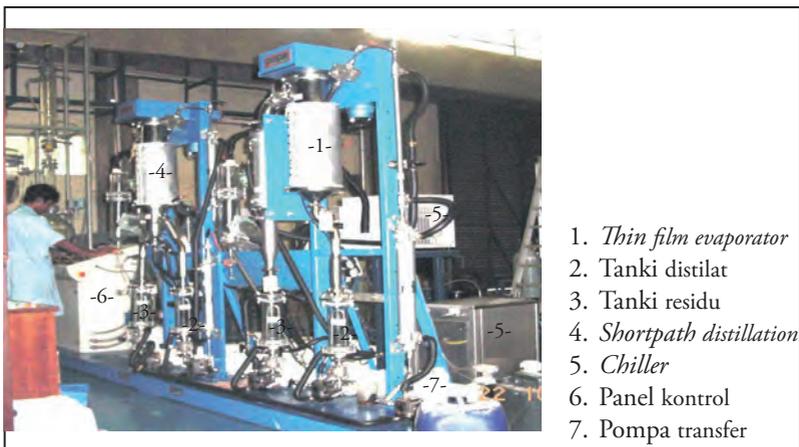
Distilasi molekuler dilakukan menggunakan lapisan tipis karena beberapa alasan sebagai berikut (Marttinello dkk., 2008).

- 1) Turbulensi dihasilkan dari pergerakan *wiper*, yang berperan besar pada transmisi panas, ke seluruh permukaan *evaporator* sehingga dapat menghasilkan suhu yang lebih rendah di dalam *evaporator*.
- 2) Luas area permukaan pemanasan per unit volume yang maksimum dihasilkan dengan adanya aliran evaporasi.
- 3) Waktu kontak cairan dengan pemanas dapat dikontrol dalam hitungan detik atau kurang. Hal ini meminimalisasi kerusakan produk karena panas dengan mengontrol kecepatan *wiper*.

- 4) Bahan baku dengan viskositas tinggi dapat diproses dengan atau tanpa penambahan pelarut.

Lestari (2012) mengemukakan bahwa pemisahan minyak serai wangi menggunakan distilasi molekuler dapat meningkatkan kandungan sitronelal awal dari 85,8% menjadi 97,1%. Kondisi yang digunakan dalam proses distilasi molekuler tersebut berada pada tekanan vakum 1 mbar dengan laju distilat sebesar 5,2 ml/menit. Dengan *short path distillation* (SPD) pada suhu 50–62°C, tekanan vakum 10–3 mbar, laju alir 1–2 tetes/detik, dan kecepatan *wiper* 200 rpm diperoleh gabungan kadar sitronelol dan geraniol sebesar 41,44% sampai 60% serta rendemen sebesar 54,9% (Alu, 2013).

P2 Kimia LIPI telah mengembangkan proses pemisahan minyak serai wangi menggunakan teknologi distilasi molekuler (Gambar 4.5). Menurut Laksmo, Agustian, Budi, Tursiloadi, & Tasrif (2008b), pemisahan pada tekanan <1 µmHg dapat dilakukan pada suhu yang rendah sehingga senyawa-senyawa kimia yang sensitif terhadap suhu



Sumber: Laksmo, Agustian, dan Adilina (2008)

Gambar 4.5 Sistem Distilasi Molekuler dengan *Two Stage (Thin Film Evaporation and Shortpath Distillation)*

dapat dipisahkan dengan sempurna. Dengan kecepatan *wiper* 400 rpm, *feed pump* 398 rpm, suhu *shortpath* 90–130°C, dan tekanan vakum 1 mbar didapat kandungan sitronelal 60% dengan rendemen 35%.

Dengan tekanan vakum yang tinggi serta kontak panas singkat menyebabkan sistem distilasi molekuler dapat memotong komponen-komponen yang titik didihnya berdekatan dan mengurangi risiko terdegradasinya komponen minyak serai wangi menjadi senyawa lain.

c. Ekstraksi Fluida Superkritik

Metode lain untuk meningkatkan komponen dalam minyak serai wangi adalah ekstraksi fluida CO₂ superkritik (SFE). Metode ini berkembang pada dekade terakhir (± 1900) dengan prinsip pemisahan komponen pada kondisi tekanan dan suhu di atas titik kritis (Reverchon & de Marco, 2006). Cara ini tidak merusak bahan yang sensitif terhadap panas atau termolabil karena ekstraksi dilakukan pada suhu rendah. Metode ini merupakan perpaduan proses ekstraksi, deodorisasi, dan fraksinasi yang didukung dengan CO₂ sebagai pelarut yang ramah terhadap lingkungan, tidak berbahaya, tidak mudah terbakar, relatif murah, dan memiliki daya larut yang lebih baik dibanding dengan pelarut organik konvensional lainnya (Rizvi, 1999; Sun, 2002). Ekstraksi fluida superkritik adalah suatu unit operasi baru yang memanfaatkan sifat-sifat unik dari pelarut di atas titik kritisnya untuk mengekstrak komponen-komponen dari suatu campuran. Tekanan dan temperatur yang digunakan dalam ekstraksi merupakan parameter utama dalam menentukan besarnya daya larut (Carlson, Machado, Spricigo, Pereira, & Bolzan, 2001; Silva dkk., 2011). Parameter-parameter yang berpengaruh dalam proses SFE adalah temperatur, tekanan, ukuran partikel bahan, laju alir pelarut, dan waktu ekstraksi. Semua parameter ini memberikan kontribusi terhadap hasil (ekstrak) (Badalyan, Wilkinson, & Chun, 1998).

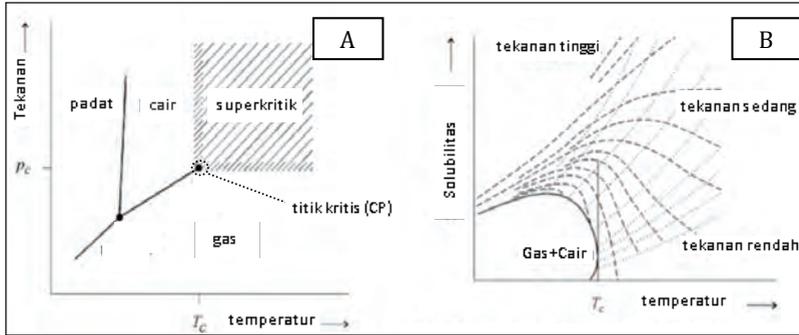
Saat proses SFE mendekati titik kritisnya, sifat pelarut akan berubah secara cepat hanya dengan sedikit variasi dari tekanan. Sifat fisik yang tidak biasa menjadikan fluida superkritis sebagai pelarut yang ideal dan potensial. Keuntungan teknologi ini, antara lain sebagai berikut

- 1) proses ekstraksi berlangsung dengan cepat,
- 2) *recovery* pelarut yang cepat dan sempurna dengan kadar residu minimal dalam produk,
- 3) lebih ramah lingkungan jika dibandingkan proses ekstraksi menggunakan pelarut organik lainnya,
- 4) tidak beracun, dan
- 5) tidak mudah terbakar dan dapat digunakan pada temperatur medium.

CO₂ merupakan salah satu pelarut yang digunakan secara luas pada proses ekstraksi. Dengan temperatur kritis yang rendah (304,1K) dan tekanan kritis menengah (7,28 MPa) menjadikan CO₂ sebagai pelarut ideal karena mampu menahan komponen-komponen terekstraksi dari degradasi suhu (Sulaswatty & Agustian, 2014).

Sifat fisik kimia dari fluida pada keadaan superkritis berada di antara fase gas dan cair. Titik kritis terletak pada akhir kurva penguapan, yaitu fase cair dan gas bergabung untuk membentuk fase fluida homogen superkritik (Gambar 4.6A). Fluida superkritik dikarakterisasikan dengan densitas tinggi, viskositas rendah, dan difusivitas menengah antara gas dan cairan. Fluida superkritik berkekuatan pelarutan baik (seperti cairan), difusivitas tinggi (lebih baik dari cairan), viskositas rendah serta tegangan permukaan rendah (seperti gas) sehingga transfer masa cepat dan dapat menembus pori matriks (McHugh & Krukoni, 1994 ; Sulaswatty, 1998; Sulaswatty & Wuryaningsih, 2001; Sun, 2002; Brunner, 2005; Talansier dkk., 2008; Silva dkk., 2008, 2011; Sulaswatty & Agustian, 2014).

Gambar 4.6B memperlihatkan karakteristik sifat SFE yang dapat diubah dalam berbagai kekuatan daya larut (*solubility*). Kekuatan pelarut yang tertinggi adalah untuk komponen nonpolar atau sedikit polar dan menurun dengan meningkatnya berat molekul. Pelarut dapat dihilangkan dari zat terlarut hanya dengan ekspansi tekanan ambien.

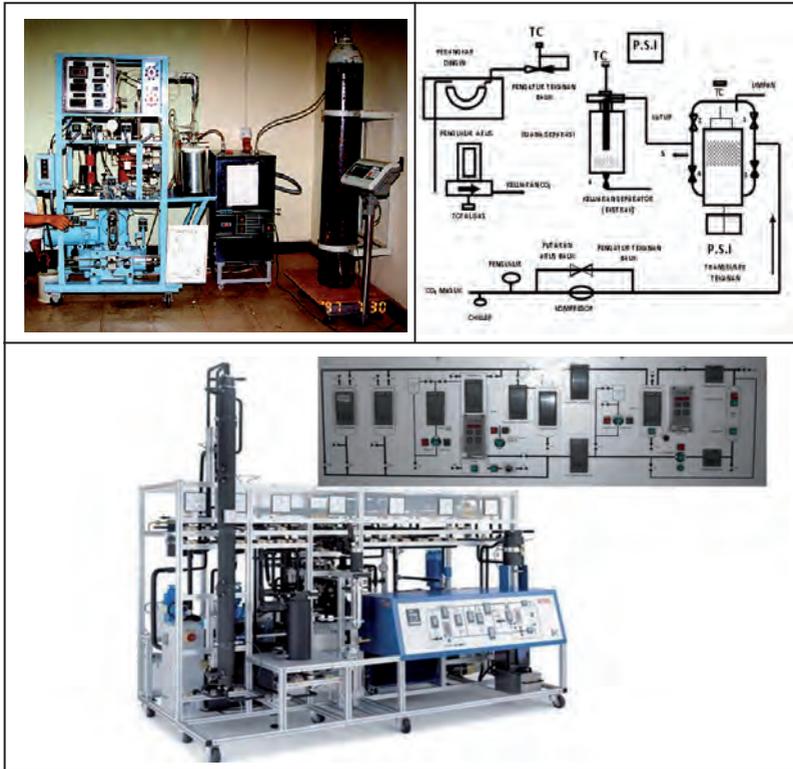


Sumber: Brunner, 2005

Gambar 4.6 Diagram Fase (A) dan Solubilitas (B) pada Variable Tekanan dan Temperatur

Manaf, A.N. Mustapa, dan K. Mustapa (2013) melakukan ekstraksi minyak serai wangi menggunakan SFE dengan kondisi suhu 40–80°C dan tekanan 100–250 bar. Kondisi proses SFE dioptimalkan menggunakan metodologi respons permukaan (RSM), sedangkan komponen utama minyak serai dianalisis menggunakan Gas Kromatografi-Mass Spektrometri (GCMS). Hasil menunjukkan bahwa *yield* minyak meningkat dengan meningkatnya tekanan dan penurunan suhu. Hasil minyak serai wangi tertinggi (2,8%) diperoleh pada 200 bar dan 40°C, sedangkan komposisi tertinggi senyawa sitronelal (11,5%) diperoleh pada tekanan 250 bar pada suhu yang sama. Parameter ekstraksi optimum diperkirakan dari RSM adalah 241 bar dan 41°C dengan *yield* minyak yang dihasilkan sebesar 1,7%. *Yield* minyak serai wangi yang diperoleh menggunakan *soxhlet* dibandingkan SFE adalah empat kali lipatnya (11,8%). SFE masih tetap dianggap metode yang lebih efektif karena sifat teknologi bersih dan aman, juga kemampuan untuk menghasilkan kemurnian tinggi minyak dibanding dengan metode konvensional yang masih mengandung residu pelarut organik (Manaf dkk., 2013).

Teknologi SFE dengan CO₂ untuk minyak serai wangi telah dilakukan pula oleh P2 Kimia LIPI (Sulaswatty & Wuryaningsih, 2001; Sulaswatty & Agustian, 2014). Gambar 4.7 menunjukkan peralatan SFE dengan CO₂ yang dimiliki P2 Kimia LIPI.



Sumber: Sulaswatty dan Wuryaningsih (2001); Sulaswatty dkk. (2005)

Gambar 4.7 Alat Ekstraksi CO₂ SFE Kapasitas 350 ml (A) dan 4 Liter (B)

Sulaswatty, Aiman, dan Hanafi (2001) mempelajari pemisahan minyak serai wangi menggunakan SFE kapasitas 350 ml dengan variasi tekanan 80–100 bar, temperatur 40–50°C, laju alir CO₂ 12,5–21,5 L/ jam, dan waktu proses 10–80 menit. Hasil menunjukkan bahwa *yield* ekstrak minyak serai pada proses SFE CO₂ dipengaruhi oleh tekanan, temperatur, laju alir CO₂, dan waktu fraksinasi, sedangkan untuk densitas tidak begitu berpengaruh. Waktu fraksinasi tidak begitu memengaruhi densitas dan viskositas ekstrak. Kondisi optimum yang diperoleh adalah pada tekanan 80 bar, temperatur 40°C, laju alir CO₂ sebesar 21,5 liter/ jam, waktu ekstraksi 30 menit, perolehan ekstrak 42,9%, densitas

0,84 g/ml dan viskositas 1,4 cp (Tabel 4.4). Ekstrak yang dihasilkan berwarna bening dengan perolehan sitronelal, sitronelol, dan geraniol 4,15%, 4,13%, dan 1,75% (v/v) (Tabel 4.5), lebih rendah dibandingkan sebelumnya, yaitu sitronelal 6,97%, sitronelol 8,76%, dan geraniol 2,9% (v/v). Makin tinggi tekanan proses, *yield* ekstrak yang dihasilkan makin besar, tetapi selektivitasnya menurun. Makin tinggi temperatur, *yield* ekstrak yang dihasilkan makin kecil karena kerapatan dan solubilitas CO₂ menurun sehingga ekstrak yang diperoleh sedikit. Makin tinggi laju alir CO₂, *yield* ekstrak yang dihasilkan makin besar. Pengaruh waktu ekstraksi terhadap *yield* ekstrak memperlihatkan hasil yang optimum pada waktu proses ekstraksi 70 menit, sedangkan terhadap berat jenis dan viskositas tidak terlalu memengaruhi ekstrak.

Tabel 4.4 Pengaruh Temperatur dan Tekanan SFE terhadap *Yield*, Berat Jenis, dan Viskositas Ekstrak Minyak Serai

Parameter		<i>Yield</i> (% berat)	Berat Jenis (g/ml)	Viskositas (Cp)
Temperatur (°C)	40	42,87	0,84	1,45
	45	24,97	0,83	1,35
	50	18,39	0,86	1,39
	80	24,97	0,83	1,35
Tekanan (bar)	90	100	0,84	1,77
	100	100	0,85	1,84

Sumber: Sulaswatty dan Wuryaningsih (2001)

Tabel 4.5 Pengaruh Tekanan dan Temperatur SFE terhadap Ekstrak Sitronelal, Sitronelol, dan Geraniol

Parameter	Konsentrasi (v/v)			Komposisi (v/v)			
	Sitronelal	Sitronelol	Geraniol	Sitronelal	Sitronelol	Geraniol	
Tekanan (bar)	80	2,30	5,39	1,41	25,27	59,23	15,50
	90	7,14	3,68	3,29	50,60	26,08	23,32
	100	4,59	4,11	2,19	42,15	37,74	20,11
Temperatur (°C)	40	4,15	4,14	1,75	41,33	41,23	17,43
	45	2,30	5,39	1,41	25,28	59,23	15,49
	50	3,31	1,45	1,45	53,30	23,35	23,35

Sumber: Sulaswatty dan Wuryaningsih (2001)

Untuk meningkatkan *yield* minyak serai wangi, perlu dimodifikasi kondisi prosesnya menggunakan variabel secara faktorial. Selain itu, dilakukan analisis terhadap komposisi komponen di dalam fase residunya (Sulaswatty dkk., 2001).

2. Pemurnian Minyak Serai Wangi Secara Kimiawi

Isolasi senyawa geraniol dan sitronelol dari minyak serai wangi, melalui cara oksidasi dengan bantuan hidrogen peroksida dan platinum, didapatkan sitronelal dan geraniol dengan *yield* geraniol 81% dan sitronelol 17% (Weng, Latip, Hasbullah, & Sastrohamidjojo, 2015). Pemurniaan dengan menambahkan 20 g natrium bisulfit, kemurnian sitronelal meningkat sampai 40,4% dan geraniol 40,3% (Muyassaroh, 2012).

B. KESIMPULAN

Teknologi proses yang sesuai dengan karakteristik minyak serai wangi diperlukan untuk mendapatkan minyak serai wangi yang berkualitas tinggi sekaligus meningkatkan nilai tambahnya.

Pemurnian dan pemisahan minyak serai wangi dapat dipisahkan dengan baik menggunakan pemisahan secara fisika dan kimia. P2 Kimia LIPI telah menghasilkan produk pemisahan minyak serai wangi menggunakan teknologi proses, seperti distilasi fraksinasi, distilasi molekuler, dan ekstraksi fluida CO₂ superkritik. Dengan teknologi tersebut, kandungan utama minyak serai wangi, yaitu sitronelal, sitronelol, dan geraniol dapat dipisahkan dengan kemurnian dan rendemen yang tinggi. Nilai tambah hasil dari pemisahan dan pemurnian minyak serai wangi tersebut sangat besar mengingat produk tersebut mempunyai nilai ekonomis sampai 10 kali lebih tinggi dibanding dengan nilai ekonomi bahan awalnya. Selain itu, teknologi proses yang dikembangkan oleh P2 Kimia LIPI sangat berpengaruh nyata terhadap quo vadis minyak serai wangi dalam perkembangan penelitian di Indonesia untuk minyak serai wangi dan turunannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abimanyu, H. (2001). Studi Awal Pemisahan Minyak Sereh Wangi menggunakan Destilasi Fraksionasi Vakum dengan Kolom Bubble Cap. Dalam Margono dkk. (ed). *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia 2001*, SO-09-1–SO-09-6, Surabaya: Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh November.
- Abimanyu, H. (2003). Teknologi distilasi terfraksi dalam pemurnian komponen minyak atsiri. Dalam *Prosiding pemaparan hasil litbang ilmu pengetahuan teknik LIPI*, 259–271, Bandung.
- Abimanyu, H., Hanafi, M., & Aiman, S. (2000). Studi awal pemisahan komponen minyak sereh wangi dengan destilasi fraksionasi vakum packing column. Dalam *Prosiding seminar nasional rekayasa kimia dan proses 2000*, 26, C-13-1–C-13-4. Semarang: Jurusan Teknik Kimia UNDIP.
- Abimanyu, H., Sulaswatty, A., Wuryaningsih, & Hartati, S. (2002). Pemekatan patchouli alkohol dalam minyak nilam menggunakan penyulingan vakum terfraksi. Dalam Taftazani, A. (ed). *Prosiding seminar nasional II, "aplikasi kimia dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan"*, 182–189, Yogyakarta: Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia.
- Agustian, E., Kadarohman, A., & Sulaswatty, A. (2004). Fractionation of citronellal from citronella oil using vacuum distillation technique. Dalam Handoko, R. (ed). *Prosiding seminar nasional, fundamental dan aplikasi teknik kimia 2004*, SP28_1–SP28_4, Surabaya: Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS.
- Agustian, E., Sulaswatty, A., Tasrif., Joddy, A. L., & Indri, B. A. (2007). Pemisahan sitronelal dari minyak sereh wangi menggunakan unit fraksionasi skala bench. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 7(2), 49–53.
- Alu, A. K., (2013). *Pemisahan sitronelal dari fraksi kaya sitronelol dan geraniol minyak sereh wangi menggunakan distilasi molekuler* (Skripsi, IPB, FATETA, Bogor).
- Badalyan A. G., Wilkinson, G. T., & Chun, B. S. (1998). Extraction of Australian ginger root with carbon dioxide and ethanol entrainer. *Journal of Supercritical Fluids*, 13, 319–324.
- Beneti, S. C., Rosset, E., Corazza, M. L., Frizzo, C. D., Di Luccio, M., Oliveira, J. V. (2011). Fractionation of citronella (*Cymbopogon winterianus*) essential oil and concentrated orange oil phase by batch vacuum distillation. *Journal of Food Engineering*, 102(4), 348–354.
- Brunner, G. (2005). Supercritical fluids: Technology and application to food processing. *Journal of Food Engineering*, 67(1), 21–33.

- Carlson, L. H. C., Machado, R. A. F., Spricigo, C. B., Pereira, L. K., & Bolzan, A. (2001). Extraction of lemongrass essential oil with dense carbon dioxide. *Journal of Supercritical Fluids*, 21, 33–39.
- Djazuli, M. (2009). Prospek pengembangan produk minyak atsiri organik di Indonesia. Dalam Dewan Atsiri Indonesia (ed.), *Prosiding konferensi nasional minyak atsiri*, 198–105. Bogor: Dewan Atsiri Indonesia
- Foust, A. S. (1990). *Principles of unit operations*. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons. Inc.
- Guenther, E. (1990). *Minyak atsiri*. Jilid I. Terjemahan S. Ketaren. Jakarta: UI Press.
- Hazwan, M. H., Hasfalina, C. M., Abidin, Z. Z., & Jamaludin, H. (2014). Comparison of citronella oil extraction methods from *Cymbopogon Nardus Grass* by ohmic-heated hydro-distillation, hydro-distillation and steam distillation. *BioResources*, 9(1), 256–272.
- Hernani, & Marwati, T. (2006). *Peningkatan mutu minyak atsiri melalui proses pemurnian*. Makalah disajikan pada Konferensi Nasional Minyak Atsiri, Solo, 18–20 September 2006. Diakses dari <http://minyakatsiriindonesia.wordpress.com/teknologi-pengolahan-atsiri/hernani-dan-tri-marwati/>
- Jiang, S. T., Shao, P., Pan, L. J., & Zhao, Y. Y. (2006). Moleculer distillation for recovering tocopherol and fatty acid methyl esters from rapeseed oil deodoriser distillate. *Biosystem Engineering* 2006, 93(4), 383–391.
- Kaniawati, D., Kadarohman, A., & Dwiyantri, G. (2004). konversi sitronelol hasil isolasi minyak sereh wangi menjadi sitronelol dan isopulegol. Dalam *Seminar nasional penelitian & pendidikan kimia*, Bandung, Oktober.
- Ketaren, S. (1986). *Pengantar teknologi minyak atsiri*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Laksmo, J. A., Agustian, E., & Adilina, I. B. (2008a). Patchouli alcohol enrichment from patchouli oil using molecular distillation unit. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(3), 74–79.
- Laksmo, J. A., Agustian, E., Budi, T., Tursiloadi, S., & Tasrif. (2008b). *Pemisahan dan pemurnian komponen utama pada minyak atsiri* (Laporan akhir kerjasama penelitian P2 Kimia LIPI dengan PT Natura Laborindo). Serpong: P2 Kimia LIPI
- Lestari, R. S. E. (2012). *Perancangan proses fraksinasi minyak sereh wangi dan isolasi sitronelol serta kajian kelayakan finansial untuk penerapannya di industri* (Disertasi, IPB, FATETA, Bogor).
- Manaf, A. M., Mustapa, A. N., & Mustapa, K. (2013). Supercritical fluid extraction of citronella oil from cymbopogon nardus and its optimization. Dalam *Prosiding business engineering and industrial applications colloquium* (BEIAC), IEEE Conference Publication, 73–78, Malaysia.

- Mangunwidjaja, D., & Sailah, I. (2009). *Pengantar teknologi pertanian*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Manurung, T. B. (2003). Usaha pengolahan dan perdagangan minyak atsiri indonesia dan permasalahannya dalam menghadapi era perdagangan global. Dalam *Prosiding sosialisasi temu usaha peningkatan mutu bahan olah industri minyak atsiri*, Dirjend. Industri Kimia Agro dan Hasil Hutan, Jakarta.
- Marttinello, M. A., Leone, I., & Pramparo, M. (2008). Simulation of deacidification process by molecular distillation of deodorizer distillate. *Latin American Applied Research*, 38, 299–304.
- McHugh, M. A., & Krukonis, V. J. (1994). *Supercritical fluid extraction principles and practice*. Second Edition. Stoneham: Butterworth-Heinemann.
- Muyassaroh. (2012). *Sitronellal dari minyak sereh wangi dengan variasi kecepatan pengadukan dan penambahan natrium bisulfid* (Laporan kegiatan). Malang: TK, FTI-Itenas.
- P2 Kimia LIPI. (2008). (Laporan Teknis Penelitian: Sintesa Nanomaterial Katalis Super Asam untuk Sistem Satu Reaktor (One-Spot System) Siklisis dan Hidrogenasi Menthol): Serpong, DIP.
- Rahmasiwi, I. (2013). *Pemisahan fraksi kaya sitronelal, sitronelol, dan geraniol minyak sereh wangi menggunakan distilasi fraksinasi vakum* (Skripsi, FATETA-IPB, Bogor).
- Reverchon, E., & de Marco, I. (2006). Supercritical fluid extraction and fractionation of natural matter. *Journal of Supercritical Fluids*, 38, 146–166.
- Rizvi, S. S. H. (1999). *Supercritical fluid processing of food and biomaterials*. Gaithersburg: Aspen Publisher, Inc.
- Siallagan, J. (2001). *Isolasi sitronelal dari minyak sereh* (Laporan penelitian dari IJPT Uncen). Jayapura: FMIPA Uncen.
- Silva, C. F., Mendes, M. F., Pessoa, F. L. P., & Queiroz, E. M. (2008). Supercritical carbon dioxide extraction of macadamia (*Macadamia integrifolia*) nut oil: Experiments and modeling. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 25(1), 175–181.
- Silva, C.F., Moura, F.C., Mendes, M. F., & Pessoa, F. L. P. (2011). Extraction of citronella (*Cymbopogon Nardus*) Essential oil using supercritical CO₂: Experimental data and mathematical modeling. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 28, 343–350.
- Sulaswatty, A. (1998). *Karakteristik pemekatan karotenoid minyak sawit dengan teknik fluida CO₂ superkritik*. (Disertasi, Program Studi Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor, Bogor).

- Sulaswatty, A. (2002). Pengolahan lanjut minyak atsiri dan penggunaannya Dalam Negeri. Dalam *Prosiding Workshop Nasional Minyak Atsiri*, Dirjen Industri Kecil Dagang Menengah, Depperindag, Jakarta.
- Sulaswatty, A., & Agustian, E. (2014). Nilai tambah minyak akar wangi dengan pemekatan kadar vetiverol menggunakan ekstraksi CO₂ fluida superkritik. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 16(2), 76–81.
- Sulaswatty A., Aiman, S., & Hanafi, M. (2001). *Studi fraksinasi minyak sereh rakyat dengan fluida CO₂ superkritik* (Laporan akhir penelitian DIP). Serpong: P2 Kimia LIPI.
- Sulaswaty, A., & Wuryaningsih. (2001). Teknologi ekstraksi dan pemurnian minyak atsiri sebagai bahan baku flavor & fragrance. Dalam *Prosiding simposium rempah Indonesia*, Kerjasama MaRI dan Puslitbangbun, Jakarta.
- Sulaswatty, A., Wuryaningsih., Agustian, E., Kadarohman, A., & Tasrif. (2005). *Fraksinasi minyak atsiri dan sintesa turunannya* (Laporan akhir penelitian DIP). Serpong: P2 Kimia LIPI.
- Sun, Y. P. (2002). *Supercritical fluid technology in materials science and engineering: Syntheses: Properties and applications*. New York: CRC Press.
- Talansier, E., Mara E. M. B., Paulo, T. V. R., Delphine, P. J. M., & Angela, A. M. (2008). Supercritical fluid extraction of vetiver roots: A study of SFE kinetic. *J. of Supercritical Fluids*, 47, 200–208.
- Vogel, A. I. (1989). *Textbook of practical organic chemistry*. 5th Ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Weng, D. C. J., Latip, J., Hasbullah, S. A., & Sastrohamidjojo, H. (2015). Separation of geraniol from citronellol by selective oxidation of geraniol to geranial. *Sains Malaysiana*, 44(8), 1183–1188.
- Wijayanti, L. W. (2004). *isolasi sitronelal, sitronelol, dan geraniol dari minyak sereh wangi dengan distilasi fraksinasi pengurangan tekanan serta sintesis hidroksi sitronelal* (Thesis Pascasarjana, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta).
- Yusuf, H. M. (2016). *Pemurnian rhodinol dan geraniol dari minyak sereh wangi dengan fraksinasi vakum* (Skripsi, Fateta, IPB, Bogor).



BAB V

Sintesis Produk Turunan Minyak Serai Wangi Menjadi Bahan Kimia Adi

Silvester Tursiloadi dan Indri Badria Adilina

Indonesia merupakan produsen terbesar minyak serai wangi ketiga di dunia setelah China dan Vietnam dengan perkiraan produksi 350 ton/tahun (NAFED, 2008). Wahyuni, Hobir, dan Nuryani (2003) mengemukakan bahwa tahun 2002 Indonesia mengekspor 173,294 ton minyak serai wangi ke Eropa, Amerika, Jepang, India, Taiwan, Singapura, dan Timur Tengah. Komoditas ini bernilai US\$ 1.150,393. Hingga tahun 2018, kebutuhan minyak serai wangi dunia mencapai 2.000–2.500 ton per tahun dan Indonesia baru mampu menyuplai sekitar 450–650 ton (Nugroho, 2018). Nilai ekspor tertinggi pada tahun 1975–1980 mencapai 57% dari total volume minyak serai wangi yang diperdagangkan di dunia (4.000 ton/tahun). Indonesia hanya mampu

mengolah sebagian kecil minyak atsiri sebagai bahan mentah menjadi bahan kimia adi yang langsung digunakan dalam industri kosmetika. Akibatnya, Indonesia masih menjadi pengimpor hasil olahan minyak serai wangi yang harganya jauh lebih mahal.

Bahan kimia adi bersifat kompleks, tunggal, dan murni yang diproduksi dalam jumlah terbatas di pabrik dengan proses kimia *batch* atau proses bioteknologi *multistep*. Dengan spesifikasi yang tepat, bahan kimia adi digunakan untuk pemrosesan lebih lanjut dalam industri kimia, seperti farmasi, biofarmasi, parfum, dan agrokimia dengan nilai jual jauh lebih mahal. Bahan kimia adi terbagi menjadi dua bagian, yaitu berdasarkan nilai tambah (zat antara atau bahan aktif) dan jenisnya (produk standar atau eksklusif). Sintesis bahan kimia adi membutuhkan katalis yang tepat dan mempunyai selektivitas yang tinggi, seperti katalis padat yang mengandung logam transisi dan katalis padat super asam (Yamaguchi, 1990; Tursiloadi, 2010).

Beberapa teknologi digunakan untuk produksi bahan kimia adi (Tanaka, Hoh, Akahane, & Tsuts, 2007), misalnya dengan sintesis kimia menggunakan bahan awal petrokimia atau dari ekstrak produk alami (Ohkuma, Ooka, Hashiguchi, Ikariya, & Noyori, 1995); dengan proses bioteknologi, produksi bahan kimia adi dapat dilakukan menggunakan biokatalis molekul kecil atau metode enzimatik (Johannes, Simurdiak, & Zhao, 2006), biosintesis (fermentasi), atau dengan molekul besar seperti teknologi kultur sel; dengan proses ekstraksi menggunakan metode isolasi dan pemurnian, misalnya untuk isolasi alkaloid, antibakteri (terutama penisilin), dan steroid dari hewan mikroorganisme atau tumbuhan; serta dengan proses hidrolisis, terutama bila dikombinasikan dengan kromatografi pertukaran ion, misalnya untuk sintesis asam amino dari protein. Metode yang paling sering digunakan adalah sintesis kimia dan bioteknologi, juga dalam kombinasinya.

Reaksi telah dikembangkan pada skala laboratorium oleh akademisi selama dua abad terakhir dan kemudian disesuaikan dengan skala industri. Saat ini sekitar 10% dari metode sintesis yang ada digunakan pada skala industri untuk produksi bahan kimia adi. Reaksi aminasi,

kondensasi, esterifikasi, Friedel-Crafts, Grignard, halogenasi (khususnya klorinasi), reduksi, dan hidrogenasi paling sering disebutkan di dalam situs perusahaan.

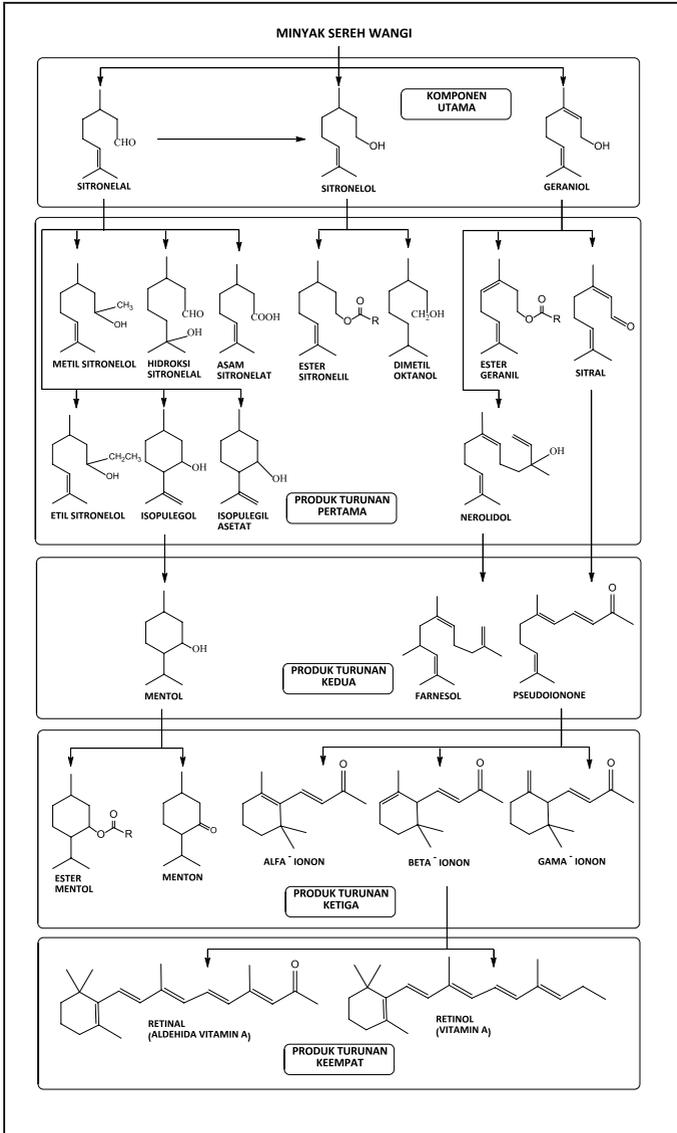
Tujuan penulisan ini adalah untuk membahas lebih dalam tentang proses sintesis turunan minyak serai wangi menjadi kimia adi dan jenis katalis yang digunakan untuk menghasilkan turunan pertama hingga turunan keempat.

A. TURUNAN MINYAK SERAI WANGI

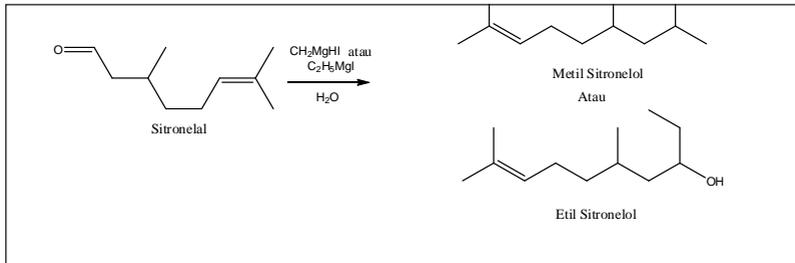
Turunan sitronelal, sitronelol, dan geraniol menjadi bahan kimia adi, seperti hidroksi sitronelal, mentol, ester geraniol, dan β -ionon, dan lain-lain akan memberikan nilai tambah pada minyak serai wangi. Saat ini turunan minyak serai wangi terdapat dalam beberapa tingkatan, bergantung dari bahan kimia adi yang ditargetkan. Bahan kimia adi tersebut dapat diperoleh melalui teknologi organik sintesis yang melibatkan reaksi-reaksi kimia, antara lain metilasi, siklisasi, oksidasi, reduksi, hidrosilasi, reaksi Grignard, hidrogenasi asetilasi, brominasi, dan eliminasi. Pada dasarnya, turunan minyak serai wangi melibatkan reaksi yang mengubah gugus fungsi komponen utamanya menjadi produk turunan yang diinginkan. Beberapa contoh produk turunan minyak serai wangi yang prospektif dan banyak digunakan untuk keperluan pangan, farmasi, kosmetik, dan parfum dirangkum pada Gambar 5.1.

B. SINTESIS PRODUK TURUNAN PERTAMA MINYAK SERAI WANGI

Reaksi turunan pertama dari sitronelal menjadi metil sitronelol atau etil sitronelol menggunakan pereaksi Grignard telah dilakukan (Sastrohamidjojo, 2002) (Gambar 5.2). Dalam sintesisnya, sitronelal ditambahkan ke dalam pereaksi Grignard, kemudian campuran direfluks. Pereaksi Grignard dibuat dengan cara mencampur Mg dan eter kemudian ditambahkan CH_3I ke dalam campuran tersebut atau menggunakan $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$. Metil sitronelol dan etil sitronelol dari hasil reaksi turunan pertama ini banyak digunakan dalam formulasi pewangi pada industri parfum karena mempunyai bau yang harum.

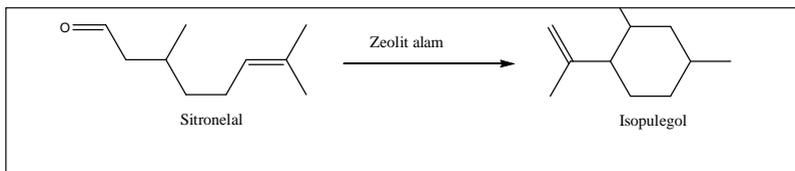


Gambar 5.1 Produk Turunan Minyak Serai Wangi



Gambar 5.2 Reaksi turunan sitronelal menjadi metil sitronelol atau etil sitronelol menggunakan pereaksi Grignard.

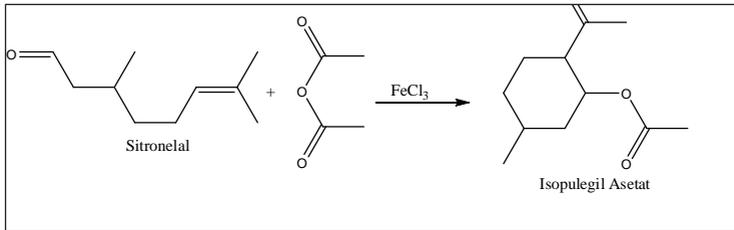
Sitronelal bila direaksikan dengan HCl , H_2SO_4 , asam asetat anhidrida, dan pengaruh Al_2O_3 aktif yang bersifat asam, zeolit, bentonit, ataupun lempung aktif dapat mengalami siklisasi menghasilkan isopulegol. Sintesis isopulegol dengan konversinya mencapai 95,5% dan stereoselektivitas terhadap (-)-isopulegol 63,9% dapat dicapai menggunakan katalis Zn/γ -Alumina dalam pelarut (Iftitah, 2005). Isopulegol juga dapat disintesis dari sitronelal menggunakan katalis asam padat berbasis zeolit komersial dan zeolit alam yang menghasilkan rendemen hingga 87% pada suhu 100°C selama tiga jam tanpa menggunakan pelarut (Gambar 5.3) (Adilina dkk., 2014; Tursiloadi, Adilina, Rinaldi, Agustian, & Sembiring, 2015). Isopulegol digunakan secara terbatas pada pewangi dalam sabun dan merupakan bahan dasar dalam pembuatan mentol sintetik.



Gambar 5.3 Reaksi siklisasi isopulegol dari sitronelal menggunakan katalis zeolit alam.

Siklisasi sitronelal menjadi isopulegil asetat (Anshori dkk., 2008) dilakukan mengacu pada postulat Hammond dalam Isaacs (1990). Pereaksi yang reaktif dalam proses eksotermis menghasilkan intermediet

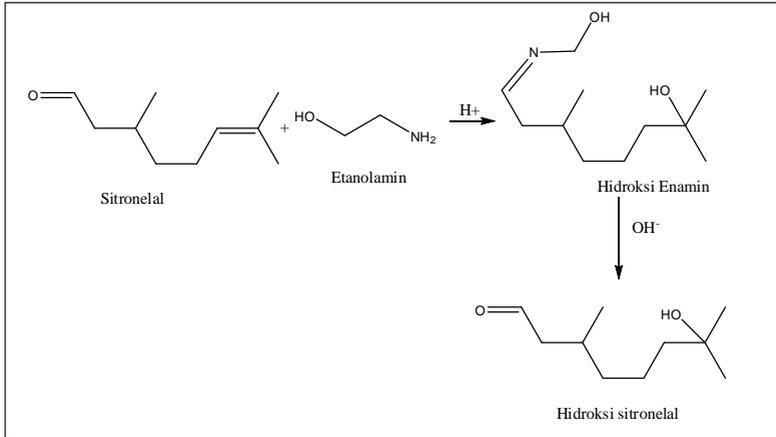
reactan like, sedangkan pereaksi yang selektif dalam proses endotermis menghasilkan intermediet *product like*. Intermediet ini menjadi penentu dari laju reaksi. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa intermediet sebagai penentu laju reaksi siklisasi sitronelal menjadi isopulegil asetat dengan katalis FeCl_3 menyerupai reaktannya, sedangkan reaksi siklisasi dengan katalis ZnCl_2 akan menyerupai produknya. Mekanisme siklisasinya ditunjukkan pada Gambar 5.4.



Sumber: Anshori dkk. (2008)

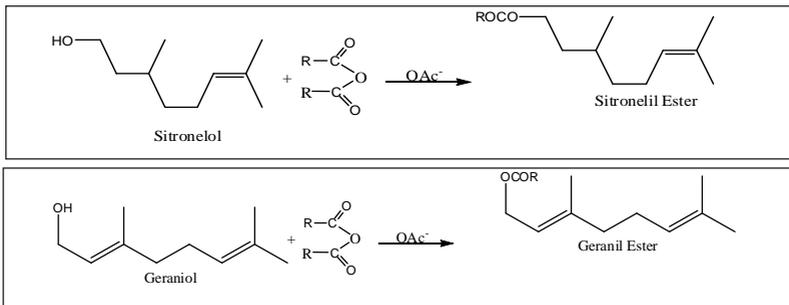
Gambar 5.4 Reaksi Siklisasi Isopulegil Asetat dari Sitronelal

Sitronelal juga dapat diturunkan menjadi senyawa hidroksi sitronelal berupa cairan kekuningan yang memiliki bau khas, harum mirip bunga lili sehingga sangat sesuai digunakan sebagai komponen parfum yang secara umum sering disebut *King of Perfume* (Sastrohamidjojo, 2002). Hidroksi sitronelal tidak dapat dibuat secara langsung dari sitronelal dengan mereaksikannya dengan asam karena akan terjadi reaksi siklisasi yang membentuk cincin isopulegol dan isopulegol akan terhidrasi membentuk mentoglikol. Oleh karena itu, gugus aldehida harus dilindungi sehingga tidak reaktif dan pelindung seperti etanolamin dapat digunakan (Sastrohamidjojo, 2002). Apabila etanolamin dipakai sebagai pelindung, disamping akan terbentuk enamin, turunan oksazolidin juga akan dapat terbentuk. Walaupun demikian, senyawa enamin dapat terhidrasi pada ikatan rangkapnya, tetapi hidrolisis menjadi sangat sukar (Sastrohamidjojo, 2002). Produk antara enamin dihidrolisis dan adanya alkali akan menghasilkan senyawa hidroksi sitronelal (Gambar 5.5).



Gambar 5.5 Reaksi sitronelal menjadi senyawa hidroksi sitronelal

Baik sitronelol maupun geraniol bila diesterifikasi dengan berbagai asam organik seperti asam karboksilat, dengan adanya aktivator dan katalis, akan menghasilkan berbagai ester (Sastrohamidjojo, 2002). Reaksi esterifikasinya dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Esterifikasi Sitronelol dan Geraniol dengan Asam Karboksilat

Senyawa sitronelil atau geraniol ester (format, asetat, propionat, butirrat, kaproat, oksalat, fenil asetat, dan sinamat) memiliki berbagai bau pewangi seperti bunga mawar. Senyawa-senyawa sitronelil dan geraniol ester serta penggunaannya dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Sitronelil Ester dan Penggunaannya

No.	Sitronelil ester	Penggunaan
1	Format	pada <i>colognes</i> , lavender, plum, dan perencah madu
2	Asetat	pada perencah mawar, anggur, mempunyai bau bergamot
3	Propionat	pada pewangi bunga mawar (floral), mempunyai bau buah
4	Butirat	pada perencah nanas dan campuran pewangi
5	Valerinat	pada pewangi bunga mawar (floral)
6	Kaproat	pada pewangi berbau bunga paling lembut
7	Monokloroasetat	pada fiksasi berbau bunga (floral)
8	Isovalerionat	pada pewangi bunga mawar (floral)
9	Oksalat	pada fiksasi dalam komposisi pewangi bunga mawar (floral)
10	Fenil asetat	pada fiksasi dalam komposisi pewangi bunga mawar (floral)
11	Sinamat	pada fiksasi dalam pewangi bunga mawar

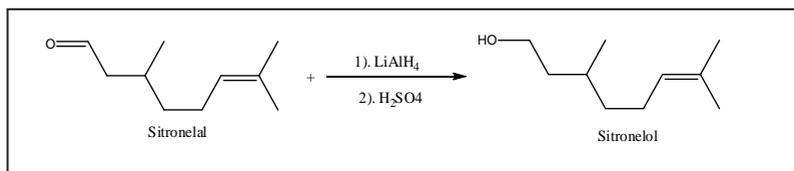
Sumber: Sastrohamidjojo (2002)

Tabel 5.2 Geranil Ester dan Penggunaannya

No.	Geranil ester	Penggunaan
1	Format	pada hampir semua pembuatan pewangi/parfum
2	Asetat	pada toilet waters, perencah buah, dan sebagainya
3	Propionat	pada pewangi bunga (floral) dan perencah nanas
4	Butirat	pada penghasil kesan manis dengan nuansa lemah dalam pewangi
5	Valerinat	pada pemodifikasian dalam pembuatan pewangi
6	Benzoat	sebagai fiksasi dalam pewangi bunga mawar
7	Salisilat	sebagai fiksasi dalam pewangi floral
8	Isobutirat	mirip dengan butirat (No.4)
9	Isovalerianat	mirip dengan valerianat (No.5)
10	Antranilat	pada neroli dan dalam pewangi lily of valley

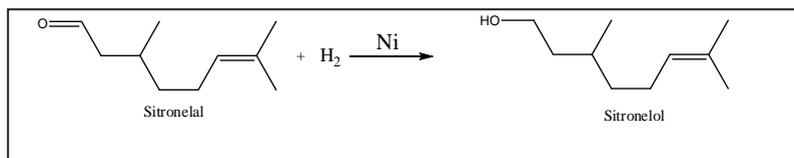
Sumber: Sastrohamidjojo (2002)

Sitronelal dapat diderivikasi menjadi sitronelol, antara lain dengan cara mereduksi sitronelal dengan katalis LiAlH_4 dan penambahan H_2SO_4 (Sastrohamidjojo, 2002) (Gambar 5.7).



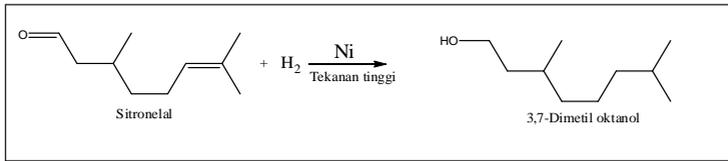
Gambar 5.7 Reaksi sitronelal dengan LiAlH_4 dan H_2SO_4 menjadi sitronelol

Sitronelal juga dapat diderivikasi menjadi sitronelol melalui reduksi Meerwein-Pondorf-Verley, yaitu reaksi sitronelal dengan Al-isopropoksida menggunakan pelarut isopropil alkohol. Sintesis sitronelol dari sitronelal ini lebih mudah dilakukan dibandingkan mereaksikan LiAlH_4 dan asam sulfat karena risikonya lebih besar (Sastrohamidjojo, 2002). Sitronelal juga dapat diturunkan menjadi sitronelol melalui hidrogenasi menggunakan katalis logam Ni (Gambar 5.8) (J.R. Fessenden & J.S. Fessenden, 1986).

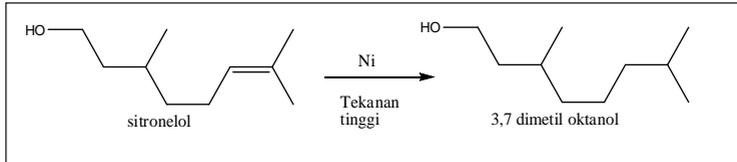


Gambar 5.8 Hidrogenasi sitronelal menggunakan katalis logam Ni

Senyawa 3,7-dimetil-1-oktanol yang memiliki nama lain tetrahydrogeraniol merupakan salah satu senyawa turunan minyak serai wangi yang memiliki rumus molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{22}\text{O}$. Senyawa tetrahydrogeraniol diperoleh dari sitronelal atau sitronelol melalui proses hidrogenasi terkatalis Ni dan pemanasan terhadap minyak serai wangi (Gambar 5.9 dan Gambar 5.10) (Tursiloadi, Pertiwi, Litiáz, & Adilina, 2017).



Gambar 5.9 Reaksi Hidrogenasi Sitronelal dengan Katalis Ni



Gambar 5.10 Reaksi Hidrogenasi Sitronelol dengan Katalis Ni

Karakteristik produk turunan minyak serai wangi dapat dilihat pada Tabel 5.3.

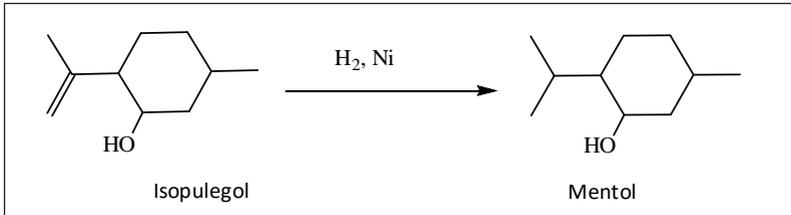
Tabel 5.3 Karakteristik Produk Turunan Pertama Minyak Serai Wangi

No.	Nama	Rumus kimia	Berat molekul	Titik didih/ $^{\circ}\text{C}$	Densitas	Indeks refraksi	Nomor CAS
1	Hidroksi sitronelal	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_2$	172,27	241	0,925	1,447	107-75-5
2	Isopulegol	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$	154,25	212	0,912	1,471	89-79-2
3	Asam sitronelat	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_2$	170,25	121 (1mmHg)	0,923	1,454	502-47-6
4	Dimetil oktanol	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}\text{O}$	158,28	98 (9 mmHg)	0,828	1,436	151-19-9
5	Sitral	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$	152,23	229	0,888	1,488	5392-40-5
	Nerolidol	$\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$	222,37	122 (3 mmHg)	0,875	1,479	7212-44-4
6	Sitronelil asetat	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_2$	198,30	240	0,891	1,445	150-84-5
7	Geranil asetat	$\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_2$	196,29	245	0,916	1,461	105-87-3
8	Geranil format	$\text{C}_{11}\text{H}_{18}\text{O}_2$	182,26	216	0,917	1,457	105-86-2
9	Geranil butirat	$\text{C}_{14}\text{H}_{24}\text{O}_2$	224,34	151 (18mmHg)	0,896	1,461	106-29-6

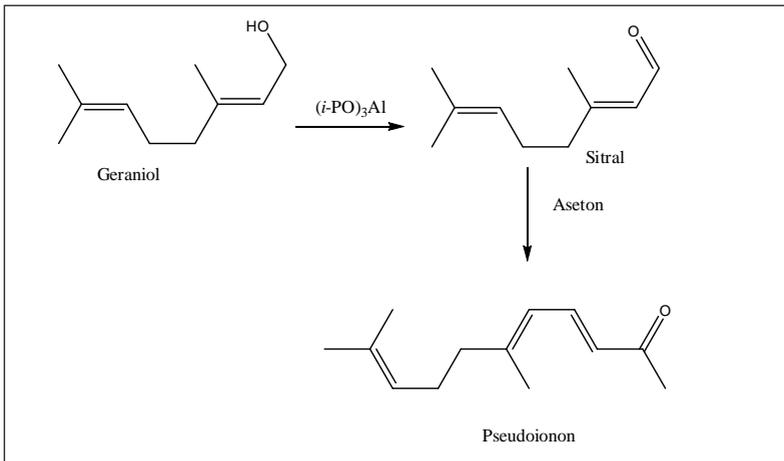
Sumber: Data diolah dari www.sigmaaldrich.com dan www.sciencelab.com

C. SINTESIS PRODUK TURUNAN KEDUA MINYAK SEREH WANGI

Isopulegol yang dihidrogenasi dengan katalis Raney-Ni menghasilkan mentol berupa padatan kristal berwarna putih dan memiliki bau khas. Mentol juga dapat diperoleh dari hidrogenasi sitronelal menggunakan katalis zeolit dan Raney-Ni serta menghasilkan sekitar 68% rasemik mentol (Gambar 5.11) (Adilina, Agustian, & Laksmono, 2008). Mentol digunakan secara luas dalam obat-obatan sebagai bahan yang dicampurkan, baik dalam makanan maupun minuman, pasta gigi, dan sebagainya (Sastrohamidjojo, 2002, 2015).



Gambar 5.11 Hidrogenasi isopulegol menggunakan Raney-Ni



Gambar 5.12 Mekanisme Reaksi Pembentukan Pseudoionon dari Geraniol

Dalam aseton, reaksi geraniol dengan aluminium isopropoksida ($(ip-O)_3Al$) membentuk sitral yang lebih lanjut bereaksi membentuk pseudoionon. Pseudoionon memiliki fase cair kekuningan, dengan bau yang khas, harum, dan digunakan sebagai bahan pewangi (Sastrohamidjojo, 2002). Karakteristik bau ini tidak terdapat pada minyak atsiri induknya (Gambar 5.12). Karakteristik produk-produk turunan kedua dari minyak serai wangi dari tahapan reaksi menggunakan katalis yang selektif, dapat dilihat pada Tabel 5.4.

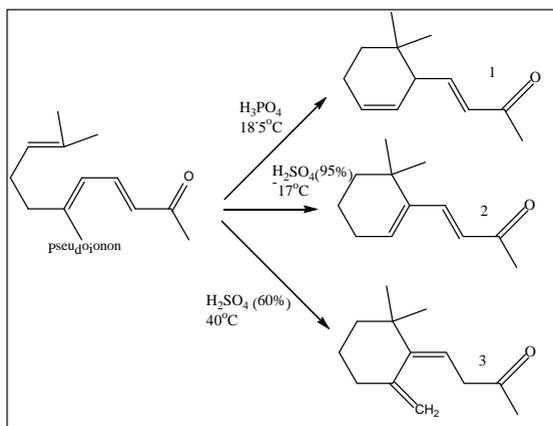
Tabel 5.4 Karakteristik Produk Turunan Kedua Minyak Serai Wangi

No.	Nama	Rumus kimia	Berat molekul	Titik didih ^o C	Densitas	Indeks refraksi	Nomor CAS
1	Mentol	$C_{10}H_{20}O$	156,27	216	0,890	1,451	89-78-1
2	Farnesol	$C_{15}H_{26}O$	222,37	283	0,886	1,489	4602-84-0
3	Pseudoionon	$C_{10}H_{18}O$	154,25	114 (2 mmHg)	0,900	1,530	141-10-6

Sumber: www.sigmaaldrich.com, www.sciencelab.com

D. SINTESIS PRODUK TURUNAN KETIGA MINYAK SERAI WANGI

Pseudoionon bila direaksikan dengan H_3PO_4 atau dengan H_2SO_4 pada berbagai konsentrasi dengan pengaturan suhu akan diperoleh senyawa-senyawa α -ionon, β -ionon dan senyawa H-ionon (Sastrohamidjojo, 2002) (Gambar 5.13). Produk berbentuk cairan yang berwarna kekuningan dan berbau harum. Senyawa ionon tersebut merupakan komponen penting dalam parfum yang mempunyai nilai tinggi (Sastrohamidjojo, 2002).



Gambar 5.13 Reaksi pseudoionon dengan H_3PO_4 atau H_2SO_4 menghasilkan (1) α -ionon, (2) β -ionon dan (3) H-ionon.

Karakteristik produk dari turunan ketiga minyak serai wangi ditunjukkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Karakteristik Produk Turunan Ketiga Minyak Serai Wangi

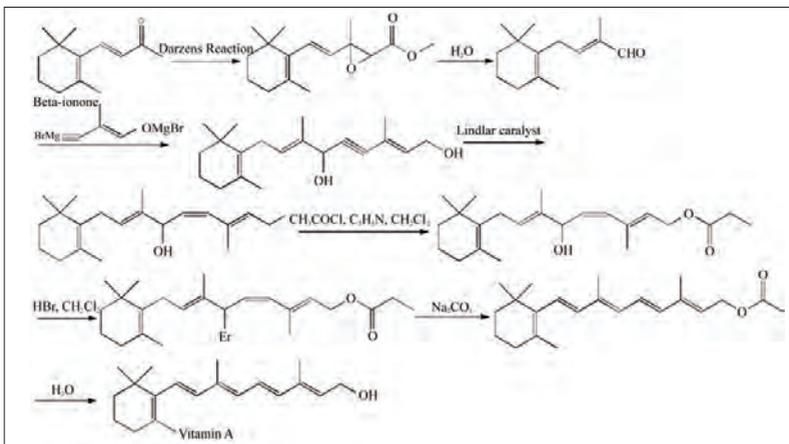
No.	Nama	Rumus kimia	Berat molekul	Titik didih $^\circ\text{C}$	Densitas	Indeks refraksi	Nomor CAS
1	Menton	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$	154	85 (12 mmHg)	0,896	1,449	10458-14-7
2	α -ionon	$\text{C}_{13}\text{H}_{20}\text{O}$	192	259	0.930	1,498	127-41-3
3	β -ionon	$\text{C}_{13}\text{H}_{20}\text{O}$	192	126 (12 mmHg)	0,945	1,520	14901-07-6

Sumber: www.sigmaaldrich.com, www.sciencelab.com

E. SINTESIS PRODUK TURUNAN KEEMPAT MINYAK SERAI WANGI

Sintesis Vitamin A dari β -ionon dapat dilakukan melalui konversi dari intermediet. Vitamin A memiliki struktur cincin β -ionone dengan rantai isoprenoid melekat. Vitamin A pertama kali disintesis pada tahun 1947 oleh dua ahli kimia Belanda. Komersialisasi vitamin A berhasil dilakukan oleh para ilmuwan dan pihak industri (Robeson,

Blum, Diaterle, Cawley, & Baxter, 1955). Tahun 1947, perusahaan Roche mengomersialkan produk menggunakan β -ionon sebagai bahan awal melalui reaksi Dazens, reaksi Grignard, hidrogenasi asetilasi, brominasi, eliminasi yang melibatkan 50 lebih reagen dan banyak unit reaksi. Bertahun-tahun kemudian, perusahaan BASF menemukan rute baru menggunakan β -ionon sebagai bahan awal melalui reaksi etinilasi, reduksi, dan eliminasi. Jalur sintesis ini sederhana dan ekonomis, tetapi hasilnya tinggi. Kelemahan dari proses ini adalah senyawa antara aldehida C5 sulit untuk disintesis, mekanisme sintesis vitamin A dari β -ionon (Gambar 5.14) (Lisong, Menghao, Jingping, & Yangdong, 2014).



Gambar 5.14 Reaksi untuk Sintesis Vitamin A dari β -ionon

E. LITBANG TURUNAN MINYAK SERAI WANGI DI PUSAT PENELITIAN KIMIA LIPI (P2 KIMIA LIPI)

Kajian awal pengembangan bahan kimia adi dari minyak serai wangi dan turunannya telah dilakukan oleh Pusat Penelitian Kimia (P2 Kimia) pada periode 1999–2000 (Proyek ITDP-*Twinning activities*), dilanjutkan pada kegiatan Tematik LIPI tahun 2004–2005 dan Tematik LIPI 2007–2008. Hasil yang diperoleh dari kegiatan tersebut adalah teknologi fraksinasi yang optimal untuk penyediaan bahan baku sitronelal sebagai materi awal sintesis turunan-turunannya. Selain itu, sintesis berbagai turunan minyak

serai wangi berhasil dilakukan dengan rendemen yang tinggi. Teknologi pengolahan minyak serai wangi dan sintesis turunannya merupakan suatu program yang berkelanjutan dan akan ditekankan pada teknologi sintesis mentol yang lebih sederhana melalui sistem satu-reaktor (*one-pot system*) menggunakan *green nanostructure catalyst* berbasis zeolit.

Dari kegiatan Tematik LIPI tahun 2004–2005, sitronelal berhasil dikonversi melalui reaksi siklisasi menjadi 85% isopulegol menggunakan katalis zeolit asam padat. Isopulegol yang dihasilkan kemudian dihidrogenasi dengan katalis padat Ni menjadi 68% mentol (dari kegiatan Tematik LIPI, 2007–2008). Sintesis langsung mentol dari sitronelal dilakukan melalui sistem satu-reaktor (*one-pot system*). Dengan sistem tersebut, isopulegol yang terbentuk sebagai intermediet akan langsung dikonversikan menjadi mentol menggunakan Ni-zeolit *bifunctional* berstruktur nano yang aktif untuk reaksi siklisasi dan hidrogenasi.

Hasil penelitian dan pengembangan minyak serai wangi dan turunannya di Pusat Penelitian Kimia LIPI ditunjukkan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil Penelitian dan Pengembangan P2 Kimia

No.	Katalis	Reaksi	Reaktan	Kondisi operasi	Produk	Hasil (%)
1	H-NZ	Siklisasi	Sitronelal	100°C, 3 jam	Isopuegol	87
2	Ni/ZAB-CL-HT	Siklisasi	Sitronelal	200°C, 3 jam, 2 MPa H ₂	Isopulegol	57
3	Zeolit dan Raney Nickel	Siklisasi-Hidrogenasi	Sitronelal	100°C, 3 jam dan 120°C, 5 h, H ₂ 5 bar	Mentol	65
4	Ni/ZAB-HT	Siklisasi-Hidrogenasi	Sitronelal	200°C, 3 jam, 2 MPa H ₂	Mentol	50
5	Ni/ZAB-CL-HT	Hidrogenasi	Isopulegol	70°C, 3 jam dan 70°C, 3, 2 MPa H ₂	Mentol	9
6	Ni/ZAB-HT	Hidrogenasi	Sitronelal	300°C, 3 jam, 2 MPa H ₂	Dimetil oktanol	12
7	Ni/ZAB-HT	Hidrogenasi	Sitronelol	200°C, 3 jam, 2 MPa H ₂	Dimetil oktanol	50
8	Raney Nickel	Hidrogenasi	Sitronelal	100°C, 4 jam, 10 MPa H ₂	Sitronelol	92
9	NaBH ₄	Hidrogenasi	Sitronelal	Suhu ruang	Sitronelol	95

Sumber: Tursiloadi, Litiaz, Pertiwi, Adilina, dan Sembiring (2015)

G. POTENSI APLIKASI TURUNAN MINYAK SERAI WANGI

Turunan senyawa sitronelal dan geraniol, seperti hidroksi sitronelal, mentol sintesis, ester geraniol, dan ester sitronelol banyak diperlukan di industri formulasi parfum berkualitas tinggi, *flavor*, *fragrance*, obat-obatan, *repellent*, antiseptik, dan tolak nyamuk. Di Indonesia digunakan untuk krim detergen dan produk pembersih rumah tangga (Anshori dkk., 2008).

Indonesia merupakan salah satu produsen minyak serai wangi terbesar di dunia. Minyak serai wangi adalah produk lokal, namun merupakan komoditas yang sebagian besar untuk diekspor, sedangkan komponen utama minyak serai dan turunannya masih diimpor. Kebutuhan industri untuk komponen utama (*isolat*) dan turunannya (*derivate*) dari minyak serai meningkat sehingga dengan melihat keadaan tersebut dapat disimpulkan bahwa produk komponen utama (*isolat*) dan turunannya (*derivate*), khususnya mentol dari minyak serai untuk pasar lokal, memiliki daya saing produk yang cukup tinggi. Teknologi pengolahan lanjut minyak serai wangi menjadi turunannya dapat meningkatkan kualitas produk yang berimbas langsung pada peningkatan nilai jualnya sehingga bangsa Indonesia akan diperhitungkan di dunia minyak atsiri.

H. KESIMPULAN

Produk turunan minyak serai wangi disintesis menggunakan berbagai jenis reaksi, antara lain metilasi, siklisasi, oksidasi, reduksi, hidroksilasi, reaksi Grignard, hidrogenasi asetilasi, brominasi, dan eliminasi. Proses ini beriringan dengan perkembangan nano teknologi (United States National Nanotechnology Initiative, 2016) dalam aplikasi pada katalis sehingga efektivitas dan selektivitas dapat optimal (Knözinger & Kochloeff, 2002; Sun & Zeng, 2002). Bahan kimia adi dari turunan minyak serai wangi ini berupa senyawa dengan gugus fungsi spesifik yang banyak diperlukan dalam industri formulasi *flavor and fragrance* (perisa dan pewangi), obat-obatan, pengusir serangga, antiseptik, aromaterapi, dan lain sebagainya.

Senyawa murni hasil sintesis kimia dari komponen utama minyak serai wangi dapat diturunkan menjadi beberapa tingkat produk turunan.

Produk turunan pertama, antara lain berupa sitronelil/geranil ester (format, asetat, propionat, butirat, kaproat, oksalat, fenil asetat, dan sinamat) yang memiliki berbagai bau pewangi seperti bunga mawar atau bau bunga yang lain. Metil sitronelol atau etil sitronelol dapat disintesis menggunakan pereaksi Grignard. Hidroksilasi sitronelal menggunakan katalis asam padat menghasilkan hidroksi sitronelal dan siklisasinya menggunakan katalis Zn/ γ -alumina dalam pelarut menghasilkan isopulegol. Sintesis 3,7-dimetil-1-oktanol yang memiliki nama lain tetrahidrogeraniol dapat dilakukan dengan hidrogenasi menggunakan katalis Ni. Produk turunan kedua, antara lain berupa mentol yang diperoleh melalui hidrogenasi senyawa isopulegol dengan katalis Raney-Ni. Reaksi antara geraniol dengan aluminium isopropoksida dalam aseton menghasilkan pseudoionon (ψ)-ionon. Produk turunan ketiga, antara lain berupa senyawa α -ionon, β -ionon, dan H-ionon dapat diperoleh dengan cara mereaksikan pseudoionon dengan H_3PO_4 atau dengan H_2SO_4 pada berbagai konsentrasi dengan pengaturan suhu. Produk turunan keempat, antara lain berupa vitamin A sintetik. Demikian juga turunan-turunan vitamin A aldehid dan asam vitamin A dapat disintesis dari bahan dasar senyawa β -ionon.

DAFTAR PUSTAKA

- Adilina, I. B., Rinaldi, N., Tursiloadi, S., Sulawatty, A., Agustian, E., & Sembiring, K. C. (2014). *Preparasi green nanostructure catalyst berbasis zeolit untuk sintesis bahan kimia adi turunan minyak sereh wangi* (Laporan akhir tahunan kegiatan kompetitif LIPI tahun anggaran 2014).
- Adilina, I. B., & Agustian, E. (2014). Green synthesis of isopulegol from citronellal catalysed by zeolite based solid acid catalyst. *Chimica et Natura Acta*, 2(1), 58–60.
- Adilina, I. B., Agustian, E., & Laksmo, J. A. (2008). One-pot syntesis of menthol from citronella: Application of citronella oil. *Journal of Agricultural Industrial Technology*, 17(3), 69–73.
- Agustian, E & Sulawatty, A. (2005). *Fraksionasi minyak atsiri dan sintesa turunannya* (Laporan akhir penelitian DIP, PP Kimia, LIPI).

- Anshori, J. A., Muchalal, Sutarno, Zainuddin, A., Hidayat, A. C., & Subroto, T. (2008). Siklisasi-asetilasi sitronelal dikatalisis FeCl₃ dan ZnCl₂. Dalam *Konferensi nasional minyak atsiri 2008* dengan tema “Industri Minyak Atsiri yang Berkelanjutan: Peluang dan Tantangan”, Surabaya, 2–4 Desember 2008.
- Antoniotti, S. (2014). Review tuning of essential oil properties by enzymatic treatment: towards sustainable processes for the generation of new fragrance ingredients. *Molecules*, *19*(7), 9203–9214.
- Arata, K., Hayono, K., & Shirahana, H. (1993). Isomerization of caryophyllene oxide catalyzed by solid acids and bases. *Bulletin of the Chemical Society Japan*, *66*, 218–223.
- Asep. (2001). Synthesis of clovanadiol from caryophyllene. Dalam *International Seminar on Organic Chemistry*. Yogyakarta.
- Bellus, D., Jacobsen, E. N., Ley, S. V., Noyori, R., Regitz, M., Reider, P. J., ... Trost, B. M. (Eds.). (2010). *Science of synthesis: Houben-Weyl methods of molecular transformations*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Budzikivics, H., Djerasi, C., & Williams, D. H. (1967). *Mass spectrometry of organic compounds*. San Fransisco: Holden-Day, Inc.
- Chuah, G. K., Liu, S. H., Jaenicke, S., & Harrison, L. J. (2001). cyclisation of citronellal to isopulegol catalysed by hydrous zirconia and other solid acids. *Journal of Catalysis*, *200*, 352–359.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1995). *Farmakope Indonesia*, Edisi IV. Jakarta: DepKes RI.
- Fessenden, J. R., & Fessenden, J. S. (1986). *Kimia organik*. Edisi Ketiga Jilid I. Terjemahan oleh A. Hadyana Pujaatmaka. Jakarta: Erlangga.
- Fieser & Fieser. (1956). *Organic chemistry*, 3rd ed. New York: Reinhold Pub Co.
- Fitjer, L., Majewski, M., & Monzo-Oltra, H. (1995). Synthesis of Tricyclopentanoid Sesquiterpenes via rearrangement routes: (±)-modhephene, (±)-epimodhephene and (±)-isocomene. *Tetrahedron*, *51*, 8835–8852.
- Ghisalba, O., Meyer, H., & Wohlgemuth, R. (2010). Industrial biotransformation, P1–18. Dalam M. C. Flickinger, *Encyclopedia of industrial biotechnology: Bioprocess, bioseparation, and cell technology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Groussin, A. & Antoniotti, S. (2012). Valuable chemicals by the enzymatic modification of molecules of natural origin: Terpenoids, steroids, phenolics and related compounds. *Bioresource Technology*, *115*, 237–243.
- Guenther, E. (1963). *The essential oil*, 2, 224–226, D. van Nostrand Company, Inc.

- Guenther, E. (1987). *Minyak atsiri*. Jilid I. Terjemahan Ketaren, S. Jakarta: UI Press.
- Heitbaum, M., Glorius, F., & Escher, I. (2006). Asymmetric heterogeneous catalysis. *Angewandte Chemistry International Edition*, 45, 4732–4762.
- Hernández, L., Luna, H., Olivera, M. T., Navarro, A., Cassani, J., & Hernandez, L. (2013). Oxidative coupling of natural phenols biocatalyzed by plant enzymatic preparations with peroxidase activity. Dalam *XV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería Cancún*, Meksiko.
- Sciencelab.com. (2015). Diakses pada 12 Juli 2016 dari <http://sciencelab.com>
- Sigmaaldrich.com. (2015). Diakses pada 12 Juli 2016 dari <http://sigmaaldrich.com>.
- Knözinger, H., & Kochloeff, K. (2003). Heterogeneous catalysis and solid catalysts. Dalam *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Weinheim: Wiley-VCH. doi:10.1002/14356007.a05_313. Awal terbit pada 15 Januari 2003 dari https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/14356007.a05_313.
- Iftitah, E. D. (2005). *Sintesis isopulegol dari (+)-sitronelal menggunakan katalis Zn γ -Alumina* (Tesis FMIPA UGM Yogyakarta).
- Isaacs, N. S. (1990). *Physical organic chemistry*. London: Longman Group UK Ltd.
- Johannes, T., Simurdiak, M. R., & Zhao, H. (2006). Biocatalysis. Dalam *Encyclopedia of Chemical Processing*. Oxford: Taylor & Francis.
- Lisong H., Menghao D., Jingping Z., & Yangdong W.. (2014). Chemistry of the main component of essential oil of *Litsea cubeba* and its derivatives. *Open Journal of Forestry*, 4(5), Article ID:50599. doi:10.4236/ojf.2014.45050.
- Lutony, T. L. & Rahmayati, Y. (1999). *Produksi dan perdagangan minyak atsiri*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Maki-Arvela, P., Kumar, N., Nieminen, V., Sjöholm, R., Salmi, T., & Yu Murzin, D., (2004). Cyclization of citronellal over zeolites and mesoporous materials for production of isopulegol. *Journal of Catalysis*, 225, 155–169.
- Marques, A., Fabio, Alfredo, George, & Paulo. (1997). Oxidative coupling of 4-Substitued 2-methoxy phenols using methyltributylammonium permanganate in dichloromethane. *Tetrahedron Letters*, 39, 943–946.
- Maurer, B., & Hauser, A. (1983). New constituent of clary sage oil. Dalam *IXth International Congress of Essential Oils*, Singapore.
- National Agency for Export Development (NAFED). (2008). Export News Indonesia. February 2008, Vol.1, No.II. National Agency for Export Development (NAFED).

- Nugroho, W. S. (2018, 23 April). DAI jalin kerjasama dengan APHI, optimis tingkatkan ekspor minyak atsiri ke pasar dunia. *Tribunjogja.com*. Diakses dari <http://jogja.tribunnews.com/2018/04/23/dai-jalin-kerjasama-dengan-aphi-optimis-tingkatkan-ekspor-minyak-atsiri-ke-pasar-dunia>
- Ohkuma T., Ooka, H., Hashiguchi, S., Ikariya, T., & Noyori, R. (1995). Practical enantioselective hydrogenation of aromatic ketones. *Journal of American Chemical Society*, 117, 2675–2616.
- Priatmoko. (1990). *Sintesis mentol dari sitronelal hasil isolasi dari minyak serai* (Tesis FMIPA UGM Yogyakarta).
- Robeson, C. D., Blum, W. P., Dieterle, J. M., Cawley, J. D., & Baxter, J. G. (1955). Chemistry of vitamin A. XXV. Geometrical isomers of vitamin A aldehyde and an isomer of its α -Ionone analog. *Journal of the American Chemical Society*, 77, 4120–4125. Diakses dari <http://dx.doi.org/10.1021/ja01620a044>
- Robinson, T. (1995). *Kandungan organik tumbuhan tinggi*. Terjemahan oleh Kosasih. Bandung: ITB
- Rusli, M. S. (2015). Potensi minyak atsiri indonesia & peran DAI. Dalam *Seminar Sehari Prospek Pengembangan Bisnis Atsiri 2015*, Bogor.
- Sabini, D. (2006). Aplikasi minyak atsiri pada produk home care dan personal care. Dalam *Konferensi Nasional Minyak Atsiri*, Solo.
- Sastrohamidjojo, H. (2002). *Kimia minyak atsiri*. Yogyakarta: FMIPA, Universitas Gadjah Mada.
- Sastrohamidjojo, H. (2006). Produk turunan minyak atsiri dan potensi pasar. Dalam *Konferensi Nasional Minyak Atsiri*, Solo.
- Sastrohamidjojo, H. (2015). Produk turunan minyak atsiri dan potensi pasar, Program Studi Ilmu Kimia FMIPA UII. Dalam *Seminar Sehari Prospek Pengembangan Bisnis Atsiri*, Bogor 5 Februari 2015. IPB International Convention Center.
- Silvestein, R. M., Bassler, C. G., & Morrill, T. C. (1974). *Registry of mass spectral data*. New York: Wiley-Interscience.
- Sun, S. & Zeng, H. (2002). Size-controlled synthesis of magnetite nanoparticles. *Journal of the American Chemical Society*, 124, 8204–8205.
- Tanaka S., Hoh, H., Akahane, Y., & Tsuts, S. (2007). Synthesis and reactions of hetero-dinuclear organopalladium–cobalt complexes acting as copolymerization catalyst for aziridine and carbon monoxide. *Journal of Organometallic Chemistry*, 692, 26–35.

- Tursiloadi, S. (2010). *Mesoporous oxide materials based on the sol-gel method*. Lambert Academic Publishing.
- Tursiloadi, S., Adilina, I. B., Rinaldi, N., Agustian, E., & Sembiring, K. C. (2015). *Pengembangan green katalis berbasis mineral alam untuk sintesis bahan kimia adi turunan minyak sereh wangi* (Laporan akhir tahunan kegiatan unggulan LIPI tahun anggaran 2015).
- Tursiloadi, S., Litiáz, A., Pertiwi, R., Adilina, I., & Sembiring, K. (2015). Development of green nickel-based zeolite catalysts for citronella oil conversion to isopulegol. international symposium on applied chemistry (ISAC). *Procedia Chemistry*, 16, 563–569.
- Tursiloadi, S., Pertiwi, R., Litiáz, A. A., & Adilina, I. B. (2017). Hydrogenation of citronella oil derivatives to 3,7 Dimethyl-1-Octanol as potential bio-based additives over modified natural zeolite catalysts. *Jurnal Teknologi*, 79(7-2), 7–12.
- United States National Nanotechnology Initiative. (2016). *About the National Nanotechnology Initiative*. Diakses dari <https://www.nano.gov/about-nni>
- Wahyuni, S., Hobir, & Nuryani, Y. (2003). Status pemuliaan tanaman serai wangi. *Perkembangan Teknologi TRO*, 15, 2.
- Yamaguchi, T. (1990). Recent progress in solid superacid. *Applied Catalysis*, 61, 1–25.



BAB VI

Sintesis Turunan Minyak Serai Wangi Sebagai Bahan Baku Obat

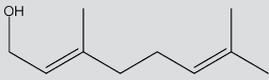
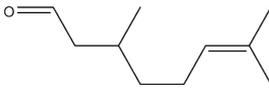
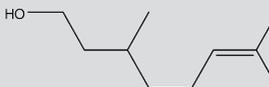
Muhammad Hanafi dan Nina Artanti

Minyak serai wangi dapat digunakan sebagai bahan baku obat mengingat secara tradisional telah digunakan antara lain sebagai obat batuk, obat sakit gigi, obat keseleo atau terkilir, obat sakit maag, menghilangkan nyeri serta penghangat tubuh. Di Eropa, minyak serai wangi jenis Java ditempatkan dalam kategori satu, yaitu bahan yang dianggap tidak perlu mendapat perhatian terkait keamanannya untuk tingkat yang biasa dikonsumsi. Sementara itu, jenis Ceylon ditempatkan pada kategori tiga, yaitu bahan yang perlu diperhatikan keamanannya, yang berkaitan dengan bahan aktifnya, yaitu batasan kandungan metil eugenolnya. Menurut Food and Drugs Act Canada, keamanan penggunaan sebagian besar senyawa *flavor*, termasuk minyak serai wangi, menjadi tanggung jawab perusahaan manufakturnya (*Safety Summary of*

Citronella oil as a Flavouring Agent, 2004). Toksisitas akut minyak serai wangi pada pemberian secara oral pada tikus, LD₅₀-nya adalah > 5g/kg berat badan (Lis-Balchin, 2006), menunjukkan bahwa minyak serai aman dikonsumsi.

Pada Tabel 6.1 dapat dilihat bahwa minyak serai wangi ada dua jenis, yaitu jenis Ceylon dan Java. Kandungan utama pada jenis Ceylon adalah geraniol, sedangkan jenis Java adalah sitronelal dan geraniol.

Tabel 6.1 Kandungan Utama Minyak Serai Wangi Jenis Ceylon dan Java

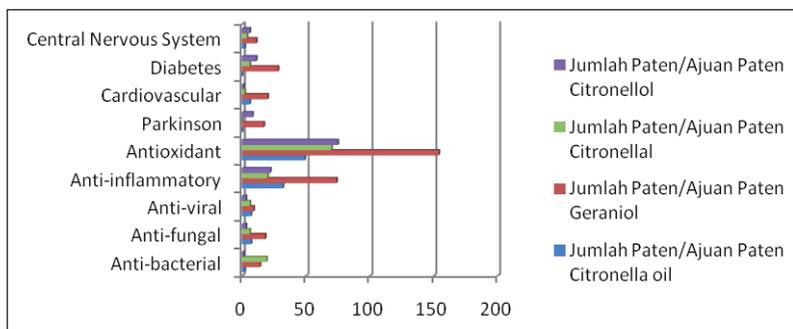
	Kandungan Kimia	Jenis Ceylon %	Jenis Java %
Geraniol		18–20	21–24
Sitronelal		5–15	32–45
Sitronelol		6,4–8,4	11–15

Sumber: "Citronella Oil" (2016); "Safety Summary of Citronella" (2004)

Selama ini hampir semua bahan baku obat sintesis masih diimpor sehingga perlu upaya memanfaatkan potensi bahan alam lokal, antara lain minyak serai wangi sebagai bahan baku obat. Telah banyak hasil penelitian ilmiah tentang bioaktivitas minyak serai wangi dan komponen utamanya, di antaranya sebagai antimikroba (Wei & Wee, 2013; Orhan, Özçelik, Kartal, & Kan, 2012; Li, Shi, Ouyang, Chen, & Duan, 2013), antikanker (Ong, Heidor, de Conti, Dagli, & Moreno, 2006; Polo, Crespo, & de Bravo, 2011; Galle dkk., 2014), dan antioksidan (Mileva, Kusovski, Krastev, Dobreva, & Galabov, 2014; Jayachandran, Chandrasekaran, & Namasivayam, 2015a). Untuk menghasilkan obat, senyawa aktifnya dapat diisolasi, baik dari ekstrak tanamannya maupun dari minyak serai wanginya. Tahapan berikutnya setelah dihasilkan senyawa aktif maka dapat dioptimasi aktivitasnya dengan membuat turunannya (Hanafi,

2012). Minyak serai dan komponen utamanya, seperti geraniol, sitronelal, dan sitronelol, serta turunannya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat untuk meningkatkan nilai tambah.

Perhatian dunia terhadap potensi minyak serai wangi dan kandungan utamanya agar dapat dimanfaatkan dalam industri bahan baku obat terlihat dari jumlah ajuan paten dan paten yang telah di-*granted* sampai dengan Maret 2015 (Gambar 6.1). Komponen yang paling banyak diajukan patennya adalah geraniol sebagai antioksidan dan antiinflamasi.



Gambar 6.1 Jumlah Paten yang terkait dengan Bioaktivitas Penggunaan Minyak Serai Wangi dan Kandungan Senyawa Utamanya

Terlihat bahwa komponen utama minyak serai wangi sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku obat. Dalam bab ini dibahas mengenai berbagai aktivitas minyak serai wangi dan komponen utamanya serta sintesis turunannya untuk pengembangan sebagai bahan baku obat.

A. BIOAKTIVITAS MINYAK SERAI WANGI DAN KOMPONEN UTAMANYA

1. Antimikrob

Dalam studi efek minyak serai wangi terhadap *Aspergillus niger* ATCC 16404 diketahui bahwa minyak serai wangi memiliki aktivitas antijamur yang kuat. Pada 0,125 dan 0,25% (v/v) minyak serai wangi mampu menghambat pertumbuhan 5×10^5 spora/konidia ml secara terpisah

selama 7 dan 28 hari, sedangkan 0,5% (v/v) minyak serai wangi dapat membunuh konidia dari 5×10^5 spora/ml (Li dkk., 2013). Selain itu, kurva kinetik fungisida mengungkapkan bahwa lebih dari 90% konidia dengan konsentrasi awal 5×10^5 spora/ml mati dalam semua perlakuan setelah 24 jam. Di samping itu, aktivitas antijamur meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi minyak serai wangi dan waktu perlakuan. Konsentrasi minyak serai wangi 0,5% (v/v) adalah ambang batas untuk membunuh konidia secara menyeluruh (Li dkk., 2013).

Hasil penelitian minyak serai wangi terhadap bakteri *Edwardsiella* spp. (N = 21), *Vibrio* spp. (N = 6), *Aeromonas* spp. (N = 2), *Escherichia coli* (N = 2), *Salmonella* spp. (N = 2), *Flavobacterium* spp. (N = 1), *Pseudomonas* spp. (N = 1), dan *Streptococcus* spp. (N = 1) yang diisolasi dari organ-organ internal hewan air menunjukkan bahwa minyak serai wangi memiliki aktivitas antibakteri dengan nilai-nilai konsentrasi hambatan minimum (KHM) antara 0,244–0,977 $\mu\text{g/ml}$ sehingga berpotensi digunakan sebagai antibiotik alternatif (Wei & Wee, 2013).

Geraniol secara signifikan mengurangi resistensi *multidrug Enterobacter aerogenes*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, dan *Acinetobacter baumannii* sehingga meningkatkan efektivitas beta laktam, kuinolon, dan kloramfenikol (Lorenzi dkk., 2009). Kandidiasis atau infeksi akibat jamur *Candida* telah menjadi masalah kesehatan yang serius akibat penggunaan antibiotik yang tidak tepat sehingga menyebabkan terjadinya resistensi mikroba tersebut terhadap antibiotik yang ada di pasaran. Oleh karena itu, perlu dipelajari molekul-molekul lain yang berpotensi sebagai antijamur. Sitral merupakan salah satu senyawa yang terkandung dalam minyak serai wangi dan memiliki sifat antimikrob, termasuk terhadap *C. albicans*, dengan nilai KHM adalah 512 $\mu\text{g/mL}$ (Lima dkk., 2012). Mekanisme sitral dalam menghambat pertumbuhan mikroba tidak melibatkan dinding sel atau ergosterol, tetapi kehadiran kolesterol menjadikan sitral tidak aktif. Dengan meningkatnya nilai KHM sitral menjadi 1.024 $\mu\text{g/mL}$, terlihat ada beberapa interaksi antara sitral dan kolesterol sehingga diperlukan studi lebih lanjut untuk menjelaskan efek keduanya (Lima dkk., 2012).

Tabel 6.2 menunjukkan bahwa senyawa-senyawa yang terkandung dalam minyak serai wangi memiliki aktivitas antivirus terhadap virus HSV-1 (Herpes simplex virus tipe-1) dan PI-3 (Parainfluenza tipe-3) dengan nilai IC_{50} 0,4–1,6 $\mu\text{g/mL}$ yang setara dengan obat komersial Asiklovir. Selain itu, senyawa-senyawa tersebut juga memiliki aktivitas sebagai antibakteri termasuk bakteri yang telah mengalami resistensi (Tabel 6.3) (Orhan dkk., 2012).

Tabel 6.2 Nilai Aktivitas Antivirus KHM ($\mu\text{g/ML}$) Komponen Minyak Serai Wangi, Asiklovir dan Oseltavimir, terhadap Sel MDBK

Senyawa	Konsentrasi Hambatan Minimum CPE ($\mu\text{g/mL}$)					
	Sel MDBK		SelVero			
	MNTC	HSV-1	MNTC	PI-3		
	Maksi- mum	Mini- mum	Maksi- mum	Minimum		
Geraniol	3,2	0,8	0,5	1,6	1,6	0,4
Sitronelal	1,6	0,4	0,025	0,8	0,2	-
Sitronelol	3.2	0,8	0,5	3,2	1,6	0,4
Sitral	3,2	0,8	0,5	1,6	1,6	0,4
Asiklovir	1,6	1,6	<0,012			
Oseltavimir				1,6	1,6	<0,012

Keterangan:

MDBK: *Madin Darby Bovine Kidney*; MNTC: *Maximum Nontoxic Concentration*;

CPE: *Cytopathogenic Effect*; HSV-1: *Herpes Simplex Virus Tipe-1*; PI-3: *Para Influenza Tipe-3*

Sumber: Orhan dkk. (2012)

Tabel 6.4 menunjukkan bahwa minyak serai wangi memiliki aktivitas antibakteri terhadap 5 *strain* bakteri penyebab jerawat yang terbaik dengan nilai KHM 0,125% (v/v) jika dibandingkan beberapa minyak atsiri lainnya. Hal ini menunjukkan potensi penggunaannya dalam produk kosmetik (Luangnarumitchai Lamlerthton, & Tiyaboonthai, 2007).

Tabel 6.3 Nilai Aktivitas Antibakteri KHM ($\mu\text{g/mL}$) dari Komponen Minyak Serai Wangi dan Ampisilin

Senyawa	<i>E. coli</i>		<i>P. aeruginosa</i>		<i>Proteus mirabilis</i>		<i>Klebsiella pneumoniae</i>		<i>Acinetobacter baumannii</i>	
	ATCC 35218	Strain ESBL+	ATCC 10145	Strain resisten Gentamicin	ATCC 7002	Strain ESBL+	RSKK 574	Strain ESBL+	RSKK 02026	Strain resisten Cephalosporin
Geraniol	8	128	4	32	8	128	8	128	2	64
Sitronelal	4	32	2	64	8	64	8	64	4	32
Sitronelol	8	128	4	32	8	128	8	128	2	64
Sitral	4	128	2	32	4	128	8	128	2	64
Ampicilin	2	>128	-	-	2	>128	2	>128	2	>128

Senyawa	<i>S. aureus</i>		<i>Enterococcus faecalis</i>		<i>B. subtilis</i>	
	ATCC 25923	Strain resisten Methicillin	ATCC 29212	Strain resisten Cephalosporin	ATCC 6633	Strain resisten friaxone
Geraniol	16	>128	8	16	8	16
Sitronelal	8	>128	4	128	4	16
Sitronelol	16	>128	8	128	8	16
Sitral	16	>128	8	128	8	16
	<0,12	>128	0,5	>128	0,12	0,5

Sumber: Orhan dkk. (2012)

Tabel 6.4 Nilai KHM Beberapa Minyak Atsiri terhadap 5 *Strain* Bakteri Penyebab Jerawat *Propinim bacterium acnes*

Sampel	Konsentrasi hambatan minimum (%v/v)				
	<i>P. acnes</i>	<i>P. acnes</i>	<i>P. acnes</i>	<i>P. acnes</i>	<i>P. acnes</i>
	DMST 14916	DMST 14917	DMST 14918	DMST 21823	DMST 21824
Minyak sereh wangi (<i>Cymbopogon nardus</i>)	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Minyak pala (<i>Syzygium aromaticum</i> L.)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Minyak eucalyptus (<i>Eucalyptus globules</i> Labill.)	4	4	4	4	4
Minyak melati (<i>Jasminum sambac</i> Ait.)	2	2	2	2	2
Minyak daun jeruk Keffir (<i>Citrus hystrx</i> DC.),	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Minyak sereh dapur (<i>Cymbopogon citratus</i>)	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125

Sumber: Luangnarumitchai dkk. (2007)

2. Antikanker

Penelitian yang menggunakan sel kanker usus besar manusia Caco-2, geraniol pada 400 μ M mampu menghambat 70% pertumbuhan sel, dengan sel terakumulasi pada tahap transisi S dari siklus sel dan penghambatan sintesis DNA. Tidak ada tanda-tanda sitotoksisitas atau apoptosis yang terdeteksi, tetapi menyebabkan penurunan 50% aktivitas dekarboksilase ornitin, yang merupakan enzim kunci biosintesis poliamina pada sel kanker. Pengamatan ini menunjukkan bahwa metabolisme poliamina diduga merupakan target dalam sifat antiproliferatif geraniol (Carnesecchi dkk., 2001).

Kemopreventif dari geraniol dievaluasi selama fase awal hepatokarsinogenesis pada hewan coba tikus yang selama delapan minggu berturut-turut diberi geraniol 25 mg/100 g berat badan tikus, sedangkan kelompok kontrol hanya diberi minyak jagung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa geraniol berpotensi sebagai agen kemopreventif terhadap *hepatocarcinogenesis* melalui penghambatan proliferasi sel dan kerusakan DNA serta induksi apoptosis (Ong dkk., 2006).

HMG-CoA (*3-hydroxy-3-methylglutaryl-Coenzyme A*) reduktase mengkatalisis pembentukan mevalonat, sebuah prekursor kolesterol yang juga diperlukan untuk proliferasi sel. Penghambatan sintesis mevalonat berguna untuk mengganggu pertumbuhan sel-sel kanker. Geraniol menunjukkan efek menghambat aktivitas HMG-CoA reduktase dan menghambat proliferasi sel kanker payudara MCF-7, sedangkan pada sel epitel payudara normal, senyawa ini hanya menunjukkan pengaruh yang minimal. Temuan ini menunjukkan bahwa mekanisme gangguan sintesis mevalonat oleh geraniol membantu terjadinya efek anti-proliferasi dan siklus sel kanker payudara (Duncan, Lau, El-Sohemy, & Archer, 2004). Penelitian yang menggunakan sel hepatokarsinoma manusia Hep G2, terlihat bahwa sampai dengan 100 μM geraniol/L dapat menghambat laju pertumbuhan sel dan aktivitas koenzim HMG-CoA reduktase. Meskipun penurunan mevalonat tidak bertanggung jawab langsung atas pertumbuhan sel, tetapi memengaruhi kolesterologenesis, prenilasi protein, dan metabolisme lemak-asam (Polo & de Bravo, 2006). Kombinasi geraniol dengan simvastatin, yang juga merupakan inhibitor kompetitif HMG-CoA reduktase pada sel Hep G2, menunjukkan inhibisi yang signifikan terhadap proliferasi sel. Hal ini menunjukkan kombinasi kedua senyawa tersebut dapat meningkatkan penggunaannya sebagai obat untuk perawatan penyakit kanker dan/atau kardiovaskular (Polo dkk., 2011).

Produksi spesies oksigen reaktif (ROS) abnormal dan sitokin proinflamasi sering bertindak sebagai pemicu untuk pengembangan sebagian besar penyakit manusia kronis, termasuk kanker, melalui *up-regulation* faktor transkripsi dan aktivasi MAP kinase. Penelitian efek protektif dari geraniol pada tikus yang kulitnya diinduksi oksidatif dengan 12-O-tetradecanoyl phorbol-13-asetat (TPA) menunjukkan bahwa geraniol secara signifikan menghambat peroksidasi TPA, induksi lipid (PUT), respons inflamasi, pelepasan sitokin proinflamasi, sampai mengatur kandungan glutathion tereduksi (GSH) dan aktivitas enzim antioksidan lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa geraniol melemahkan perubahan promosi tumor awal dan dapat berfungsi sebagai

salah satu dari berbagai cara untuk mencegah karsinogenesis (Khan dkk., 2013).

Penelitian efek geraniol terhadap proliferasi sel dilakukan secara *in vitro* pada kultur sel tumor paru A549 dan secara *in vivo* pada tikus yang diinduksi menjadi kanker dengan sel tumor tersebut dan diberi perlakuan oral geraniol dengan dosis 25, 50, dan 75 mM/kg. Pada uji *in vitro* terlihat bahwa geraniol menghambat pertumbuhan sel A549, sedangkan secara *in vivo* menghambat pertumbuhan tumor dan menurunkan aktivitas HMGCo-A reduktase. Hasil ini menunjukkan bahwa dosis yang digunakan tidak toksik terhadap hewan coba, dapat menghambat jalur mevalonat yang terkait dengan penghambatan proliferasi sel dan peningkatan apoptosis pada tumor A549, tetapi tidak berefek pada sel hati normal tikus. Dengan demikian, geraniol berpotensi untuk digunakan dalam kemoterapi kanker (Galle dkk., 2014).

Tabel 6.5 menunjukkan mekanisme aktivitas antitumor dari geraniol pada beberapa sistem uji *in vitro* dan *in vivo*.

Tabel 6.5 Aktivitas Antitumor Geraniol pada Beberapa Sistem Uji Hewan atau Sel

Aktivitas dan/atau mekanisme antitumor	Hewan/sel yang diuji	IC ₅₀ (% survival atau % inhibisi pertumbuhan, atau dosis)
Aktif (menghambat siklus sel)	(Caco-2) <i>human colon cancer cell line</i>	70% inhibisi pertumbuhan
Aktif (menghambat diferensiasi morfologi dan fungsi dari sel)	<i>Human colonic cancer cells</i> Caco-2 (<i>human epithelial colorectal adenocarcinoma Cells</i>)	30% survival 250 µM
Aktif (menghambat ekspresi <i>thymidylate synthase</i> and <i>thymidine kinase</i>)	SW620 (<i>human colon adenocarcinoma</i>)	330 µM
Aktif (TD)	TC-118 (<i>colorectal tumor</i>) <i>Human MIA PaCa2 pancreatic tumor cells and hamster (transplanted PC-1 pancreatic adenocarcinomas)</i>	150 mg/kg dosis 60–90% inhibisi pertumbuhan 40 g/kg diet
Aktif (memengaruhi metabolisme mevalonat dan <i>lipid</i>)	HepG2 (<i>hepatocellular carcinoma human cell line</i>)	≥90% inhibisi pertumbuhan
Aktif (afinitas yang tinggi terhadap <i>HMG-CoA reductase</i>)	HepG2 (<i>hepatocellular carcinoma human cell line</i>)	TD
Aktif (afinitas yang tinggi terhadap <i>HMG-CoA reductase</i>)	Pendekatan <i>In silico approaches</i>	TD
Aktif (meningkatkan aktivitas enzim glutathione <i>S-transferase</i>)	Mukosa dari usus halus dan usus besar	TD
Aktif (menginduksi apoptosis)	<i>Hepatocarcinogenesis</i> pada tikus	25mg/100 g BB dosis
Aktif (menginduksi apoptosis; menghambat aktivasi RhoA)	<i>Hepatocarcinogenesis</i> pada tikus	25mg/100 g
Aktif (TD)	MIA PaCa2 (<i>human pancreatic tumor cells</i>) PC-1 (<i>hamster pancreatic adenocarcinoma</i>)	60–90% mortalitas 40 g/kg diet
Aktif (<i>nuclear factor erythroid 2-related factor-2 (Nrf2) activation</i>)	4NQO-induced oral <i>carcinogenesis</i> pada mencit	200mg/kg
Aktif (TD)	<i>Dual reverse virtual screening protocol</i>	TD

Keterangan: TD=tidak dijelaskan.

Sumber: Sobral, Xavier, Lima, dan de Sousa (2014)

3. Aktivitas Kardiovaskular dan Metabolisme Lipid

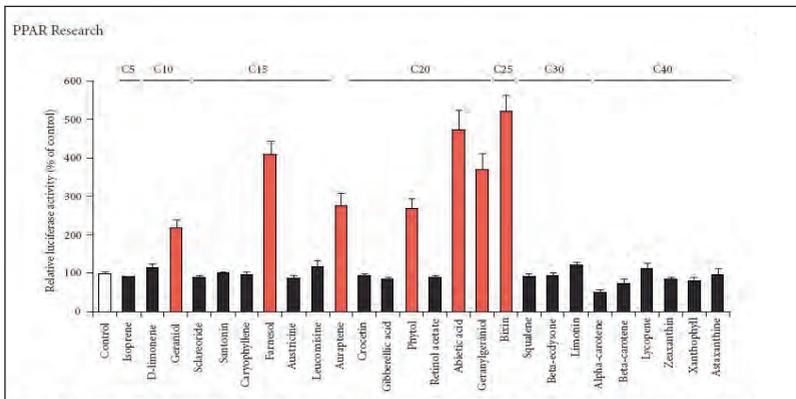
Hiperlipidemia meningkatkan faktor risiko terjadinya aterosklerosis dan penyakit kardiovaskular. Pemberian geraniol pada hewan coba *hamster* yang diberi makan diet aterogenik menunjukkan geraniol menetralkan hiperlipidemia dengan menghambat koenzim HMG CoA reduktase dan menekan lipogenesis. Hasil terbaik diperoleh pada dosis 100 mg/kg bb. Penelitian ini menggambarkan bahwa geraniol efektif dalam menurunkan risiko hiperlipidemia pada *hamster* yang diberi makan diet aterogenik. (Jayachandran, Chandrasekaran, & Namasivayan, 2015b).

Ketika sitronelol diberikan secara intravena pada tikus, terjadi hipotensi dan takikardia pada tikus dengan kondisi sadar. Berdasarkan penelitian *in vitro* mekanisme efek hipotensi ini diduga akibat efek langsung senyawa ini pada otot halus vaskular yang menyebabkan terjadinya penurunan dari resistensi vaskular perifer (Santos dkk., 2011). Pemberian sitronelol (1–20 mg/kg, intravena) pada tikus menunjukkan aktivitas hipotensif, yang tidak terpengaruh oleh pra-perlakuan dengan atropin, heksametonium, N (omega) -nitro-L-arginin metil ester hidroklorida atau indometasin walaupun respons ini masih lebih rendah dari nifedipin (kontrol obat penurun tekanan darah). Pada uji menggunakan arteri mesenterik tikus yang dibuat kontraksi dengan 10 μ M fenilefrin, pemberian sitronelol menginduksi relaksasi. Hasil ini menunjukkan bahwa sitronelol memiliki aktivitas untuk menurunkan tekanan darah dengan efek langsung pada otot polos pembuluh darah yang mengarah pada vasodilasi (Bastos dkk., 2010).

Gambar 6.2 menunjukkan bahwa geraniol pada konsentrasi 100 μ M menunjukkan aktivasi *peroxisome proliferator-activated receptors* (PPARs) 2,2 kali dibandingkan kontrol pembawa. PPAR adalah sensor lipid pangan yang mengatur keseimbangan energi sehingga asupan senyawa ini kemungkinan dapat bermanfaat untuk terapi kelainan yang berkaitan dengan lipid, seperti obesitas, diabetes, dan hiperlipidemia (Goto, Takahashi, Hirai, & Kawada, 2010).

Tikus Sprague Dawley jantan dewasa diberi makan dengan diet lemak tinggi (*high fed diet* = HFD), diberi perlakuan untuk menghirup

minyak serai wangi, R-(+)-sitronelal, dan β -sitronelol selama lima minggu. Kemudian, dilakukan pengamatan terhadap berat badan, profil lipid darah, dan fungsi hati tikus serta pada aktivitas saraf simpatis dan suhu jaringan adiposa coklat. Hasil pengamatan terhadap parameter tersebut dibandingkan tikus yang diberi makan lemak tinggi, tetapi tidak diberi perlakuan menghirup minyak serai wangi dan komponennya. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa khususnya β -sitronelol dapat menurunkan berat badan dan kandungan kolesterol darah. Penurunan berat badan disebabkan oleh menurunnya nafsu makan, tanpa perubahan yang ditandai dalam konsentrasi enzim hati (Batubara, Suparto, Sa'diah, Matsuoka, & Mitsunaga, 2015)



Keterangan: Aktivitas PPAR γ pada sel ginjal kera CV-1 dideterminasi dengan uji reporter lusiferase. Pengukuran dilakukan setelah 24 jam dengan atau tanpa 50 atau 100 M terpenoid. Nilai adalah rata-rata S.E.M dari 3–4 replikasi. Terpenoid aktif ditunjukkan dengan warna merah.

Sumber: Goto dkk. (2010)

Gambar 6.2 Efek Terpenoid terhadap Reseptor PPAR γ dan Struktur Kimia dari Terpenoid Aktif.

4. Aktivitas yang Berkaitan dengan Sistem Saraf

Pemberian sitronelal (25, 50, atau 100 mg/kg) secara intraperitoneal (ip) pada mencit jantan yang 0,5 jam sebelumnya telah diinduksi dengan berbagai agen penyebab rasa sakit, yaitu karagenan, tumor

necrosis factor- α , L-Name, dan glibenclamide menunjukkan bahwa sitronelal memiliki aktivitas antinosisseptif (penghilang rasa sakit) dengan melemahkan nosisepsi mekanik yang berkaitan dengan sistem saraf (de Santana dkk., 2013).

Penelitian untuk mengevaluasi pengaruh sitronelal terhadap sistem depresan saraf pusat dan antinosisseptif melalui model eksperimental perilaku pada mencit, terlihat bahwa setelah injeksi sitronelal secara intraperitoneal (ip) terjadi penurunan aktivitas spontan, ataksia, analgesia, dan sedasi. Dalam pentobarbital-induced hipnosis, sitronelal pada 50, 100, dan 200 mg/kg (ip) secara signifikan meningkatkan waktu tidur (88–102 menit) jika dibandingkan kontrol (43 menit). Pemberian sitronelal (100 dan 200 mg/kg, ip) secara signifikan mengurangi jumlah geliat (66,4 dan 81,9%) dalam tes geliat dan jumlah menjilat kaki selama fase 1 (47,0 dan 66,8%) dan fase 2 (71,1 dan 79,2%) dari uji formalin bila dibanding dengan kelompok kontrol hewan. Selain itu, hasil uji dengan piringan panas menunjukkan sifat analgesik sitronelal. Hasil ini menunjukkan sitronelal memiliki aktivitas antidepresan, hipnotis, dan antinosisseptif (Melo dkk., 2010).

Penelitian pemberian sitronelal (50, 100, dan 200 mg/kg, ip) terhadap hewan coba tikus jantan yang diinduksi nosisepsi orofasial dengan formalin k-, kapsaisin-, dan glutamat menunjukkan bahwa pemberian sitronelal dapat digunakan untuk perawatan dan pengobatan nyeri orofasial (Quintans-Júnior dkk., 2010).

Pada tikus yang diinduksi geliat perut dengan asam asetat, pemberian sitronelol (25, 50, dan 100 mg/kg, ip) menyebabkan berkurangnya jumlah geliat secara signifikan dibanding dengan kelompok kontrol ($P < 0,001$). Pada uji induksi menjilat dengan formalin, sitronelol secara signifikan juga menghambat, baik menjilat awal (nyeri neurogenik) maupun menjilat akhir (nyeri inflamasi) ($P < 0,001$). Aktivitas antiinflamasi dari sitronelol juga ditunjukkan pada uji tikus yang diinduksi radang pada adanya dengan karagenan, pra perlakuan dengan sitronelol menunjukkan bahwa sitronelol mampu menghambat, baik infiltrasi neutrofil maupun peningkatan tingkat *tumor necrosis factor* TNF- α

dalam eksudat radang selaput dada akibat karagenan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sitronelol efektif sebagai senyawa analgesik dalam berbagai model nyeri dan juga memiliki aktivitas antiinflamasi (Brito dkk., 2012). Sitronelol juga telah dibuktikan memiliki efek nosisepsi pada tikus dengan melemahkan nyeri otot orofasial melalui aktivasi daerah *central nervous system* (CNS), terutama *retrosplenial cortex* dan *periaqueductal grey areas* (Brito dkk., 2013).

Penyakit Parkinson (PD) adalah gangguan gerakan melumpuhkan yang umum karena berkurangnya dopamin secara progresif di wilayah nigrostriatal. Penelitian yang menggunakan hewan coba mencit dan diinduksi menjadi PD dengan neurotoksin 1-metil-4-fenil-1, 2, 3, 6-tetrahidropiridin (MPTP) menunjukkan bahwa pemberian pra perlakuan geraniol pada mencit MPTP secara signifikan meningkatkan fungsi motorik dan memperbaiki keseimbangan antioksidan striatal. Selain itu, geraniol melemahkan ekspresi penanda apoptosis terbukti dari normalisasi rasio Bcl-2/Bax dan penurunan ekspresi sitokrom-C dan kaspase-9 di substansia nigra dan striatum dari mencit MPTP. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa geraniol berpotensi sebagai terapi dalam memperlambat atau mencegah perkembangan PD dan gangguan neurodegeneratif lainnya (Rekha & Selvakumar, 2014).

Di masa lalu, beberapa *phytoconstituents* sedang dieksplorasi untuk potensi efek *neuromodulatory* dalam penyakit saraf. Paparan berulang akrilamida (ACR) menyebabkan berbagai derajat kerusakan saraf pada hewan percobaan dan manusia. Penelitian ini mengkaji khasiat geraniol (GE, sebuah monoterpena alami), untuk mengurangi akrilamida (ACR), diinduksi stres oksidatif, disfungsi mitokondria, dan neurotoksisitas dalam model tikus dan dibandingkan kemanjurannya dengan kurkumin (CU, bumbu prinsip aktif dengan beberapa aktivitas biologis) (Prasad & Muralidhara, 2014a). Pemberian akrilamida (50 mg/kg bb, ip sebanyak 3 kali/minggu) selama 4 minggu pada tikus menyebabkan terjadinya gejala khas neuropati. ACR tikus diberikan suplemen oral harian *phytoconstituents* (GE: 100mg/kg bb/d; CU: 50 mg/kg bb/d, 4 minggu) menunjukkan perbaikan peningkatan yang nyata dalam tes perilaku

ditunjukkan oleh tikus akrilamid yang diberi suplemen geraniol (100 mg/kg bb) dan kurkumin (50 mg/kg bb) (Prasad & Muralidhara, 2014a). Kedua senyawa tersebut secara nyata melemahkan stres oksidatif akibat induksi akrilamida yang ditunjukkan dengan berkurangnya spesies oksigen reaktif malondialdehid dan oksida nitrat dan dipulihkannya tingkat glutation. Hasil ini menunjukkan bahwa geraniol memiliki aktivitas yang sebanding dengan kurkumin yang dapat dimanfaatkan untuk terapi pengobatan kondisi neuropati (Prasad & Muralidhara, 2014a). Hasil yang serupa juga ditunjukkan pada uji dengan menggunakan hewan model *Drosophila* (Prasad & Muralidhara, 2014b). Sementara itu, pada model tikus yang diinduksi menjadi diabetes dengan streptosotosin ditunjukkan bahwa pemberian suplemen geraniol berpotensi menjadi kandidat terapi yang menjanjikan dalam pengelolaan neuropati akibat diabetes pada manusia. Pemahaman terhadap mekanisme molekuler efek neuromodulator geraniol adalah penting untuk mengeksplorasi khasiat terapeutiknya (Prasad & Muralidhara, 2014c).

Pemberian sitronelol secara signifikan mengurangi jumlah hewan kejang yang disebabkan oleh pentilnetetrazol dan menghilangkan refleksi ekstensor maksimal pada uji kejang yang diinduksi oleh kejutan listrik sekitar 80% lebih besar dari hewan percobaan. Selain itu, pemberian sitronelol menunjukkan perlindungan pada uji pentilnetetrazol dan pikrotoksin. Hasil ini menunjukkan potensi sitronelol sebagai anti kejang (antikonvulsan) (de Sousa dkk., 2006).

Efek minyak serai wangi yang dihirup oleh dua puluh relawan sehat pada keadaan emosional dan parameter fisiologis pada sistem saraf menunjukkan bahwa hirupan minyak serai wangi menyebabkan penurunan tekanan darah, denyut jantung, dan laju pernapasan. Secara subjektif relawan juga merasakan suasana hati yang lebih baik dan lebih segar. Selain itu, juga terjadi peningkatan kekuatan aktivitas otak alfa dan beta. Hasil ini mengonfirmasi aktivitas minyak serai wangi sebagai penenang melalui efek stimulasi harmonisasi dan efek relaksasi (Sayowan dkk., 2012).

5. Anti-inflamasi

Pada uji *in vitro* dengan kultur monosit manusia yang diinkubasi dengan geraniol selama 18 jam, menunjukkan efek antiinflamasi dengan meningkatkan produksi IL-10 (Murbach dkk., 2014). Penelitian menggunakan ileum tikus menunjukkan bahwa sitronelol dan geraniol memiliki aktivitas antiinflamasi melalui penekanan produksi oksida nitrat dan prostaglandin E sehingga kedua senyawa ini menunjukkan potensi terapi untuk gangguan peradangan terkait (Su, Chao, Lee, Ou, & Tsai, 2010).

6. Terapi Gangguan Pencernaan

Pada model tikus dengan ulkus diinduksi etanol, pemberian oral geraniol menyebabkan penurunan lesi lambung secara signifikan dengan penghambatan sebesar 70% (7,50 mg/kg) sampai 99% (200 mg/kg) (de Carvalho dkk., 2014). Analisis jaringan lambung tikus yang diberi geraniol (7,50 mg/kg) menunjukkan bahwa pada mukosa lambung jumlah tingkat kandungan glutathione (GSH) meningkat dan tingkat *myeloperoxidase* (MPO) menurun. Pengobatan oral dengan geraniol secara signifikan menurunkan jumlah lesi ulseratif yang disebabkan oleh cedera iskemia/reperfusi sebesar 71% dan ulkus duodenum yang disebabkan oleh *cysteamine* sebesar 68%. Peran geraniol mengaktivasi faktor mukosa pelindung defensif, seperti jalur oksida nitrat (NO) jalur, prostaglandin endogen, peningkatan produksi lendir, meningkatkan senyawa sulfhidril, sifat antioksidan, dan stimulasi kalsitonin peptidagen yang terkait (CGRP) melepaskan melalui aktivasi reseptor *transient potensial vanilloid* (TRPV). Mekanisme gastroprotektif multifaset geraniol merupakan pilihan yang menjanjikan untuk pengobatan lambung dan duodenum cedera mukosa (de Carvalho dkk., 2014).

Konsentrasi geraniol ($IC_{50} = 1,7 \pm 0,15$ mg/ml) dan sitronelol ($IC_{50} = 2,9 \pm 0,3$ mg/ml untuk KCl) menunjukkan efek penghambatan kontraksi ileum tikus (Sadraei, Asghari, & Emami, 2013).

7. Antioksidan dan Pencegah Stres Oksidatif

Pada Tabel 6.6 dapat dilihat hasil uji aktivitas antioksidan *in vitro* dari sitral, sitronelol, dan geraniol dibanding dengan *butylated hydroxytoluene* (BHT). Hasil tersebut memperlihatkan sitronelol dan geraniol menunjukkan aktivitas antioksidan yang cukup baik walaupun masih agak lebih rendah daripada BHT (Mileva dkk., 2014).

Tabel 6.6 Aktivitas Antioksidan Sitral, Sitronelol, dan Geraniol

Senyawa	Aktivitas Antioksidan	
	DPPH IC ₅₀ (µg/mL)	TBARS AOA (%)
Sitral	63,00±4,27	98,01±4,27
Sitronelol	6,30±0,27	32,41±1,27
Geraniol	9,45±0,34	31,13±1,34
BHT	2,50±0,14	34,00±2,11

Keterangan:

BHT digunakan sebagai kontrol positif senyawa yang bersifat antioksidan.

IC₅₀ DPPH (2,2-Difenil-1-Pikril Hidrazil) adalah konsentrasi senyawa untuk memberikan kemampuan menangkap 50% radikal bebas DPPH.

AOA (Antioxidant Activity) (%) adalah rasio TBARS (Tiobarbituric Acid Reactive Substance), yaitu senyawa radikal yang terbentuk pada liposome telur dengan adanya senyawa uji dibanding dengan yang terbentuk tanpa adanya senyawa uji.

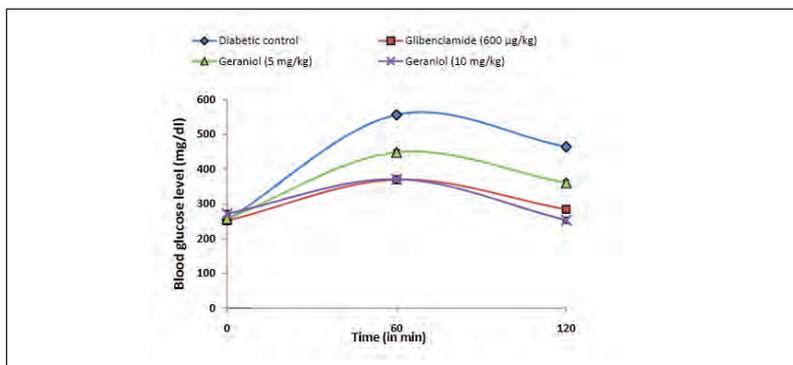
Sumber: Mileva dkk. (2014)

Studi praklinis dan klinis menyarankan penggunaan antioksidan sebagai langkah efektif untuk mengurangi perkembangan gangguan stres-oksidatif. Penelitian praklinis menggunakan *hamster* Suriah jantan yang diberi diet aterogenik (AD) menunjukkan bahwa pemberian geraniol mencegah perubahan yang disebabkan oleh pakan aterogenik, seperti profil lipid, fungsi penanda endotel aktivitas enzim antioksidan dan peroksidasi lipid penanda penghambatan peroksidasi lipid (PUT), ekspresi Nrf2, dan perubahan signifikan dalam histologi organ. Disimpulkan bahwa pemberian geraniol dapat mencegah perubahan yang disebabkan oleh diet aterogenik pada semua parameter uji tersebut di atas sehingga dapat memberi perlindungan terhadap kelainan yang dapat terjadi akibat induksi diet aterogenik (Jayachandran dkk., 2015a).

Efek dari menghirup minyak serai wangi (*Cymbopogon martinii*) dan geraniol pada tikus Wistar dievaluasi dengan memonitor parameter biokimia dan stres oksidatif hati. Tikus Wistar dibagi menjadi tiga kelompok (n=8) perlakuan. G1 adalah kelompok kontrol, perlakuan dengan larutan garam; G2 menerima geraniol; dan G3 menerima minyak serai wangi yang terhirup selama 30 hari. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya kegiatan SGPT dan hidroperoksida lipid yang lebih tinggi terjadi di kelompok G2 dibandingkan G3. Katalase dan aktivitas superoksida dismutase lebih tinggi pada G3. Stres oksidatif yang disebabkan oleh geraniol mungkin telah memicu toksisitas di hati yang terlihat dengan adanya peningkatan serum kreatinin dan SGPT. Oleh karena itu, minyak serai wangi lebih menguntungkan pada stres oksidatif karena dapat mencegah toksisitas di dalam hati. Ini membuktikan kemungkinan terjadi interaksi antara geraniol dan senyawa kimia lainnya yang terdapat pada minyak serai (Andrade dkk., 2014).

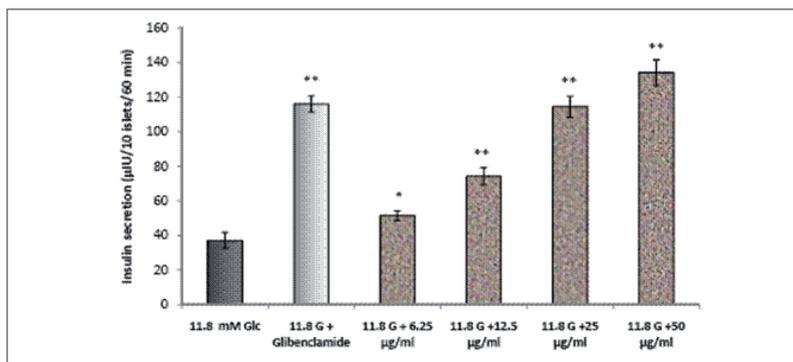
8. Antidiabetes

Pada pengujian *oral glucose toleran test* (OGTT) pada tikus, geraniol menunjukkan aktivitas antihiperqlikemik yang tergantung pada dosis. Pada konsentrasi 5 mg/kg, geraniol menunjukkan efek penurun glukosa darah yang moderat dibandingkan kontrol glibenklamid, sedangkan pada konsentrasi 10 mg/kg, geraniol menunjukkan aktivitas antihiperqlikemik sangat baik yang setara dengan glibeklamid (Gambar 6.2). Uji *in vitro* memperlihatkan bahwa geraniol menunjukkan efek terhadap sekresi insulin yang bergantung pada dosis (Gambar 6.3). Hasil uji *in vitro* dan *in vivo* tersebut menunjukkan bahwa geraniol yang terkandung pada minyak serai wangi berpotensi untuk digunakan pada terapi diabetes.



Sumber: http://shodhganga.inflibnet.ac.in:8080/jspui/bitstream/10603/25464/1/11_chapter_05.pdf

Gambar 6.3 Efek antihiperlikemik geraniol pada uji OGTT menggunakan hewan coba tikus.



Keterangan: hasil adalah *mean* ± SD; n=6; * $p < 0,05$ dan ** $p < 0,005$ signifikan dari 11,8 mM kontrol glukosa.

Sumber: http://shodhganga.inflibnet.ac.in:8080/jspui/bitstream/10603/25464/1/11_chapter_05.pdf

Gambar 6.4 Efek Geraniol terhadap Sekresi Insulin yang Bergantung Dosis (6,25–50 µg/ml Geraniol) pada Uji *In Vitro*

9. Alergen Kulit

Geraniol dan sitronelol umum digunakan sebagai komponen aroma dalam produk konsumen. Kedua senyawa ini di Uni Eropa terdaftar

sebagai aroma yang diduga menyebabkan alergen sehingga diatur bahwa harus tercantum pada label bila digunakan dalam produk kosmetik dan produk konsumen lainnya. Potensi terjadinya alergi tersebut ditentukan terutama oleh efek pada kulit setelah bahan-bahan ini menembus dan menimbulkan respons imun. Beberapa data menunjukkan kemampuan penetrasi atau efek kedua senyawa ini pada penyerapan percutan (Gilpin, Hui, & Maibach, 2010). Setelah 24 jam, geraniol dan sitronelol memiliki tingkat penyerapan kulit yang relatif rendah; $3,8\% \pm 2,1\%$ dari 2% sitronelol, $4,7\% \pm 1,9\%$ dari 5% sitronelol, $3,5\% \pm 1,9\%$ dari 2% geraniol, dan $7,3\% \pm 1,1\%$ dari 5%. Reseptor tempat pengumpulan cairan dari waktu ke waktu menunjukkan peningkatan linier dalam jumlah sitronelol dan geraniol yang menembus kulit meskipun nilai penyerapan keseluruhan yang cukup kecil (Gilpin dkk., 2010). Hasil uji *in vitro* ini menunjukkan bahwa geraniol dan sitronelol memiliki potensi rendah untuk penetrasi kulit yang mengimplikasi kemampuan mereka untuk menginduksi alergenitas sehingga perlu penelitian lebih lanjut dengan uji *in vivo* untuk lebih dapat memprediksi profil toksikologi kedua senyawa ini (Gilpin dkk., 2010).

B. SINTESIS TURUNAN MINYAK SERAI WANGI SEBAGAI BAHAN BAKU OBAT

Minyak serai wangi dan komponennya mempunyai berbagai aktivitas, seperti antikanker, antibakteri, antidiabetes, dan kardiovaskuler (Mishra, 2014). Geraniol merupakan suatu alkohol siklik monoterpen yang dapat ditemukan dalam minyak serai dan mempunyai aktivitas secara *in vitro* dan *in vivo* sebagai antitumor terhadap sel murin leukemia, hepatoma, dan melanoma, juga terhadap tumor (kanker) termasuk *colon*, *pancreatic*, *hepatic*, dan *prostate cancer*. Mekanisme sebagai antikanker belum diketahui secara jelas namun diduga melibatkan metabolisme mevalonat dengan menghambat aktivitas enzim *HMG-CoA reductase* (Mishra, 2014).

Ada beberapa cara mekanisme penghambatan pertumbuhan sel kanker, baik secara *in vitro* maupun *in vivo*. Mevalonat diperkirakan

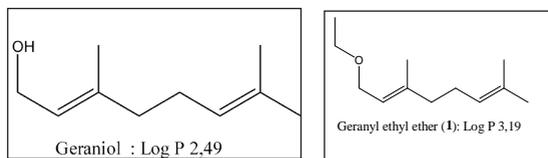
mampu menghambat pertumbuhan melalui interaksi dengan gen/DNA atau protein suatu reseptor. Geraniol berpotensi mampu menginduksi proses apoptosis melalui modulasi ekspresi dari keluarga B cell CLL/lymphoma 2 (BCL2) dan *via* upregulation protein BAX pada tingkat ekspresi (Christodoulou, Kontos, Halabalaki, Skaltsounis, & Scorilas, 2014).

Dengan demikian, komponen minyak serai wangi mempunyai potensi sebagai sumber bahan baku obat, mengingat selama ini 95% bahan baku obat masih diimpor. Setelah diketemukan senyawa aktif, dilakukan optimasi aktivitas melalui prediksi turunan senyawa aktif secara komputasi dan atau melalui sintesis turunannya (Hanafi, 2012). Kendala utama penemuan obat selain efikasi dan keamanan adalah antara adsorpsi, distribusi, metabolisme, dan ekskresi (ADME). Oleh karena itu, umum dilakukan modifikasi sintesis turunannya dengan memperhatikan parameter kelarutan, antara lain nilai Log P-nya optimal 3, berat molekul < 500 (Lipinski, Lombardo, Dominy, & Feeney, 1997).

1. Turunan Sitronelol dan Geraniol Sebagai Antikanker

a. Geraniol Etil Eter

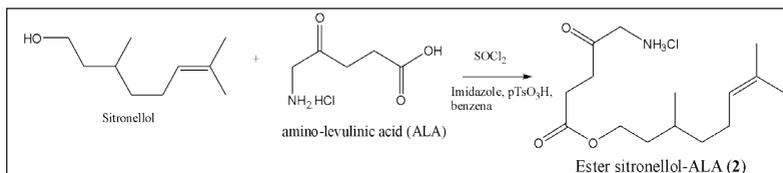
Reseptor tirosin kinase mempunyai peran penting dalam berbagai jalur fisiologis, adanya mutasi (anomali) menyebabkan terjadinya kanker. Hasil prediksi turunan geraniol sebagai geraniol etil eter (**1**) secara *in silico*, interaksi molekuler terhadap tirosin kinase dan ligan, seperti geraniol etil eter, nerol, dan 8-hidroksi geraniol menunjukkan adanya minimum energi interaksi yang cukup efektif (Mishra, 2014). Hasil uji menunjukkan bahwa senyawa **1** mempunyai energi minimum $G_b - 4,69$ kcal/mol dan konstanta inhibisi 364,7. Senyawa **1** meskipun kurang aktif jika dibandingkan o-Aminoazotoluene -6.02, toksisitasnya rendah sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai obat (Mishra, 2014). Dugaan ini didukung dengan peningkatan nilai lipositas Log P 3,19 (Gambar 6.5) sehingga mampu menembus dinding membran sel. Hal ini sesuai dengan aturan Lipinski dengan nilai optimum 3.



Gambar 6.5 Struktur Geraniol, Geranyl eter, dan Nilai Log P

b. Ester β -sitronelol-ALA (2)

Pengujian telah dilakukan terhadap sintesis turunan sitronelol, yaitu β -sitronelol-ALA (2), oleh Otera dan Nishikido (2003) dengan mereaksikan dengan asam 5-amino Levulinat (ALA), diaktivasi menggunakan tionil klorida (SOCl_2), imidazole, para toluensulfonat (pTsOH), direfluks dalam benzene atau toluene (Gambar 6.6). Senyawa (2) telah diuji aktivitas dalam pengobatan tumor secara *photodynamic therapy* (PDT) dan mampu meningkatkan aktivitasnya secara signifikan dalam mematikan *solid skin tumor*, jika dengan membandingkan turunan lainnya, seperti ALA, Me-ALA (ester metal ALA).



Sumber: Otera dan Nishikido (2010)

Gambar 6.6 Reaksi Pembentukan Ester β -Sitronelol-ALA (2)

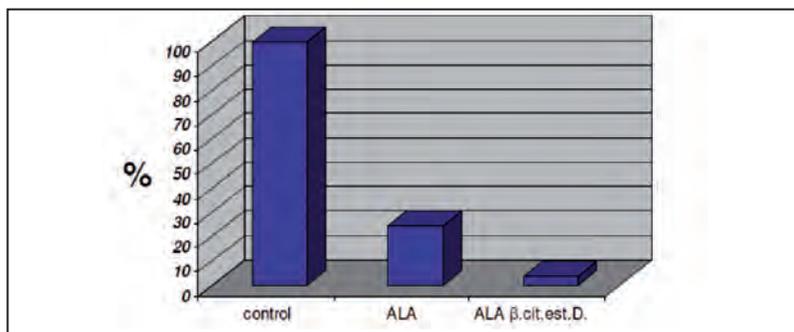
Hasil uji praklinik efektivitas antikanker dengan metode potodinamik terapi (PDT) dari ester β -sironellol-ALA (2) dengan dosis 50 mg/kg bb tikus, mampu menunjukkan penurunan volume tumor menjadi 0,30 ml. Apabila dibanding dengan kontrol 10 kali lebih kecil dari kontrol (Tabel 6.7 dan Gambar 6.7) (Otera & Nishikido, 2010).

Tabel 6.7 Hasil Pengamatan Volume Tumor terhadap Pemberian ALA, β -Sitronelol, dan Ester β -Sitronelol-ALA dan Campurannya pada Dosis 50 mg/kg

Kelompok (n = Jumlah hewan = 5)	Ekspresi volume tumor (ml) \pm SD
Kontrol (n = 5)	4,56 \pm 0,37
ALA (n = 5)	2 \pm 0,35*
β -Sitronelol (n = 5)	3,06 \pm 0,26*
Turunan ester ALA β -citronelol (n = 10)	0,30 \pm 0,26*
Ester Me-ALA (n = 5)	1,12 \pm 0,16*
Campuran ALA+Me-ALA (masing-masing 25 mg/kg) (n = 5)	1,76 \pm 0,25*
ALA + β -sitronelol (masing-masing 25 mg/kg) (n = 5)	2,42 \pm 0,29*

Ket.: *Signifikan $P < 0.05$ untuk efek terhadap grup dengan perlakuan versus grup kontrol

Sumber: Otera dan Nishikido (2010)

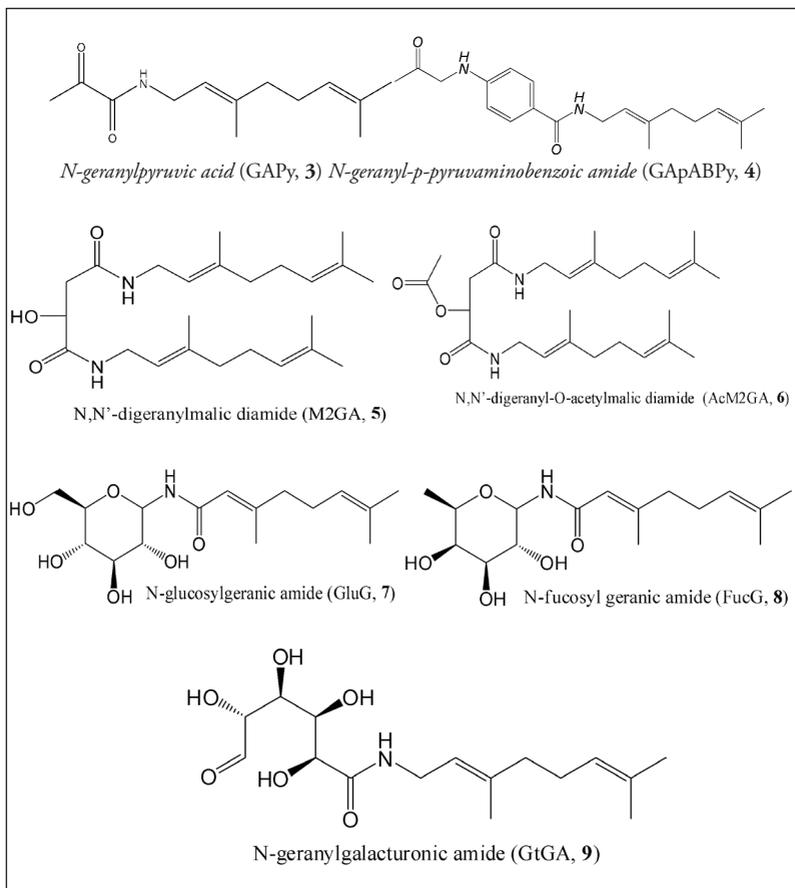


Sumber: Otera dan Nishikido (2010)

Gambar 6.7 Persentase Penurunan Volume Tumor

c. Turunan Geranil Amida

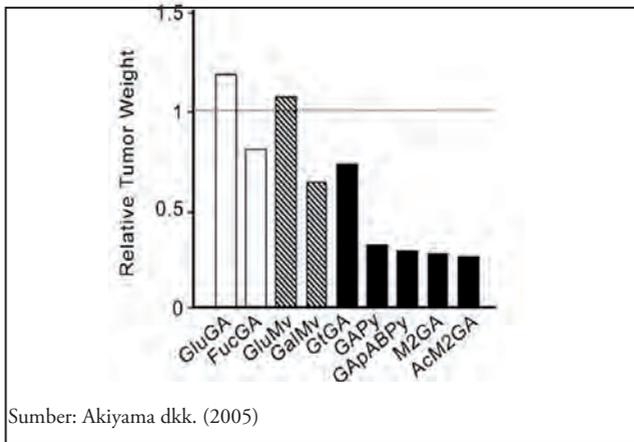
Turunan geranil amida, yaitu senyawa (3-9) (Gambar 6.8) dapat dihasilkan dari asam geranilamina dan asam karboksilat (asam malat) dengan bantuan katalis *N, N*-dimethylaminopyridine (DMAP) dan aktivator disikloheksilkarbodiimida (DCC) dalam pelarut bebas air (Akiyama dkk., 2005).



Sumber: Akiyama dkk. (2005)

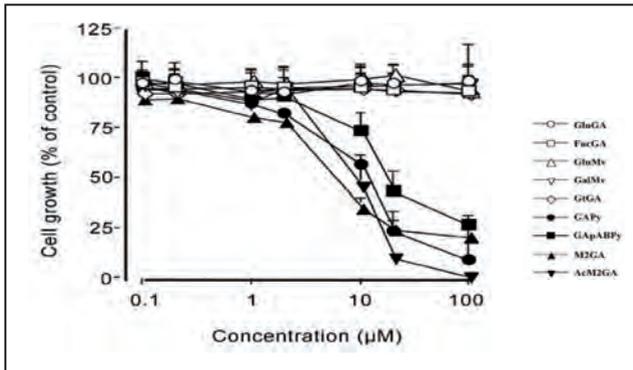
Gambar 6.8 Turunan Geranyl Amida

Senyawa turunan geranyl amida (Gambar 6.8) memperlihatkan aktivitasnya, terutama senyawa GAPy (**3**), GAPABPy (**4**), M2GA (**5**), dan AcM2GA (**6**) yang mampu menurunkan berat tumor (Gambar 6.9). Selain itu, mampu menghambat pertumbuhan sel kanker hingga <25% (Gambar 6.10).



Sumber: Akiyama dkk. (2005)

Gambar 6.9 Efek Turunan Gliserol Amina terhadap Penurunan Berat Bagian Tumor pada Tikus



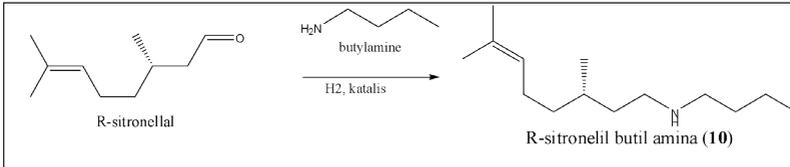
Sumber: Akiyama dkk. (2005)

Gambar 6.10 Sitotoksik dari Turunan Geranyl Amina terhadap Sel Kanker *Human Hepatoma* HLF

d. Sitronelil Amina

Senyawa potensial antikanker lainnya adalah turunan sitronel menjadi sitronelil butil amina (**10**), disintesis dari R-sitronelal dan butil amina melalui proses aminasi reduksi dengan H_2 /katalis (Gambar 6.11) (Stone dkk., 2005). Hasil uji terhadap sel kanker payudara MCF-7 menunjukkan

aktivitas minyak serai dapur lebih baik dibandingkan minyak serai wangi, tetapi kurang selektif terhadap sel vero. Turunan senyawa **10** jauh lebih sitotoksik terhadap sel kanker MCF-7 (Gambar 6.12), tetapi juga kurang selektif terhadap sel vero dengan indeks selektivitas 1,6 (Tabel 6.8) (Stone dkk., 2005)



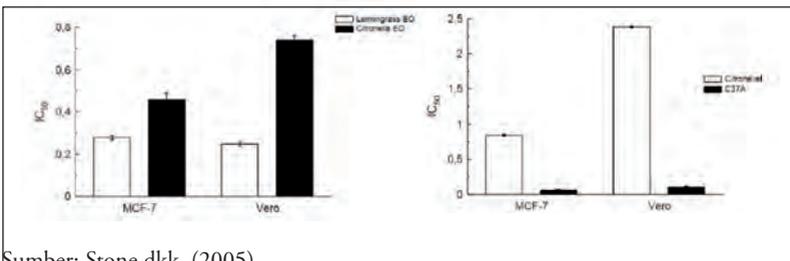
Sumber: Stone dkk. (2005)

Gambar 6.11 Sintesis R-Sitronelil Butil Amina (**10**)

Tabel 6.8 Indek Selektivitas (IS) Minyak Lemongrass, Minyak Sitronela, Sitronelal, dan Sitronelil Butil Amina (**10**) antara Sel Bukan Tumor (Vero) dan Sel Kanker (MCF-7)

Produk	Indek Selektif (IS)
Minyak Lemongrass	0,9
Minyak Sitronela	1,6
Sitronelal	25,8
Sitronelil butyl amina (10)	1,6

Sumber: Stone dkk. (2005)

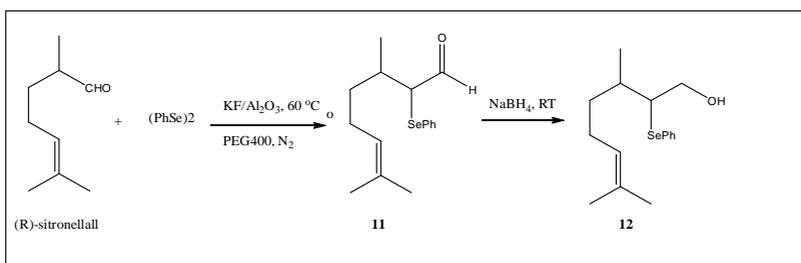


Sumber: Stone dkk. (2005)

Gambar 6.12 Nilai IC₅₀ Minyak Lemongrass, Minyak Sitronela, Sitronelal, dan Sitronelil Butil Amina (C37A = senyawa **10**)

2. Senyawa α -phenilseleno Sitronelal (**11**) dan α -phenilseleno Sitronelol (**12**) Sebagai Antibakteri (Victoria dkk., 2012)

Sitronelal dapat disintesis menjadi turunannya, yaitu α -phenylseleno citronellal (**11**) dan α -phenylseleno citronellol (**12**). Senyawa **11** dibuat dengan mereaksikan antara sitronelal dan diphenyldiselenide (PhSe)₂ dengan adanya katalis KF/Al₂O₃ dan surfaktan PEG-400 pada suhu 60°C dalam kondisi atmosfer gas N₂ dan hasil tersebut bila direaksikan dengan NaBH₄ dalam etanol menjadi senyawa **12** (Gambar 6.13) (Victoria dkk., 2012).



Sumber: Victoria dkk. (2012)

Gambar 6.13 Sintesis Senyawa **11** dan **12** dari Sitronelal

Tabel 6.9 Nilai Konsentrasi Inhibisi Minimum (KHM, mM) dari Senyawa **11**, **12**, R-Sitronelal dan R-Sitronelol

Senyawa	Nilai KHM (mM)		
	<i>L. monocytogenes</i> (5.10 ⁵ UFC/ml)	<i>S. aureus</i> (5.10 ⁵ UFC/ml)	<i>S. typhium</i> (5.10 ⁵ UFC/ml)
R-Sitronelal	2	4	8
R-Sitronelol	8	1	1
11	0,12	0,5	0,03
12	>8	>8	8

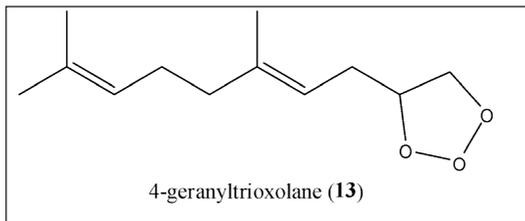
Sumber: Victoria dkk. (2012)

Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa senyawa **11** mempunyai potensi sebagai antibakteri terhadap *L. monocytogenes*, *S. aureus*, dan *S. typhium* dan jauh lebih aktif bila dibandingkan senyawa awalnya,

baik sitronelal, sitronelol, maupun senyawa **12** (Gambar 6.13). Hal ini menunjukkan bahwa adanya gugus -PheSe dan -CHO berperan penting dalam menghambat pertumbuhan bakteri tersebut.

3. Geraniltrioksolan

Turunan geraniol, yaitu geraniol trioksolan (**13**) (Koech, 2008), dapat disintesis dengan melakukan alkilasi trioksolan dengan geraniol dan diformulasi menggunakan squalan sebagai eksipien (Gambar 6.14). Senyawa **13** ini telah digunakan sebagai obat di Kenya, Afrika, yaitu sebagai obat anti-HIV/AIDS (*Alphamir*) dan rematoid artritis (*Arthromir*) yang diproduksi oleh Kenya Medical Research Institute (KEMRI). Bahan aktif tersebut juga mempunyai beberapa aktivitas lainnya, yaitu sebagai imunomodulator, anti-*inflammatory*, dan antimikrob. Status obat tersebut masih dalam kajian uji klinis.

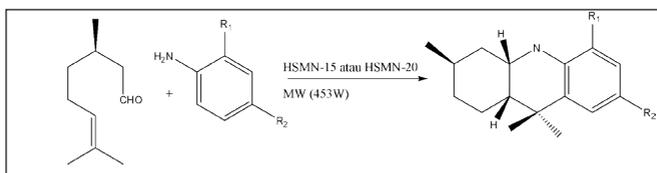


Sumber: Koech (2008)

Gambar 6.14 Struktur Molekul 4-Geraniltrioksolan (**13**)

4. Oktahidroakridin sebagai Inhibitor Sekresi Asam Gastrat

Melalui satu tahap reaksi menggunakan metodereaksi hetero-Diels-Alder antara (*R*)-sitronelal dan turunan amina dalam kondisi bebas pelarut dengan bantuan katalis asam SiO₂-zeolite (MSN zeolite) dapat dihasilkan campuran isomer Oktahidroakridin (**14**;**15**) (Lenardão dkk. 2003) (Gambar 6.15.) dengan *yield* rata-rata cukup baik (Tabel 6.10). Senyawa tersebut mempunyai aktivitas dalam menghambat sekresi asam gastrat.



Ket.: Turunan Oktahidroakridin (**14**, **15**)

Sumber: Lenardão dkk. (2003)

Gambar 6.15 Sintesis Turunan Sitronelil Anilin **14** dan **15**

Tabel 6.10 Sintesis Oktahidroakridin Bebas Pelarut dengan Katalis Zeolite

Reaksi	R ₁	R ₂	Katalis	Waktu (menit)	Yield (%) ^b
A	H	H	HSMN-15	8	60
			HSMN-20	9	62
B	H	CH ₃	HSMN-15	7	48
			HSMN-20	8	58
C	CH ₃	H	HSMN-15	7	46
			HSMN-20	10	30
D	H	Cl	HSMN-15	7	68
			HSMN-20	8	80

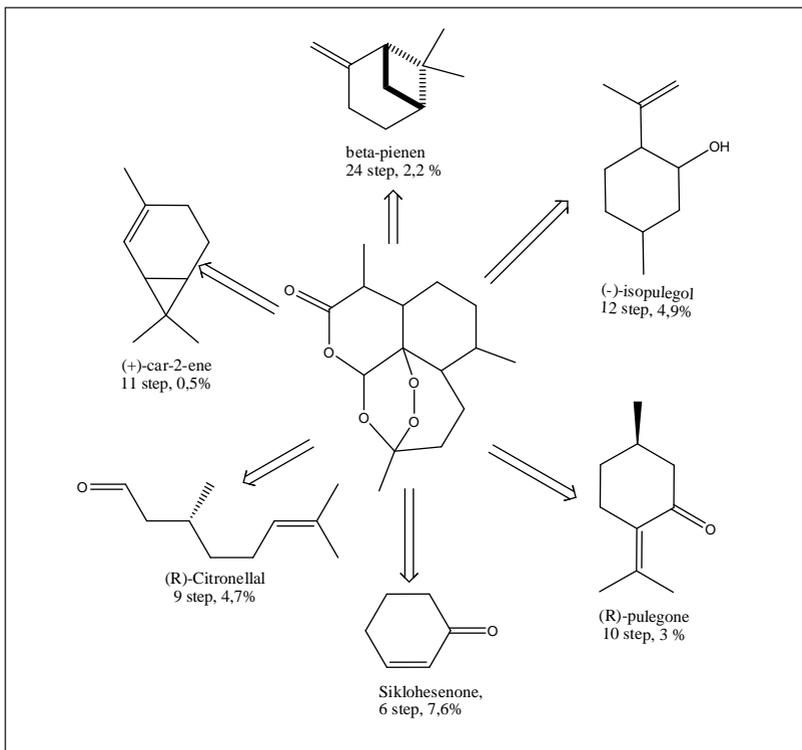
Ket.: ^aTenaga dari MW oven dikalibrasi pada 453W

^bSetelah permunian dengan kromatografi kolom

Sumber: Lenardão dkk. (2003)

5. Sintesis Artemisinin (**16**) dari Sitronelal dan Isopulegol sebagai Antimalaria dan Antikanker

Senyawa artemisinin mempunyai potensi, baik sebagai antimalaria maupun antikanker (Crespo-Ortiz & Weim, 2012). Selama ini artemisinin dihasilkan dari isolasi tanaman *Artemisia annua* dan merupakan komponen minor pada tanaman tersebut, kadarnya masih rendah, 0,5–1,5%, sehingga isolasinya masih sulit dan mahal. Komponen utama minyak serai R-sitronelal, isopulegol, dan pulegon dapat digunakan sebagai bahan baku sintesis artemisinin melalui beberapa tahap reaksi (Gambar 6.16).

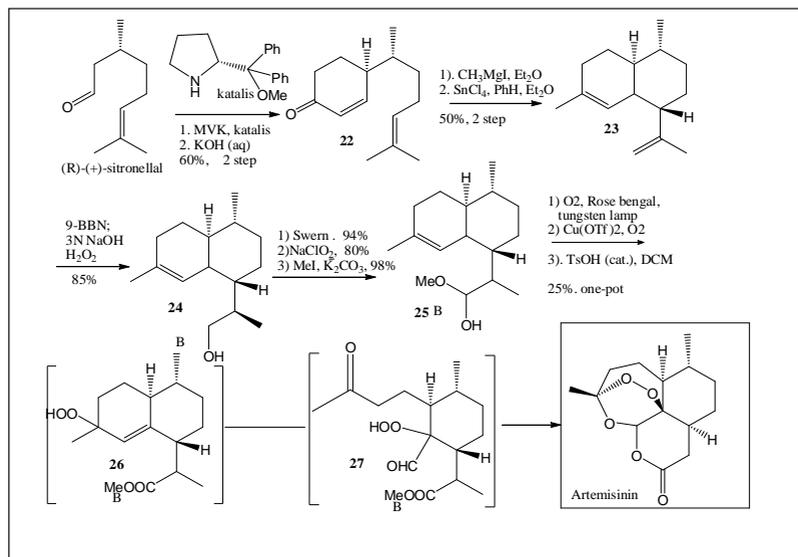


Sumber: Crespo-Ortiz dan Weim (2012)

Gambar 6.16 Senyawa Terpenoid sebagai Bahan Pembuatan Artemisinin (16)

Sitronelal yang direaksikan dengan vinilmetilketon (MVK) dengan katalis *3-(methoxydiphenylmethyl)pyrrolidine* menghasilkan *4-(6-methylhept-5-en-2-yl)cyclohex-2-enone* (**22**). Senyawa **22** dimetilasi menggunakan reagen Grignard metil magnesium iodida (CH_3MgI) dalam eter dilanjutkan dengan siklisasi dengan SnCl_4 dalam benzena-eter menghasilkan senyawa **23**. Gugus vinilnya diepoksidasi dengan H_2O_2 , dan hidrolisis dengan basa larutan NaOH 3N dalam 9-BBN menghasilkan gugus $-\text{CH}_2\text{OH}$ (**24**) (Crispo-Ortiz & Weim, 2012). Oksidasi Swern dan NaClO_2 diikuti metilasi dengan $\text{MeI-K}_2\text{CO}_3$ menghasilkan gugus metil ester (**25**). Melalui reaksi dihidroksilasi

dioksidasi dan metilasi dengan $\text{MeI}/\text{K}_2\text{CO}_3$ menghasilkan senyawa **26**. Peroksidasi dengan singlet oksigen-rose bengal dalam pencahayaan lampu tungsten dan seterusnya menghasilkan senyawa **27** yang kemudian menjadi artemisinin (Gambar 6.17).

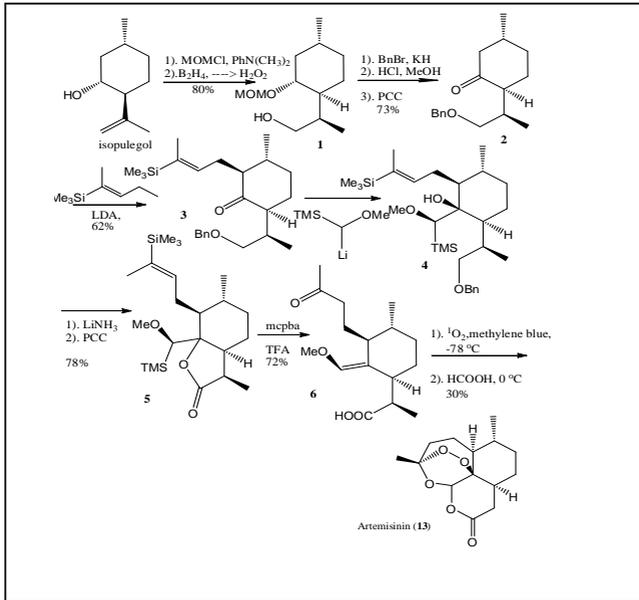


Sumber: Yadav, Thirupathiah, dan Srihari (2010); Vonwiller, Warner, Mann, dan Haynes (1995)

Gambar 6.17 Sintesis Artemisinin dari (R)(+)-Sitronelal*

Artemisinin dapat pula disintesis menggunakan isopolugel dari sitronelal (Avery, Chong, & Whites, 1992). Tahap awal dilakukan proteksi gugus hidroksi pada isopulegol dengan metoksimetilen klorida (MOMCl). Setelah MOMCl dihidroborasi untuk menghasilkan senyawa alkohol (**1**), gugus hidroksi tersebut diproteksi dengan benzil bromida, gugus MOM dideproteksi, lalu dioksidasi dengan PCC menghasilkan senyawa keton (**2**) (Gambar 6.18). Senyawa **2** alkilasi menggunakan (*E*)-(4-iodobut-2-en-2-yl)trimethylsilane dengan adanya basa litium diisopropil amida (LDA) menghasilkan senyawa **3**. Selanjutnya direaksikan, deproteksi –OBn, oksidasi dengan piridinium klorokromat (PCC) menghasilkan lakton **5**. Oksidasi dengan MCPBA pada gugus

-SiMe₃ menjadi karbonil, dilanjutkan lagi dengan deproteksi -SiMe₃ dan peroksidasi dengan singlet oksigen ¹O₂ dalam metilen biru dan peroksida asam formiat (HCOOH) maka akan dihasilkan artemisinin (16).



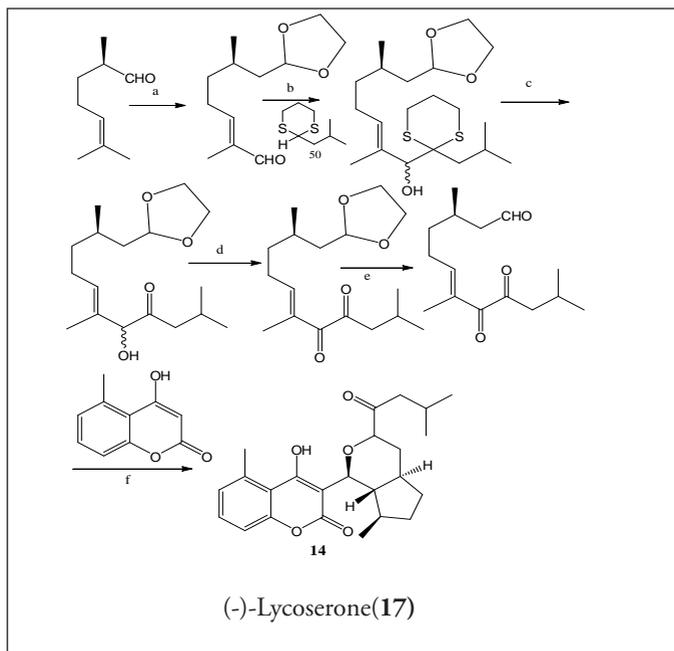
Sumber: Avery dkk. (1992)

Gambar 6.18 Reaksi Pembentukan Artemisinin (16) dari Isopulegol

6. Sintesis (-)-likoseron (17) dari Sitronelal

Senyawa (-)-likoseron (17) diisolasi dalam bentuk minyak dari sitronelal, yang telah diproteksi gugus aldehidnya dengan glikol (HOCH₂-CH₂-OH), dengan bantuan katalis p-TsOH (para-toluen sulfonat). Oksidasi dengan SeO₂ dan direaksikan dengan senyawa 2-isobutil-1,3-dithian dengan adanya basa kuat n-BuLi. Hasil ini dideproteksi gugus menghasilkan senyawa keton dan dioksidasi dengan MnO₂ menjadi turunan diketon serta diikuti dengan deproteksi gugus lainnya dengan SiO₂/CaCO₃ maka menghasilkan senyawa turunan diketon aldehid

(Lenardão dkk., 2007). Apabila dikaplingkan dengan 4-hidroksi-5-metil kumarin dengan adanya pTsOH dalam kloroform (CHCl_3) menghasilkan senyawa (-)-likoseron (**14**) (Lenardao dkk., 2007).



Ket.: Kondisi Reaksi dan Reagen: (a) (1) $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, p-TsOH, 90%; (2) SeO_2 , 44%; (b) -78°C , n-BuLi, +50; (c) HgCl_2 , CaCO_3 ; (d) MnO_2 , CH_2Cl_2 , 62%; (e) SiO_2 , CH_2Cl_2 , 96%; (f) CHCl_3 , H_2O , p-TsOH, 44%.

Sumber: Lenardão dkk. (2007)

Gambar 6.19 Reaksi Pembentukan (-)-Likoseron(**17**) dari R-Sitronellal

C. PROSPEK TURUNAN MINYAK SERAI SEBAGAI BAHAN BAKU OBAT

Minyak serai wangi dan komponen utamanya sitronelal, sitronelol, dan geraniol mempunyai berbagai aktivitas, seperti antibakteri, antioksidan, antikolesterol, antidiabetes, antivirus, dan antikanker. Beberapa turunannya pun, seperti geranil etil eter, ester sitronelol-amnino levulinat, geranil amida, sitronelil butilina, α -penilselena sitronelal, serta geranil trioxolone mempunyai aktivitas yang lebih baik sebagai anti HIV/AIDS dibandingkan minyak serai wangi dan komponennya. Di samping itu, berbagai turunannya dapat dimanfaatkan pula untuk menghasilkan artemisinin yang dikenal sebagai obat antimalaria dan antikanker.

Masih banyak prospek turunan minyak serai wangi lainnya untuk dikembangkan. Ketersediaan bahan baku pun tidak menjadi kendala. Saat ini di P2 Kimia LIPI sedang dilakukan sintesis beberapa turunan baru yang diharapkan dapat dikembangkan sebagai antikanker, antidiabetes, dan antikolesterol. Pengembangan lebih lanjut sedang dilakukan dengan mensintesis turunan sitronelal, sitronelat, sitronelol, geraniol dalam bentuk eter, ester, amina, atau pun amida lainnya, misal dengan mereaksikan homolog alkohol lainnya (butanol, pentanol, dan heksanol), asam karboksilat, seperti asam butirrat, heksanoat, heksil amina serta dengan beberapa asam amino. Mengingat banyaknya turunan yang akan dibuat maka untuk menghemat waktu dan biaya bisa diprediksi afinitasnya dari turunan tersebut terhadap reseptor secara *in silico*. Hasil sintesis turunan sitronellil kaproat mempunyai aktivitas dalam menghambat sel kanker leukemia P388 dengan IC_{50} 10,63 $\mu\text{g/mL}$, sedangkan sitronelol mempunyai IC_{50} 38.49 $\mu\text{g/mL}$ (Widiyarti, Hanafi, Kosela & Budianto, 2016).

D. KESIMPULAN

Minyak serai wangi dan komponen utamanya, seperti sitronelal, sitronelol, dan geraniol mempunyai potensi sebagai bahan baku obat, mengingat bioaktivitas dari minyak serai wangi dan komponen utamanya yang telah diteliti, seperti antibakteri, antikanker, dan kardiovaskuler.

Peningkatan gugus lipofilisitas mampu meningkatkan aktivitas antikanker cukup signifikan, baik secara *in vitro* maupun *in vivo*. Sementara itu, turunan komponen minyak serai wangi berpotensi sebagai antikanker, baik *in vitro* maupun *in vivo*, antibakteri, dan antiinflamasi.

Dengan demikian, perlu dilakukan kajian rancangan/desain turunan lainnya melalui pendekatan komputasi dengan melakukan *docking* dengan reseptornya sehingga dapat diprediksi aktivitasnya dan akan mempermudah dan mempercepat hasilnya sehingga mampu menghemat biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akiyama, K., Kumamoto, T., Wada, S., Miura, H., Nomura, M., Yokogawa K., & Miyamoto, K. I. (2005). antitumor effect of geranylamine derivatives on human hepatoma. *In vivo*, 19, 173–178.
- Andrade, B. F., Braga, C. P., Dos Santos, K. C., Barbosa, L. N., Rall, V. L. M., Sforcin, J. M., ... Fernandes, Jr. A. (2014). Effect of inhaling Cymbopogon martinii essential oil and geraniol on serum biochemistry parameters and oxidative stress in rats. *Biochem Res Int.*, 2014, Article ID 493183. Diakses pada 10 Juni 2015 dari <http://dx.doi.org/10.1155/2014/493183>.
- Antidiabetic activity of Cymbopogon citratus (DC.) Stapf. (Chapter V). (2019). Diakses pada 24 April 2019 dari http://shodhganga.inflibnet.ac.in:8080/jspui/bitstream/10603/25464/1/1111_chapter_05.pdf.
- Avery, M. A., Chong, W. K. M., & Whites, C. J. (1992). Stereoselective total synthesis of (+)-artemisinin, the antimalarial constituent of *Artemisia annua* L. *J. Am. Chem. Soc.* 1992, 114, 914–919.
- Bastos, J. F., Moreira, I. J., Ribeiro, T. P., Medeiros, I. A., Antonioli, A. R., De Sousa, D. P., & Santos, M. R. (2010). Hypotensive and A of citronellol, a monoterpene alcohol, in rats. *Basic Clin. Pharmacol. Toxicol.*, 106(4), 331–337.
- Batubara, I., Suparto, I. H., Sa'diah, S., Matsuoka, R., & Mitsunaga, T. (2015). effects of inhaled citronella oil and related compounds on rat body weight and brown adipose tissue sympathetic nerve. *Nutrients*, 7(3), 1859–1870.
- Brito, R. G., Santos, P. L., Prado, D. S., Santana, M. T., Araújo, A. A., Bonjardim, L. R., ... Quintans-Junior, L. J. (2013). Citronellol reduces orofacial nociceptive behaviour in mice – evidence of involvement of retrosplenial cortex and periaqueductal grey areas. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, 112(4), 215–221.

- Brito, R. G., Guimarães, A. G., Quintans, J. S., Santos, M. R., De Sousa, D. P., Badaue-Passos, D. Jr., ... Quintans, L. J. Jr. (2012). Citronellol, a monoterpene alcohol, reduces nociceptive and inflammatory activities in rodents. *J Nat Med*, 66(4), 637–644.
- Burdock, G. A. (2004). *Technology & engineering*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Carnesecchi, S., Schneider, Y., Ceraline, J., Duranton, B., Gosse, F., Seiler, N., & Raul, F. (2001). Geraniol, component of plant essential oils, inhibits growth and polyamine biosynthesis in human colon cancer cells. *J. Pharmacol Exp. Ther.*, 298(1), 197–200.
- Christodoulou, M. I., Kontos, C. K., Halabalaki, M., Skaltsounis, A. L., & Scorilas, A. (2014). Nature promises new anticancer agents: interplay with the apoptosis-related *BCL2* gene family. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 13, 375–399.
- Citronella oil: More than just a bug repellant. (2016, 9 Juni). Diakses dari http://articles.mercola.com/herbal-oils/citronella-oil.aspx#_ednref12.
- Crespo-Ortiz, M. P., & Weim M. Q. (2012). Antitumor activity of artemisinin and its derivatives: From a well-known antimalarial agent to a potential anticancer drug. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2012, Article ID 247597. doi: 10.1155/2012/247597
- de Carvalho, K. I., Bonamin, F., Dos Santos, R. C., Périco, L. L., Beserra, F. P., de Sousa, D. P., & Hiruma-Lima, C. A. (2014). Geraniol-A flavoring agent with multifunctional effects in protecting the gastric and duodenal mucosa. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol*, 387(4), 355–365.
- de Santana, M. T., de Oliveira, M. G., Santana, M. F., de Sousa, D. P., Santana, D. G., Camargo, E. A., ... Quintans-Junior, L.J. (2013). Citronellal, a monoterpene present in java citronella oil, attenuates mechanical nociception response in mice. *Pharm. Biol.*, 51(9), 1144–1149.
- de Sousa, D. P., Gonçalves, J. C., Quintans-Júnior, L., Cruz, J. S., Araújo, D. A., & de Almeida, R. N. (2006). Study of anticonvulsant effect of citronellol, a monoterpene alcohol, in rodents. *Neurosci Lett*, 401(3), 231–235.
- Duncan, R. E., Lau, D., El-Sohemy, A., & Archer, M. C. (2004). Geraniol and beta-ionone inhibit proliferation, cell cycle progression, and cyclin-dependent Kinase 2 activity in MCF-7 breast cancer cells independent of effects on HMG-CoA reductase activity. *Biochem Pharmacol*, 68(9), 1739–1747.

- Galle, M., Crespo, R., Kladniew, B. R., Villegas, S. M., Polo, M., & de Bravo, M. G. (2014). Suppression by geraniol of the growth of A549 human lung adenocarcinoma cells and inhibition of the mevalonate pathway in culture and in vivo: Potential use in cancer chemotherapy. *Nutr. Cancer*, *66*(5), 888–895.
- Gilpin, S., Hui, X., & Maibach, H. (2010). In vitro human skin penetration of geraniol and citronellol. *Dermatitis*, *21*(1), 41–48.
- Goto, T., Takahashi, N., Hirai, H., & Kawada, T. (2010). Various terpenoids derived from herbal and dietary plants function as ppar modulators and regulate carbohydrate and lipid metabolism. *PPAR Research*, *2010*, Article ID 483958. <http://dx.doi.org/10.1155/2010/483958>
- Hanafi, M. (2012). *Pengembangan bahan alam untuk obat baru antikanker dan antikolesterol* [Orasi pengukuhan profesor riset bidang kimia organik]. Jakarta: LIPI Press.
- Jayachandran, M., Chandrasekaran, B., & Namasivayam, N. (2015a). Geraniol attenuates oxidative stress by Nrf2 activation in diet-induced experimental atherosclerosis. *J. Basic Clin. Physiol. Pharmacol.*, *26*(4), 335–46. doi: 10.1515/jbcpp-2014-0057.
- Jayachandran, M., Chandrasekaran, B., & Namasivayam, N. (2015b). Effect of geraniol, a plant derived monoterpene on lipids and lipid metabolizing enzymes in experimental hyperlipidemic hamsters. *Mol Cell Biochem*, *1–2*, 39–53.
- Khan, A. Q., Khan, R., Qamar, W., Lateef, A., Rehman, M. U., Tahir, M., ... Sultana, S. (2013). Geraniol attenuates 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate (TPA)-induced oxidative stress and inflammation in mouse skin: Possible role of p38 MAP Kinase and NF- κ B. *Exp Mol Pathol.*, *94*(3), 419–29.
- Koehn, D. K. (2008). Clinical applications of trioxolane derivatives. *African Journal of Health Sciences*, *15*, 1.
- Lenardão, E. J., Bootselle, G. V., de Azambuja, F., Perin, G., & Jacob, R. G. (2007). Citronellal as key compound in organic synthesis. *Tetrahedron*, *63*(29), 6671–6712.
- Lenardão, E. J., Mendes, S. R., Ferreira, P. C., Perin, G., Silveira, C. C., Jacob, R. G., Bootselle, G. V. (2003). *Tetrahedron Lett*, *44*, 6809.
- Li, W. R., Shi, Q. S., Ouyang, Y. S., Chen, Y. B., & Duan, S. S. (2013). Antifungal effects of citronella oil against *Aspergillus niger* ATCC 16404. *Appl Microbiol Biotechnol*, *97*(16), 7483–92.

- Lima, I. O., de Medeiros Nóbrega, F., de Oliveira, W. A., de Oliveira Lima, E., Albuquerque Menezes, E., Afrânio Cunha, F., & de Fátima Formiga Melo Diniz, M. (2012). Anti-Candida albicans effectiveness of citral and investigation of mode of action. *Pharmaceutical biology*, 50(12), 1536–1541.
- Lipinski, C. A., Lombardo, F., Dominy, B. W., & Feeney, P. J. (1997). Experimental and computational approaches to estimate solubility and permeability in drug discovery and development settings. *Adv. Drug Deliv. Rev.*, 19(23), 3–25.
- Lis-Balchin, M. (2006). *Aromatherapy science: A guide for healthcare professionals*. London: Pharmaceutical Press.
- Lorenzi, V., Muselli, A., Bernardin, A. F., Berti, L., Pagès, J. M., Amaral, L., & Bolla, J. M. (2009). Geraniol restores antibiotic activities against multidrug-resistant isolates from gram-negative species. *antimicrob agents. Chemother*, 53(5), 2209–2211.
- Luangnarumitchai, S., Lamlerthon, S., & Tiyaboonchai, W. (2007). antimicrobial activity of essential oils against five strains of *Propionibacterium acnes*. *Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences*, 34(1–4), 60–64.
- Melo, M. S., Sena, L. C., Barreto, F. J., Bonjardim, L. R., Almeida, J. R., Lima, J. T., ... Quintans-Junior, L. J. (2010). Antinociceptive effect of citronellal in mice. *Pharm. Biol.*, 48(4), 411–416.
- Mileva, M. M., Kusovski, V. K., Krastev, D. S., Dobрева, A. M., & Galabov, A. S. (2014). Chemical composition, *in vitro* antiradical and antimicrobial activities of Bulgarian *Rosa alba* L. essential oil against some oral pathogens. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 3(7), 11–20.
- Mishra, S. (2014). *In-silico* study of geraniol analogs against egfr for validating its potency to be candidate cancer drug. *Word Journal of Pharmaceutical Research*, 3(6), 1444–1453.
- Murbach T., A., B. F., Conti, B. J., Santiago, K. B., Fernandes, Júnior A., & Sforcin, J. M. (2014). *Cymbopogon martinii* essential oil and geraniol at noncytotoxic concentrations exerted immunomodulatory/anti-inflammatory effects in human monocytes. *J Pharm Pharmacol*, 66(10), 1491–1496.
- Ong, T. P., Heidor, R., de Conti, A., Dagli, M. L., & Moreno, F. S. (2006). Farnesol and geraniol chemopreventive activities during the initial phases of hepato carcinogenesis involve similar actions on cell proliferation and DNA damage, but distinct actions on apoptosis, plasma cholesterol and HMGCoa reductase. *Carcinogenesis*, 27(6), 1194–1203.

- Orhan, İ. E., Özçelik, B., Kartal, M., & Kan, Y. (2012). Antimicrobial and antiviral effects of essential oils from selected umbelliferae and labiatae plants and individual essential oil components. *Turk J Biol*, 36, 239–246.
- Otera, J., & Nishikido, J. *Esterification*. (2010). Weinheim: Willey VCH. Verlag GmbH & Co KgaA.
- Polo, M. P., & de Bravo, M. G. (2006). Effect of geraniol on fatty-acid and mevalonat metabolism in the human hepatoma cell line Hep G2. *Biochem Cell Biol*, 84(1), 102–111.
- Polo, M. P., Crespo, R., & de Bravo, M. G. (2011). Geraniol and simvastatin show a synergistic effect on a human hepatocarcinoma cell geraniol (a monoterpene) in a diabetic line. *Cell Biochem. Funct.*, 29(6), 452–458.
- Prasad, S. N., & Muralidhara. (2014a). Mitigation of acrylamide-induced behavioral deficits, oxidative impairments and neurotoxicity by oral supplements of geraniol (a monoterpene) in a rat model. *Chem Biol Interact*, 223C, 27–37.
- Prasad, S. N., & Muralidhara. (2014b). Neuroprotective effect of geraniol and curcumin in an acrylamide model of neurotoxicity in *Drosophila melanogaster*: Relevance to neuropathy. *J. Insect Physiol*, 60, 7–16.
- Prasad, S. N., & Muralidhara. (2014c). Protective effects of geraniol (a monoterpene) in a diabetic neuropathy rat model: Attenuation of behavioral impairments and biochemical perturbations. *J Neurosci Res*, 92(9), 1205–1216.
- Quintans-Júnior, L. J., Melo, M. S., de Sousa, D. P., Araujo, A. A., Onofre, A. C., Gelain, D. P., ...Bonjardim, L. R. (2010). Antinociceptive effects of citronellal in formalin-, capsaicin-, and glutamate-induced orofacial nociception in rodents and its action on nerve excitability. *J. Orofac. Pain*, 24(3), 305–312.
- Rekha K. R., & Selvakumar, G. P. (2014). Gene expression regulation of Bcl2, Bax and cytochrome-C by geraniol on chronic MPTP/Probenecid induced C57BL/6 mice model of parkinson's disease. *Chem Biol Interact*, 25, 57–66.
- Sadraei, H., Asghari, G., & Emami, S. (2013). Inhibitory effect of rosa damascena mill flower essential oil, geraniol and citronellol on rat ileum contraction. *Res Pharm Sci*, 8(1), 17–23.
- Safety summary of citronella oil as a flavouring agent. (2004, 19 Juli). Diakses dari <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/facts-faits/citron-eng.php>
- Santos, M. R. V., Moreira, F. V., Fraga, B. P., de Sousa, D. P., Bonjardim, L. R., & Quintans-Junior, L. J. (2011). Cardiovascular effects of monoterpenes: A review. *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognos*, 21(4), 764–771.

- Sayowan, W., Siripornpanich, V., Piriyaupunyporn, T., Hongratanaworakit, T., Kotchabhakdi, N., & Ruangrungsi, N. (2012). The harmonizing effects of citronella oil on mood states and brain activities. *J Health Research*, 26(2), 69–75.
- Sobral, M. V., Xavier, A. L., Lima, T. C., & de Sousa, D. P. (2014). Antitumor activity of monoterpenes found in essential oils. *The Scientific World Journal*, 2014, Article ID 953451. Diakses pada 8 Juni 2015 dari <http://dx.doi.org/10.1155/2014/953451>
- Stone, S. C., Vasconcellos, F. A., Lenardão, E. J., do Amaral, R. C., Jacob R. G., & Leivas Leite, F. P. (2005). Evaluation of potential use of *Cymbopogon* sp. essential oils, (*R*)-Citronellal and *N*-Citronellylamine in cancer chemotherapy. *Int. J. Applied Res. in Natural Products*, 6(4), 11–15.
- Su, Y. W., Chao, S. H., Lee, M. H., Ou, T. Y., & Tsai, Y. C. (2010). Inhibitory effects of citronellol and geraniol on nitric oxide and prostaglandin e₂ production in macrophages. *Planta Med*, 76(15), 1666–1671.
- Victoria, F. N., Radatz, C. S., Sachini, M., Jacob, R. G., Alves, D., Savegnago, L., ... & Lenardão, E. J. (2012). Further analysis of the antimicrobial activity of α -phenylseleno citronellal and α -phenylseleno citronellol. *Food Control*, 23(1), 95–99.
- Vonwiller, S. C., Warner, J. A., Mann, S. T., & Haynes, R. K. (1995). Copper(II) Trifluoromethanesulfonate-induced cleavage oxygenation of allylic hydroperoxides derived from qinghao acid in the synthesis of Qinghaosu derivatives: Evidence for the intermediacy of enols. *J. Am. Chem. Soc.*, 117(45), 11098–11105.
- Wei, L. S., & Wee, W. (2013). Chemical composition and antimicrobial activity of cymbopogon nardus citronella essential oil against systemic bacteria of aquatic animals. *Iran J Microbiol*, 5(2), 147–152.
- Widiyarti, G., Hanafi, M., Kosela, S., & Budianto, E. (2016). Synthesis and cytotoxic activity of citronellyl caproate. *International Journal of Applied Chemistry*, 12(3), 209–220.
- Yadav, J. S., Thirupathaiah, B., & Srihari, P. (2010). A concise stereoselective total synthesis of (+)-artemisinin. *Tetrahedron*, 66(11), 2005–2009.
- Yadav, J. S., Thirupathaiah, B., & Srihari, P. (2010). Synthesis of a key intermediate for the total synthesis of pseudopteroxazole. *Tetrahedron*, 66, 2005–2009.



BAB VII

Manajemen Pengembangan Usaha Minyak Serai Wangi Berbasis Teknologi

Arief A.R. Setiawan, Annisa Dieni Lestari, dan Haznan Abimanyu

Tantangan dan masalah yang dihadapi oleh industri minyak serai wangi terus berubah secara dinamis mengikuti perkembangan zaman. Berbagai tantangan dan permasalahan yang dihadapi ini, antara lain mencakup permintaan pasar, kualitas produk, kualitas sumber daya manusia, ketersediaan bahan baku, dan perkembangan teknologi (de Silva, 1995). Hal ini menuntut adanya manajemen pengembangan usaha yang mampu beradaptasi dengan perubahan dinamis tersebut. Secara khusus, manajemen pengembangan usaha berbasis teknologi menjadi salah satu kelemahan yang perlu diatasi untuk meningkatkan daya saing (Alighiri, Eden, Supardi, Masturi, & Purwinarko, 2017).

Manajemen pengembangan usaha untuk produk berbasis teknologi dalam bab ini mengandung pengertian secara umum sebagai suatu aktivitas pengelolaan sumber daya secara efisien dan efektif dengan

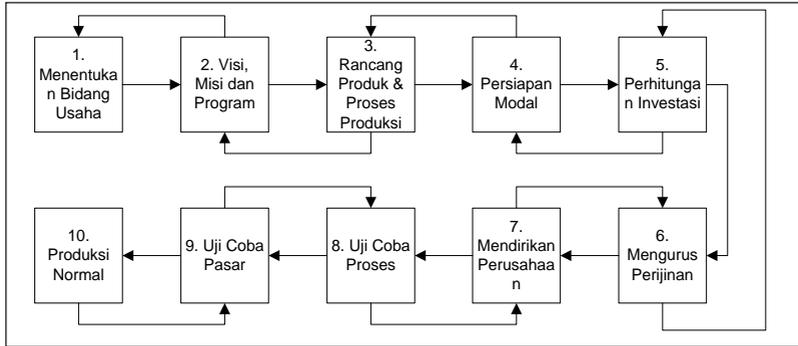
memanfaatkan pengembangan teknologi sebagai nilai kompetitif utama untuk pencapaian tujuan. Teknologi yang dimaksudkan termasuk teknologi produksi yang sudah dikembangkan di Pusat Penelitian (P2) Kimia LIPI. Oleh karena itu, di bab ini akan diulas tentang mekanisme alih teknologi penelitian di P2 Kimia LIPI kepada pengguna.

A. PENGEMBANGAN PRODUK MINYAK SERAI WANGI

Produk minyak serai wangi untuk sampai ke pengguna akhir harus melalui proses pengolahan minyak serai wangi. Dalam proses pengolahan minyak serai wangi ada berbagai jenis industri yang terlibat mulai dari hulu ke hilir.

Secara umum, tahapan untuk memulai usaha minyak serai wangi dapat disajikan pada Gambar 7.1. Proses ini dimulai dari merencanakan bidang usaha yang akan dimasuki hingga dapat produksi skala normal. Tiap tahapan proses dapat bersifat iteratif dan saling terkait dengan tahap yang lain.

- 1) Menentukan bidang usaha yang akan dimasuki, di hulu sebagai penyedia bahan baku diproses sebagai pengolah atau distributor atau di hilir sebagai industri pengolah turunan minyak serai.
- 2) Merencanakan secara umum visi, misi, dan program kerja perusahaan yang akan dibangun. Visi merupakan gambaran kondisi ideal usaha yang akan dibangun. Misi menjelaskan lebih lanjut upaya-upaya dalam mencapai visi. Misi dijabarkan lebih lengkap ke dalam beberapa program kerja yang akan dilaksanakan.
- 3) Merancang produk dan proses produksi. Produk harus dirancang secara cermat terkait bentuk, fungsi, dan kemasan yang disesuaikan dengan target penggunaannya. Setelah itu, mulai direncanakan proses produksi yang diperlukan untuk menghasilkan produk tersebut.
- 4) Menyiapkan modal, baik sumber daya manusia/tenaga kerja, peralatan, bahan baku, maupun uang untuk mendukung proses produksi. Pada tahap ini, harus sudah dipikirkan secara rinci rencana usaha yang akan dijalankan, termasuk pembagian tugas dalam struktur organisasi, keperluan peralatan dan bahan baku, serta pengelolaan uang.



Gambar 7.1 Tahapan Pengembangan Usaha Minyak Serai Wangi

- 5) Menghitung secara matang kebutuhan investasi, biaya produksi, dan proyeksi rugi laba perusahaan. Perhitungan ini tidak hanya investasi untuk membangun perusahaan, tapi juga proses administrasi lainnya yang menunjang pendirian perusahaan, seperti biaya perizinan, perekrutan, dan pelatihan SDM serta instalasi bangunan dan peralatan. Perhitungan ini sangat penting terutama untuk meyakinkan investor dan bank agar mau menanamkan/meminjamkan modalnya. Rangkuman dari tahapan nomor satu hingga tahap ini biasanya disajikan dalam bentuk proposal bisnis (*business plan*).
- 6) Mengurus perijinan usaha dan produksi. Ada berbagai bentuk usaha yang bisa dipilih, seperti perusahaan perseorangan, firma, persekutuan komanditer (CV), perseroan terbatas (PT), dan koperasi. Masing-masing bentuk usaha memiliki syarat-syarat usaha yang terpisah. Selain izin usaha, perizinan produksi juga perlu diajukan. Bentuk izin produksi ada berbagai macam, bergantung bidang usaha yang dimasuki. Sebagai contoh, jika bidang usaha tersebut terkait obat atau farmasi, maka syarat Cara Pembuatan Obat yang Baik (CPOB) atau Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik (CPOTB) harus terpenuhi. Untuk bidang kosmetik, harus memperhatikan Cara Pembuatan Kosmetik yang Baik (CPKB).

- 7) Mendirikan perusahaan yang mencakup membangun fasilitas produksi dan perkantoran. Pembangunan ini juga harus mengikuti persyaratan produksi yang telah diajukan pada tahap sebelumnya. Salah satu yang harus diperhatikan adalah tata letak ruangan untuk menjamin kebersihan/sanitasi dan kemudahan alur produksi secara optimal, mulai dari bahan baku hingga produk jadi.
- 8) Uji coba proses produksi. Hal ini berkaitan dengan alat baru yang masih harus disesuaikan dulu kondisi prosesnya, seperti pengaturan suhu, pemanasan, dan volum produksi. Uji coba dilakukan dari skala produksi kecil dan ditingkatkan hingga kapasitas yang diinginkan.
- 9) Uji coba pemasaran produk. Tim pemasaran mulai bergerak menjual produk ke pengguna, baik industri maupun masyarakat. Ini termasuk merencanakan media promosi dan saluran distribusi. Pada tahap ini, umpan balik (*feedback*) dari pengguna penting untuk digali agar produknya bisa diterima. Umpan ini harus segera disampaikan ke tim desain produk dan produksi agar bisa dilakukan perubahan di awal proses sebelum skala produksi ditingkatkan.
- 10) Menjalankan usaha dalam kapasitas normal. Pada tahap ini, perlu terus dilakukan pengawasan dan perbaikan usaha secara berkelanjutan. Produk mengenal siklus hidup, mulai dari lahir, pengenalan ke pasar, permintaan yang maksimal, penurunan permintaan, hingga mati. Untuk tiap tahapan, perlu dipikirkan strategi usaha yang baik agar produk bisa bertahan lama di tengah persaingan kompetitor.

Sebelum memulai usaha, harus dipikirkan terlebih dulu bidang usaha yang ingin dimasuki. Dari luasnya cakupan industri serai wangi ini, peluang usaha untuk masuk ke industri ini juga terbuka di berbagai sektor. Secara garis besar, bidang usaha yang dapat dimasuki dapat dikelompokkan sebagai berikut (Widiastuti, 2012).

a. Penyediaan Tanaman Serai Wangi

Penyediaan tanaman serai wangi dilakukan melalui penanaman (budi daya) langsung atau pengumpulan dari para petani serai wangi.

Penanaman dapat dilaksanakan pada lahan yang dimiliki sendiri ataupun sewa. Hal yang harus diperhatikan adalah penguasaan kemampuan budi daya tanaman, pembasmian hama, dan penyesuaian dengan cuaca. Pemeliharaan tanaman melalui pembumbunan dan pemupukan harus dilaksanakan dengan baik dan tepat. Produksi daun segar setelah tahun kedua dapat turun jika tidak dilakukan pembumbunan, disebabkan oleh akar yang baru tumbuh tidak dapat mencapai ke dalam tanah yang menyediakan hara (Mansur, 1990). Pemberian pupuk organik, seperti pupuk kandang, kompos maupun pupuk hijau dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap air, dan memberikan nutrisi bagi tanaman. Pemberian pupuk kandang dan kapur secara tepat mampu meningkatkan dan menjaga pertumbuhan dan produksi tanaman serai wangi hingga 30%, terutama setelah panen kedua (Kusuma dkk., 2006).

b. Penyulingan Minyak Serai Wangi

Usaha penyulingan memerlukan investasi setidaknya untuk pembelian alat, tempat, bahan baku, bahan bakar/energi, dan perekrutan tenaga kerja. Perlu dihitung terlebih dulu agar penyulingan mencapai skala produksi yang ekonomis. Di samping itu, perlu diperhatikan pula efisiensi produksi, kontinuitas bahan baku, dan pemasaran produk. Dalam 1 ha dapat dihasilkan 30–40 ton daun serai wangi. Jika rendemennya sekitar 0,08, maka sebanyak 210–240 kg minyak serai dapat diperoleh. Modal, tenaga kerja, dan peralatan memberikan pengaruh yang nyata terhadap keuntungan maksimum (Damanik, 2007).

c. Penampung

Penampung berperan dalam mengumpulkan minyak serai dari para penyuling di berbagai tempat dan menjualnya ke eksportir atau industri. Penampung biasanya membutuhkan modal cukup besar untuk membeli minyak serai, menyediakan sarana transportasi, dan gudang untuk penyimpanan produk.

d. Eksportir

Eksportir harus memiliki pengetahuan mendalam terkait kebutuhan pasar internasional, pembeli dan pesaing, manajemen dan regulasi ekspor, syarat dan sertifikasi mutu produk, seperti CAS number, FDA Reg, FEMA, dan MSDS. Selain itu, eksportir harus menjamin pengiriman jumlah dan mutu produk sesuai dengan permintaan pembeli. Terkadang eksportir harus meramu berbagai mutu produk dari penampung agar sesuai dengan permintaan pembeli. Jika gagal memenuhi syarat sesuai kontrak, eksportir dapat terkena penalti dan dihentikan permintaannya oleh pembeli.

e. Pengecer

Pengecer membeli produk, baik dari penyuling maupun pengumpul untuk dikemas secara menarik dalam skala lebih kecil. Produk ini kemudian dapat didaftarkan dengan merek tertentu dan dipasarkan sebagai produk spa, aromaterapi, maupun pengobatan ke salon-salon, apotik, atau pengguna lainnya.

f. Pengguna

Yang dimaksud pengguna di sini adalah mereka yang menggunakan minyak serai wangi sebagai bahan baku yang kemudian diproses kembali dalam suatu formulasi bersama bahan-bahan lainnya menjadi produk jadi. Produk jadi umumnya dapat dikonsumsi langsung maupun dipakai oleh tubuh. Contoh produk jadi adalah perisa makanan/minuman, parfum, kosmetik, pewangi ruangan, sabun, dan minyak gosok.

g. Pengolah Turunan Minyak Serai Wangi

Pengolah turunan serai wangi harus menguasai teknologi yang diperlukan untuk mendapatkan turunan minyak serai wangi. Meski pasarnya lebih spesifik namun turunan ini memiliki nilai jual yang jauh lebih tinggi ketimbang minyak serainya. Hal ini sejalan dengan teknologi untuk mendapatkan turunan tersebut yang lebih mahal dan sulit. Meski

demikian, pesaing di bidang ini juga lebih sedikit sehingga potensi penguasaan pasarnya masih lebih besar. Salah satu lembaga yang telah mengembangkan teknologi untuk mendapatkan turunan minyak atsiri ini adalah Pusat Penelitian Kimia LIPI (Agustian & Sulaswatty, 2005).

Beberapa tahapan untuk pengembangan produk serai wangi adalah sebagai berikut.

1. Tahapan Pengembangan Produk

Untuk memulai usaha, hal yang terpenting diperhatikan adalah melihat peluang dan niat awal/motivasi menjalankan usaha. Untuk mendapatkan peluang usaha yang bagus harus rajin dalam mencermati beberapa sumber ide maupun mengolah kreativitas sendiri. Beberapa sumber ide antara lain:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| a) hobi/minat, | e) pameran, |
| b) keterampilan dan pengalaman, | f) survei, |
| c) usaha di tempat lain, | g) keluhan/pendapat orang, dan |
| d) media massa | h) kejadian tak terduga. |
- (koran, majalah, TV, internet),

Di samping sumber ide di atas, peluang usaha juga dapat diperoleh dari hasil kreativitas sendiri. Kreativitas merupakan kemampuan untuk merancang, membentuk, membuat, atau melakukan sesuatu dengan cara yang baru atau dengan cara yang berbeda (Kemendiknas, 2010).

Agar sampai ke pasar, ide tersebut akan melewati beberapa tahapan yang sebagai berikut.

1) Identifikasi Kebutuhan Pasar/Konsumen

Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan manfaat utama suatu produk yang diperlukan oleh konsumen pasar. Dari identifikasi tersebut, diharapkan diperoleh satu atau lebih atribut produk, misalnya untuk minyak atsiri, konsumen menginginkan suatu minyak yang harum dan tahan lama, maka atribut produk yang akan dikembangkan adalah kewangian dan tahan lama.

“Untuk memunculkan pertanyaan baru, kemungkinan baru, memandang pertanyaan lama dari sudut pandang baru, membutuhkan imajinasi kreatif”.
Albert Einstein

2) Penyusunan Spesifikasi Fungsional

Tahap ini dilakukan untuk menyusun karakteristik teknik suatu produk yang memenuhi atribut produk yang diinginkan konsumen. Misalnya dari atribut kewangian di atas, dapat dimisalkan karakteristik teknik yang memenuhi adalah jenis kandungan suatu senyawa penyusun atsiri. Sementara itu, agar atribut tahan lama, karakteristik tekniknya adalah jumlah senyawa penyusun atsiri yang dinyatakan dalam konsentrasi tertentu sehingga bau tidak cepat hilang dalam satu hari.

3) Perancangan Spesifikasi Produk

Perancangan ini dilakukan untuk membuat gambaran bentuk fisik produk beserta spesifikasinya yang mencakup, antara lain ukuran dimensi, kandungan komponen penyusun, dan pengemasan.

4) *Review* desain

Review desain bertujuan untuk menganalisis produk yang telah dirancang dari berbagai sudut pandang. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan di antaranya kelayakan teknis, kemudahan diproduksi, disimpan dan diantarkan ke pengguna serta aspek keramahan terhadap lingkungan.

5) Uji pasar

Uji pasar dimaksudkan untuk mengetahui respons pasar terhadap produk yang telah dirancang dan di-*review* ulang. Hal ini dimaksudkan untuk mengukur sejauh mana produk telah memenuhi persyaratan atribut produk yang diinginkan konsumen.

6) Transisi produksi

Tahapan ini merupakan peralihan dari tahap desain menuju produksi masal. Beberapa hal yang dilakukan, antara lain uji coba produksi,

perbaikan dan optimalisasi proses, seleksi saluran distribusi ke pelanggan, dan pengalihan tugas pembuatan produk dari tim desain ke tim produksi.

Setelah enam tahap di atas selesai, langkah berikutnya adalah mengenalkan produk ke pasar. Setelah produk “lahir” atau memasuki pasar maka produk mengalami suatu siklus hidup produk. Penting diperhatikan bahwa tidak semua ide dapat diterapkan hingga terjual di pasar. Sebagaimana terlihat dalam Gambar 7.2, dari ribuan ide, mungkin hanya beberapa yang berhasil dijual (Heizer & Render, 2008). Oleh karena itu, tidak perlu menyerah jika di tengah jalan ada ide yang tidak terlaksana atau gagal. Hal yang harus dilakukan adalah terus memperbanyak alternatif ide atau *review* ulang secara terus menerus suatu desain produk hingga berhasil dipasarkan.



Sumber: Heizer dan Render (2008)

Gambar 7.2 Tahapan Pengembangan Produk dari Ide Awal Hingga Terjual

“Pengalaman adalah guru yang sulit sebab ia memberikan ujian dulu kemudian baru pelajarannya” (Vernon Sanders Law)

2. Desain Produk

Produk merupakan sesuatu yang dihasilkan oleh tenaga kerja manusia melalui suatu proses. Produk yang dihasilkan dapat ditawarkan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Produk dapat berupa barang atau jasa, dapat juga berarti produk bahan mentah atau barang jadi. Pada industri serai wangi, produk yang dapat dihasilkan, antara lain produk kesehatan, produk kosmetik, dan produk antiserangga. Desain produk, yaitu proses menghasilkan produk baru yang akan ditawarkan kepada konsumen. Desain produk merupakan konsep pengembangan ide melalui proses yang menghasilkan produk baru.

Dalam memperkenalkan suatu produk, yang perlu diperhatikan selain kualitas adalah tampilan visual dari desain, kemasan, dan logo. Faktor pertimbangan lain adalah ketersediaan dana dari pemilik produk dan teknologi pembuatan kemasan, di Indonesia khususnya. Umumnya pembuatan kemasan yang spesifik sesuai keinginan (*customized*) sulit dilakukan karena teknologinya belum ada, apabila ada biayanya sangat tinggi. Sebagai pemula yang akan memulai menawarkan produk dari skala kecil, dapat merujuk pada kemasan yang sudah ada di pasaran.

Produk minyak serai wangi mencakup berbagai jenis, sesuai dengan luasnya ruang lingkup usaha yang akan dimasuki. Misalnya, desain produk untuk minyak serai wangi, turunan minyak serai wangi, ataupun produk lain berbasis minyak serai wangi. Dalam kajian ini, akan dibahas desain produk bioaditif berbasis minyak serai wangi sebagai contoh. Diharapkan, desain produk ini dapat dijadikan referensi untuk desain produk lainnya.

a. Bioaditif Berbasis Minyak Serai Wangi untuk Pengembangan Desain Produk

Salah satu produk turunan dari minyak serai wangi adalah sebagai bioaditif penghemat dan penambah nilai oktan bahan bakar. Kegunaan sebagai bioaditif dihasilkan melalui penelitian minyak atsiri, yang dalam hal ini minyak serai wangi oleh Ma'mun dkk. (2010). Latar belakang permasalahan adalah bahan bakar minyak (BBM), yaitu bensin dan

solar, mengandung banyak senyawa hidrokarbon yang bervariasi. Proses pembakaran BBM sering kali tidak sempurna karena mutu bahan bakar yang kurang baik dan energi mesin tidak maksimal. Kemudian terbentuklah deposit karbon yang mengotori sistem bahan bakar dalam mesin. Akibatnya adalah pemborosan konsumsi bahan bakar dan peningkatan emisi gas buang.

Minyak serai wangi memiliki sifat fisika kimia yang menyerupai karakteristik BBM sehingga dapat dijadikan bahan aditif/bioaditif. Menurut penelitian Ma'mun dkk. (2010), penggunaan bioaditif untuk meningkatkan kinerja pembakaran bensin dan solar telah dilakukan, termasuk uji lapangan. Penambahan bioaditif dalam BBM dilaksanakan di laboratorium dan lapangan (jalan tol dan jalan biasa). Parameter pengujian, yaitu

- 1) spesifikasi bensin dan solar dan penambahan bioaditif,
- 2) pengujian daya dan tor,
- 3) tingkat konsumsi bahan bakar spesifik serta
- 4) konsentrasi dari CO dan HC pada emisi gas buang.

Hasil pengujian oleh Ma'mun dkk. (2010) menunjukkan spesifikasi bahan bakar solar dan bensin setelah dicampur bioaditif memenuhi persyaratan mutu Dirjen Minyak dan Gas No 18K/72/DDJM/1990. Pada hasil uji lapangan di Balitro, menurut Ma'mun (2013) terlihat bahwa:

- 1) tingkat penghematan bahan bakar solar 20–30%,
- 2) tingkat penghematan bensin kendaraan 15–40% (roda 4) dan 25–50% (roda 2),
- 3) meningkatkan kinerja mesin kendaraan, daya motor meningkat 2% serta
- 4) menurunkan konsentrasi gas berbahaya pada emisi gas buang 14–55% (bensin) dan 32–60% (solar).

Bioaditif dari minyak serai wangi yang telah diuji skala laboratorium tersebut dapat diperkenalkan secara lebih luas, yakni kepada swasta atau masyarakat. Formula bioaditif tersebut dapat dikemas sebagai produk komersial penghemat BBM.

b. Kemasan Produk Bioaditif

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan kemasan produk, yakni harus mengetahui karakter fisik produk. Dalam mengemas produk bioaditif, diperlukan suatu kemasan khusus untuk produk berbahan dasar minyak serai wangi. Karakter fisik minyak atsiri adalah mudah menguap dalam suhu ruang. Oleh karena itu, pengaruh eksternal seperti panas, cahaya, oksigen, dan kelembapan dapat berpengaruh terhadap daya simpannya. Dengan demikian, kemasan minyak atsiri yang baik adalah yang terbuat dari kaca dan kedap udara.

Sudaryanto, Nurjanah, dan Rosalinda (2010) telah meneliti pengaruh lama penyimpanan dan jenis kemasan terhadap mutu minyak nilam (*patchouly oil*). Penelitian tersebut menggunakan beberapa alternatif kemasan botol kaca berwarna cokelat, botol transparan, botol plastik transparan, botol plastik putih (buram), dan wadah dari kaleng. Respons yang diamati terdiri dari kadar Patchouli Alkohol (PA), perubahan warna, bobot jenis minyak nilam, bilangan asam, bilangan ester, indeks bias, dan kelarutan dalam alkohol 90%.

Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa lama penyimpanan dan jenis kemasan memberikan pengaruh terhadap mutu minyak nilam, baik dari segi penampakan (fisiko) maupun dari segi kandungan kimia yang terdapat di dalamnya. Perlakuan penyimpanan menggunakan botol kaca berwarna gelap merupakan perlakuan terbaik dengan hasil yang stabil dalam mempertahankan mutu minyak nilam.

Berdasarkan penelitian tersebut, untuk mempertahankan mutu produk, kemasan bioaditif menggunakan botol kaca berwarna cokelat. Kemasan botol cokelat dapat dicari pada penjual botol yang ada di pasaran. Kemasan botol yang tersedia dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan. Untuk produk bioaditif ini, yang digunakan adalah botol kaca cokelat untuk kapasitas 30 mL dengan pertimbangan satu botol cukup untuk satu kali pengisian bensin mobil 30 liter. Pada bagian tutup botol menggunakan tutup dobel (*double sealed*), yakni tutup *pop up* di bagian dalam dan tutup ulir di bagian luarnya. Bagian tutup botol dari bahan plastik. Ilustrasi penggunaan bioaditif setelah kendaraan diisi bahan bakarnya disajikan pada Gambar 7.3.



Gambar 7.3 Ilustrasi Kemasan Bioaditif dan Penggunaannya untuk Kendaraan

c. Pelabelan Produk Bioaditif Berbasis Serai Wangi

Dalam menjual bioaditif secara komersial, yang pertama diperlukan adalah sebuah merek atau *brand* produk. Pertimbangan yang dipergunakan antara lain pemilihan nama yang mudah diucapkan dan diingat, sebagai contoh Bioaditif MANTAAP (Gambar 7.4).



Gambar 7.4 Logo Bioaditif Berbasis Serai Wangi

Desain logo produk berbentuk panah ke arah kanan menggunakan warna hitam, putih, dan kuning menunjukkan arti produk yang kuat,

terus maju, dan senantiasa berkembang. Warna label kemasan bioaditif menggunakan nuansa kuning kehijauan untuk menggambarkan produk yang ramah lingkungan. Contoh label ditampilkan dalam Gambar 7.5.



Gambar 7.5 Label Stiker Bioaditif Berbasis Serai Wangi

Keterangan yang umum ditampilkan dalam label kemasan adalah merek, sebagai pembeda antara satu produk dengan produk lainnya. Pada label bioaditif, keterangan yang pertama adalah kegunaannya untuk campuran BBM bensin mobil dan motor. Isi bersih produk adalah 30 mL. Beberapa manfaat bioaditif, yaitu dapat menaikkan oktan, hemat bensin, mesin terawat, dan ramah lingkungan. Bahan baku produk berasal dari perkebunan Lembang. Komposisi formula bioaditif adalah 70 persen citronella. Dalam penggunaannya, perbandingan campuran antara bioaditif dan bensin adalah 1 mL bioaditif berbanding 1 L bensin.



Gambar 7.6 Kemasan Bioaditif Berbasis Serai Wangi dalam Botol Isi 30 mL

Label kemasan dapat dicetak dalam bentuk stiker untuk dipasang pada botol kaca. Contoh kemasan botol yang telah diberi label adalah pada Gambar 7.6. Pengemasan botol bioaditif dilakukan per satu pak dus yang terdiri dari 10 buah botol isi 30 mL seperti terlihat pada contoh Gambar 7.7 dan Gambar 7.8.



Gambar 7.7 Pengemasan 10 Botol Bioaditif dalam Dus beserta Pelabelannya



Gambar 7.8 Contoh Brosur Produk Bioaditif Berbasis Serai Wangi

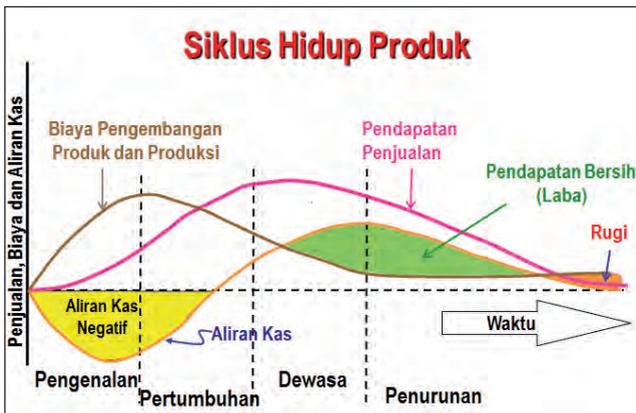
Gambar 7.8 memperlihatkan salah satu media promosi produk, salah satunya adalah dengan penyebaran brosur. Brosur dapat menampilkan harga jual produk, misalnya harga pembelian secara eceran per satu botol lebih tinggi dari pembelian per lima botol atau sepuluh botol (satu dus).

3. Siklus Hidup Produk

Siklus hidup produk (*product life cycle*) menggambarkan suatu tahapan pengembangan produk baru mulai dari awal hingga akhir. Karena produk itu dilahirkan/dibuat maka produk juga mengenal kehidupan dan kematian/berakhir (Heizer & Render, 2008). Dengan memahami lokasi produk di siklus ini akan memudahkan kita dalam menyusun strategi pengembangan usaha. Strategi tersebut, misalnya, kapan harus mengalokasikan sumber daya yang lebih besar untuk pemasaran produk di tahap awal atau kapan harus menghentikan alokasi sumber daya karena

umur produk sudah di tahap yang sulit didongkrak lagi pemasarannya.

Gambar 7.9 mengilustrasikan bahwa pada tahap pengenalan, industri memerlukan investasi cukup besar untuk biaya pengembangan produk dan produksi. Ketika produk memasuki masa pertumbuhan dan dewasa, pendapatan penjualan meningkat. Seiring dengan penurunan biaya pengembangan produk dan produksi, laba perusahaan pun semakin meningkat. Di akhir masa penurunan, pendapatan ikut berkurang hingga aliran kas dapat menjadi negatif.



Ket.: Terkait (i) Biaya Pengembangan Produk dan Produksi; (ii) Penjualan; (iii) Aliran Kas Keuangan

Sumber: Heizer dan Render (2008)

Gambar 7.9 Siklus Hidup Produk

Siklus kehidupan produk dapat dibagi ke dalam empat tahap utama, sebagai berikut.

a. Tahap Pengenalan

Pada tahap perkenalan, produk baru lahir/dimunculkan ke pasar sehingga belum banyak konsumen yang mengetahui. Pada tahap ini penjualan masih rendah dan dibutuhkan pengenalan produk ke pasar melalui berbagai upaya promosi. Terkadang upaya promosi ini membutuhkan waktu dan dana yang cukup besar untuk

membiasakan konsumen akrab terhadap produk ini. Analisis pemasaran yang tepat diperlukan melalui segmentasi, *targeting*, dan *positioning*. Berdasarkan analisis ini, dapat ditentukan strategi pemasaran melalui bauran pemasaran (*marketing mix*) yang disebut 4P, yaitu penentuan tempat (*place*), metode promosi (*promotion*), pengemasan produk (*product*), dan penentuan harga (*price*). Pemilihan waktu yang tepat untuk meluncurkan produk juga perlu dipertimbangkan agar momentumnya bisa mengena di benak konsumen.

b. Tahap Pertumbuhan

Tahap ini ditandai dengan makin banyak konsumen yang mengenal produk sehingga jumlah penjualan dan laba pun meningkat pesat. Pada tahap ini keuntungan rata-rata industri bergerak menuju titik puncaknya. Fenomena ini mengundang pesaing lain untuk memasuki pasar yang sama. Para pesaing mencoba meniru atau membuat yang lebih baik ketimbang produk yang memimpin di pasar. Jika perusahaan pandai dalam melaksanakan strategi pemasaran, ada kemungkinan perusahaan tersebut mampu mendominasi pasar (persaingan monopolistik). Strategi pemasaran tidak semasih pada tahap pengenalan awal dan lebih difokuskan untuk menjamin ketersediaan barang tepat pada waktunya saat dibutuhkan konsumen (Heizer & Render, 2008).

c. Tahap Kedewasaan

Di tahap kedewasaan, produk perusahaan mengalami titik jenuh di tengah persaingan yang makin tajam. Hal ini ditandai dengan angka penjualan yang cenderung tetap disebabkan tidak adanya penambahan konsumen secara signifikan. Jika perusahaan tidak segera melakukan perubahan strategi untuk lebih menarik perhatian konsumen, maka keuntungan yang diperoleh makin menurun. Keuntungan ini menurun disebabkan oleh:

- 1) makin banyaknya persaingan,
- 2) biaya promosi yang meningkat untuk mengantisipasi persaingan,

- 3) beberapa pesaing mencoba menurunkan harga untuk menarik lebih banyak konsumen, dan
- 4) penjualan turun seiring dengan mulai beralihnya konsumen ke produk pesaing. Banyaknya perusahaan yang masuk menyebabkan timbulnya persaingan secara oligopoli. Untuk itu, efisiensi perlu ditekankan untuk menghadapi tingginya persaingan ini.

d. Tahap Penurunan

Pada tahap penurunan, produk perusahaan mulai ditinggalkan konsumen dan beralih ke produk lain. Hal ini disebabkan oleh ketidakmampuan produk tersebut memuaskan kebutuhan konsumen atau ada produk lain yang lebih baik dari segi kualitas atau kuantitas. Akibatnya, jumlah penjualan dan keuntungan yang diperoleh produsen akan terus menurun sebelum akhirnya mati. Pada tahap ini, strategi persaingan harga bukan lagi cara yang efektif untuk bertahan di pasar. Hanya perusahaan yang mempunyai kekuatan merek dan loyalitas pelanggan yang umumnya dapat bertahan dalam tahap ini. Terkadang, perusahaan sudah harus memikirkan untuk meluncurkan produk baru guna menggantikan produk yang mulai turun ini. Sebelum produk lama dimatikan, keuntungan yang masih bisa diambil dimaksimalkan terlebih dulu. Contohnya, harga dipertahankan tinggi sambil “memaksa” konsumen secara perlahan beralih ke produk baru.

4. Struktur Organisasi Usaha

Organisasi secara sederhana bisa dideskripsikan sebagai kumpulan sumber daya (manusia, bahan, peralatan, metode, modal) yang saling berinteraksi menurut sistem tertentu untuk mencapai suatu tujuan. Agar dapat berfungsi dengan baik, organisasi memerlukan suatu struktur yang menjelaskan tugas dan wewenang tiap elemennya dalam sistem.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merancang struktur organisasi, di antaranya visi, misi strategi, dan budaya organisasi. Di samping itu, perlu pula untuk diperhatikan faktor lingkungan, seperti

“Hanya ada satu bos, yaitu pelanggan. Pelanggan dapat memecat semua orang dalam perusahaan dari pimpinan sampai karyawan terbawah, yaitu dengan cara membelanjakan uangnya di tempat lain” Sam Walton

pelanggan, pemasok, dan aturan pemerintah. Menurut Ernest Dale, untuk merancang sebuah struktur organisasi harus memuat lima hal berikut (Gupta, 2000; Lorenza, 1998).

- 1) Daftar pekerjaan yang perlu dilakukan untuk mencapai tujuan organisasi.
- 2) Membagi jumlah beban kerja dalam tugas-tugas.
- 3) Menggabungkan tugas-tugas dalam keadaan yang logis dan efisien.
- 4) Menetapkan mekanisme untuk koordinasi.
- 5) Memonitor efektivitas struktur organisasi dan melakukan penyesuaian apabila diperlukan.

Untuk contoh minyak serai wangi, dengan mempertimbangkan ukuran perusahaan yang masih berskala kecil maka beberapa pekerjaan yang diperlukan diringkas dalam Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Jenis Pekerjaan untuk Pengembangan Usaha

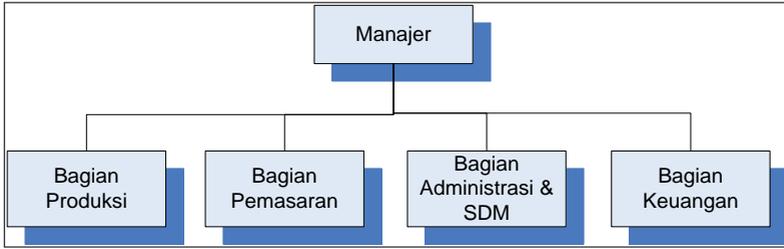
No.	Jenis Pekerjaan	Frekuensi/Beban Kerja
1.	Memproduksi minyak serai wangi	Rutin/8 jam per hari
2.	Memasarkan minyak serai wangi	Rutin/8 jam per hari
3.	Mengelola sumber daya manusia	Rutin/8 jam per hari
4.	Mengelola keuangan	Rutin/8 jam per hari

Tiap jenis pekerjaan dijabarkan dalam tugas-tugas sebagai berikut (Tabel 7.2)

Tabel 7.2 Penjabaran Pekerjaan ke dalam Tugas

No.	Pekerjaan	Tugas
1.	Memproduksi minyak serai wangi	Menyiapkan bahan baku Menyiapkan peralatan Memproses bahan baku Menguji mutu produk Mengemas produk jadi Menyimpan produk jadi Memeriksa dan merawat peralatan
2.	Memasarkan minyak serai wangi	Promosi untuk mencari pelanggan Membuat kerja sama dengan pelanggan Mencari saluran distribusi Menyalurkan produk ke pelanggan Melayani dan menanggapi keluhan Uji coba produk baru
3.	Mengelola sumber daya manusia	Analisa pekerjaan dan beban kerja Merekrut tenaga kerja Melatih dan mengembangkan tenaga kerja Menegakkan disiplin pekerja Menciptakan lingkungan kerja yang nyaman Memberikan penilaian kinerja, penghargaan, dan sanksi Melindungi kesehatan dan keselamatan tenaga kerja
4.	Mengelola keuangan	Menerima dan mengeluarkan uang Mencatat pemasukan dan pengeluaran Membuat laporan rutin keuangan Membuat analisis kelayakan investasi produk baru

Tugas-tugas tersebut dikelompokkan berdasarkan kedekatan fungsi antar tiap tugas dan keseimbangan beban kerja. Pada skala usaha kecil, kedekatan dan perbedaan antar tiap tugas tidak begitu terlihat sehingga pengelompokan (*departmentalization*) bisa dilakukan berdasarkan pekerjaan utama, sebagaimana diperlihatkan di struktur berikut seperti terlihat pada Gambar 7.10.



Gambar 7.10 Struktur Organisasi Sederhana Produksi Minyak Serai Wangi

5. Menyusun Rencana Usaha (*Business Plan*) Serai Wangi

Rencana usaha diperlukan oleh siapa saja yang akan memulai bisnis. Saat usaha masih kecil, atau sebatas hobi, perencanaan mungkin belum terlalu penting. Saat usaha makin berkembang dan memerlukan sumber daya (uang, energi, orang, bahan, waktu) lebih banyak, serta menginginkan pengembalian keuntungan (profit) atas terpakainya sumber daya tersebut, usaha tersebut harus direncanakan dengan baik (Bangs, 2005). Perencanaan usaha secara tertulis perlu dilakukan sebagai acuan untuk menjaga agar kegiatan bisnis tetap terarah dan fokus untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

Ada beberapa alasan penting untuk menyusun perencanaan usaha, yaitu (Bygrave, 1994)

- 1) menunjukkan usaha yang akan dijalankan adalah layak dan menguntungkan,
- 2) mendapatkan pembiayaan bank,
- 3) mendapatkan dana investasi dari mitra lainnya,
- 4) menentukan pihak-pihak yang akan diajak bekerja sama, seperti pemasok barang, distributor, dan *outsourcing*,
- 5) mendapatkan kontrak pembelian/pengerjaan produk dari konsumen,
- 6) menarik sumber daya manusia yang handal untuk bergabung di posisi penting serta
- 7) menjaga motivasi perusahaan agar tetap fokus pada tujuan yang telah ditetapkan.

*“Jika Anda gagal menyusun rencana berarti Anda sedang merencanakan kegagalan”
(Benjamin Franklin)*

Secara garis besar, rencana usaha minyak serai wangi memuat unsur sebagai berikut.

a. Cover

Cover dibuat secara menarik dengan menampilkan gambar atau warna yang mencerminkan produk dan bidang usaha perusahaan. Di *cover* ini juga dicantumkan judul produk yang diusung serta nama dan alamat kontak perusahaan.

b. Ringkasan Eksekutif

Ringkasan eksekutif memuat penjelasan singkat tentang industri yang dimasuki, profil perusahaan, profil produk/*service*, potensi pasar, rencana pemasaran, produksi, analisis kelayakan keuangan, dan analisis risiko.

c. Latar Belakang

Dalam latar belakang, diuraikan tentang alasan dan motivasi pengusulan bisnis, misalnya, menyebutkan seluk beluk industri yang akan dimasuki dan adanya peluang di industri tersebut. Lebih lanjut, dalam latar belakang juga disebutkan keunikan/ keunggulan yang ditawarkan dalam memasuki industri yang sudah ada.

d. Profil Produk atau *Service*

Dalam bagian ini, jenis dan karakteristik produk minyak serai wangi yang diusung diuraikan lebih rinci. Gambar produk beserta kemasannya juga ditampilkan dari berbagai sudut pandang. Contoh karakteristik yang ditampilkan, misalnya, dimensi panjang, lebar, volume, berat, dan kandungan komponen penyusun. Dalam bagian ini juga penting untuk menampilkan analisis kelayakan teknis/persyaratan mutu yang telah diperoleh, seperti izin dari departemen kesehatan, balai makanan dan sertifikasi dari laboratorium terakreditasi. Jika produk tersebut diiringi *service* tertentu semisal garansi dan layanan purna jual maka *service* ini juga perlu ditampilkan.

e. Aspek Pemasaran

Aspek pemasaran bisa dikelompokkan ke dalam 1) analisis potensi pasar, 2) analisis pesaing, dan 3) strategi penjualan. Analisis potensi

pasar dilakukan dengan mengidentifikasi potensi pengguna produk beserta jumlahnya, kemudian mengelompokkannya. Pada tiap kelompok, diidentifikasi kekuatan pesaing yang telah ada dan hambatan lain untuk masuk ke kelompok tersebut (misal perizinan, loyalitas pelanggan terhadap produk lama). Berdasarkan potensi pasar dan analisis pesaing tersebut, disusun strategi penjualan yang mencakup target kelompok pemakai produk kita, pengemasan produk, harga jual produk yang diusulkan, rencana promosi, dan rencana penempatan/distribusi produk.

f. Aspek Manajemen dan Organisasi

Aspek manajemen memuat bentuk hukum dan lokasi badan usaha, pemangku kepentingan, struktur organisasi, perencanaan sumber daya manusia, dan manajemen pengelolaan kerja sama dengan mitra. Pemangku kepentingan menyebutkan pihak-pihak yang memiliki hubungan langsung maupun tidak langsung dengan perusahaan seperti pemilik, penyandang dana (investor), pemasok (*supplier*), dan distributor.

g. Aspek Produksi

Aspek ini menguraikan proses untuk memproduksi barang, mulai dari penyediaan bahan baku, pengolahan barang setengah jadi, hingga menjadi produk jadi. Untuk setiap tahapan proses dijelaskan sekurang-kurangnya material yang dipakai dan dibuang, lama proses, dan mesin/peralatan yang digunakan. Agar lebih mudah dipahami, foto tentang proses produksi dan diagram alir produksi yang menyebutkan urutan proses, waktu proses, dan bahan yang terlibat juga dicantumkan. Pengelolaan penunjang yang terkait dengan produksi ini juga dapat disebutkan seperti mekanisme pengelolaan inventori (persediaan barang), pemeliharaan fasilitas produksi, dan sistem pengendalian mutu yang dijalankan.

h. Aspek Keuangan

Aspek keuangan meliputi 1) Perkiraan anggaran, 2) analisis kelayakan/teknoekonomi, dan 3) Rencana sumber pendanaan. Perkiraan anggaran menunjukkan kebutuhan investasi keseluruhan,

perkiraan pendapatan, dan laba yang diperoleh dalam menjalankan usaha, serta titik impasnya/*Break Even Point* (BEP). BEP menyatakan jumlah skala produksi dimana biaya pengeluaran sama dengan pendapatannya. BEP biasanya dinyatakan dalam presentase atau volume bulanan. Kebutuhan investasi meliputi biaya investasi peralatan, bangunan, persiapan, dan modal kerja (untuk operasional produksi). Perkiraan anggaran dapat disajikan dalam bentuk laporan keuangan berupa neraca, rugi-laba, dan *cash flow*.

Analisis kelayakan mengukur seberapa layak suatu usaha dijalankan dengan mempertimbangkan sejumlah parameter seperti aliran kas (*cashflow*), *Net Present Value* (NPV), *BEP*, *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio), *Payback Period* (PP), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Return on Investment* (ROI).

Rencana sumber pendanaan menyebutkan darimana saja pembiayaan usaha diperoleh, seberapa besar persentasenya, dan sistem bagi hasil yang dipakai. Sumber pendanaan bisa berasal dari bank, investor perorangan, maupun dari perusahaan lain.

i. Manajemen Risiko

Risiko dapat diartikan sebagai segala penyimpangan (variasi) di luar proses utama yang dapat merugikan disebabkan oleh kelalaian manusia, kesalahan sistem, ataupun kejadian di luar kendali manusia. Segala potensi risiko perlu diidentifikasi agar bisa dipersiapkan langkah penanggulangannya, yang disebut manajemen risiko. Tahapannya terdiri dari 1) identifikasi berbagai risiko yang mungkin akan dialami perusahaan, 2) evaluasi setiap risiko ditinjau berdasarkan *severity* (dampak/tingkat keparahan) dan frekuensi/peleuang terjadinya, dan 3) pengendalian risiko. Pengendalian risiko bisa berbentuk menghilangkan risiko, meminimalisasi (misal memecah penyebab risiko), menahan/menanggung, dan memindahkan risiko (misal ke perusahaan akuntansi).

j. Jangka Waktu Implementasi

Jangka waktu implementasi memuat tahapan pelaksanaan rencana bisnis yang diproyeksikan terhadap waktu. Tahapan tersebut,

*“Tidak ada gunanya merencanakan kegagalan.
Tapi ada gunanya untuk menuliskan rencana
bisnis yang mengakui kemungkinan kegagalan”
(Bangs Jr.)*

misalnya, dimulai dari pembangunan fasilitas produksi, instalasi alat, pengurusan perijinan, perekrutan SDM, uji coba produksi, uji coba pemasaran, pelaksanaan produksi, penjualan, dan pelaporan. Dalam jangka waktu ini juga dimuat kapan dimulai, durasinya, dan pelaksana kegiatan.

k. Penutup

Penutup menyarikan kesimpulan proposal yang menekankan sekali lagi menariknya usaha yang diusulkan. Pernyataan ditutup dengan keterbukaan untuk melakukan perbaikan dan komitmen untuk menjalankan usaha.

Beberapa hal berikut sebaiknya dihindari dalam menuliskan rencana bisnis (Bangs, 2005):

- 1) pernyataan berupa opini, rumor, klaim, dan sebagainya tanpa berdasar fakta;
- 2) pernyataan berlebihan seperti “super”, “luar biasa”, “hebat”;
- 3) dokumen yang panjang, lebih dari 25 halaman;
- 4) terlalu optimis dalam membuat proyeksi keuangan maupun jangka waktu pelaksanaan usaha; serta
- 5) salah ketik dan tata bahasa yang tidak tepat.

B. TANTANGAN USAHA MINYAK SERAI WANGI

Di pasar internasional, Indonesia telah lama dikenal sebagai salah satu negara penghasil sekaligus pengeksport minyak atsiri terbesar, khususnya untuk minyak atsiri nilam, cengkeh, dan serai wangi. Pada tahun 1970-an, Indonesia sempat terkenal dengan produksi minyak serai wanginya, yang disebut “Jawa Citronella” (Harahap, 2012).

Dalam dunia perdagangan dikenal dua tipe minyak serai wangi, yaitu tipe Ceylon dan tipe Jawa (Indonesia). Mutu minyak serai wangi tipe Jawa dianggap lebih baik dari tipe Ceylon dan memiliki bau lemon yang kuat. Tipe Jawa saat ini tidak hanya ada di Indonesia, namun juga tersebar di beberapa negara lain, seperti China, Honduras, dan Guatemala. Tipe Ceylon biasa digunakan untuk pewangi parfum, sabun, deterjen, dan berbagai jenis semir. Sementara itu, tipe Jawa umumnya digunakan untuk industri wewangian, makanan, dan bahan baku produk sintetis (Santoso, 1992). Minyak tawon dan minyak gandapura merupakan contoh penggunaan minyak serai wangi yang biasa kita temui di sekitar kita.

Tantangan usaha minyak serai wangi dapat dibedakan mulai dari pengadaan bahan baku, produksi, distribusi, dan pemasaran. Berikut akan disarikan tantangan umum yang dihadapi untuk usaha atsiri.

1. Penyediaan Bahan Baku

Tantangan yang dihadapi terutama berkaitan dengan kontinuitas penyediaan bahan baku, penanganan panen, dan pengangkutan ke pabrik. Agar bisa tersedia secara kontinyu, penanaman tumbuhan hendaknya direncanakan secara cermat sepanjang tahun. Kriteria saat panen ditetapkan berdasarkan perkembangan, tinggi, dan tingkat kedewasaan tanaman. Ketepatan waktu panen sangat berpengaruh pada mutu dan rendemen minyak atsirinya. Tanaman serai wangi dapat hidup sampai enam tahun, meski produktivitasnya sudah menurun. Usai dipanen, bahan baku hendaknya langsung dibawa ke pabrik. Makin lama waktu pengangkutan berpotensi mengurangi kandungan serai wangi.

Daerah penanaman dan produksi minyak serai wangi di Indonesia terutama di Aceh, Jawa, dan Sulawesi Selatan (Tabel 7.3). Beberapa contoh lokasi penghasil serai wangi di pulau Jawa, misalnya Gunung Halu (Cianjur), Palugon (Cilacap), Cijeruk, Ciwideuy, Subang, dan Purwokerto.

Tabel 7.3 Data Sebaran Luas Lahan dan Produksi Tanaman Serai Wangi 2013

No.	Daerah	Luas Lahan (ha)	Produksi (ton)
1.	Aceh	17.114	2.385
2.	Jawa Barat	1.153	283
3.	Jawa Tengah	273	30
4.	Sulawesi Selatan	60	12

Sumber: Diolah dari Kementerian Pertanian (2015)

2. Produksi/Penyulingan

Proses pengambilan minyak serai wangi dilakukan melalui proses penyulingan. Tantangan utama yang dihadapi adalah terkait lokasi produksi, teknologi untuk mendapatkan rendemen yang tinggi, dan upaya untuk menjamin mutu. Lokasi penyulingan hendaknya dekat dengan bahan baku, tersedia air (untuk pendingin proses), dan lancar pasokan bahan bakar (Widiastuti, 2012). Rendemen minyak serai wangi rata-rata sekitar 0,6–1,2%. Rendemen ini tergantung pada jenis serai wangi, penanganan, dan efektivitas teknologi penyulingannya. Untuk penanganan terhadap daun hasil panen, sebelum disuling daun tersebut sebaiknya dikeringkan kurang lebih 3–4 jam dalam cuaca baik sambil dibolak-balik. Setelah dikeringkan, hendaknya daun segera disuling. Penyimpanan daun yang terlalu lama akan menurunkan mutu minyak serai wangi yang diperoleh.

Mutu minyak serai wangi ditentukan oleh kandungan komponen utamanya dan kemurniannya. Komponen utama adalah kandungan sitronelal dan geraniol yang biasanya dinyatakan dalam jumlah. Selain itu, tidak boleh mengandung bahan asing, seperti minyak lemak, alkohol, tanah, terpentin, etilen glikol, dan heksilenglikol. Standar acuan mutu yang dapat digunakan adalah SNI 0025/1979. Standar internasional ISO juga mengatur acuan mutu, yaitu ISO 3848 untuk tipe Java dan ISO 3849 untuk tipe Sri Lanka (Baser & Buchbauer, 2016).

Di Jawa terdapat beberapa daerah sentra produksi serai wangi, seperti Pandeglang, Bandung, Sumedang, Ciamis, Cianjur, Lebak, Garut, dan Tasikmalaya, Cilacap, Pemalang (Gayo Taring, 2012).

3. Penyimpanan dan Pengemasan

Minyak atsiri umumnya dapat disimpan lama dengan kondisi yang sesuai, seperti disimpan dalam kondisi kering, tidak terkena udara atau sinar matahari langsung, dan terjaga dingin. Minyak atsiri juga harus dijaga agar tidak bersentuhan dengan bahan yang mudah bereaksi, misalnya karet atau plastik.

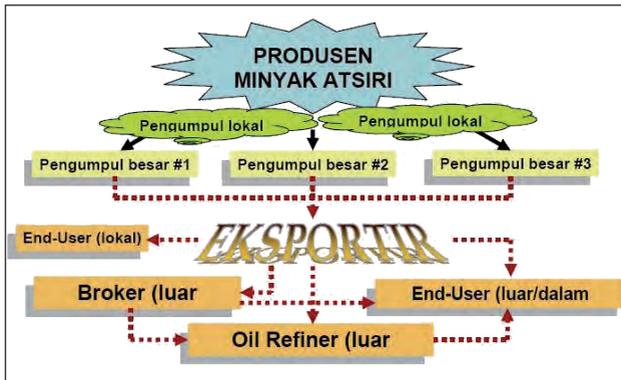
Untuk volume yang kecil, wadah kaca sering digunakan sebagai tempat penyimpanan. Namun, untuk jumlah yang lebih besar dapat disimpan dalam drum logam dengan menyisakan ruang kosong (*space*) sekitar 5–10% dari isi drum. Drum minyak serai dapat dibuat dari plat timah putih atau aluminium. Bisa juga dibuat dari plat besi berlapis timah putih, galvanis, atau ber enamel atau lapisan lainnya yang tahan minyak serai. Drum baja ringan berlapis resin epoksi merupakan contoh yang sering dipakai sebagai tempat penyimpanan. Jika menggunakan drum bekas, harus dipastikan bahwa drum tersebut telah dibersihkan dan dikeringkan sebelum diisi dengan minyak atsiri. Wadah plastik seperti polietilen tidak boleh digunakan karena plastik tersebut menyerap minyak dan menyebabkan kontaminasi. Untuk memastikan bahwa minyak tidak basah harus dibiarkan selama beberapa waktu sebelum disaring ke dalam wadah tersebut. Minyak umumnya terlihat lebih jernih jika dikeringkan secara seksama (Axtell & Fairman, 1992).

Sebelum dikirim, bagian luar drum dapat diberi keterangan/label berupa nama barang, nama perusahaan/eksportir, nomor drum, nomor lot, berat bersih, berat kotor, negara tujuan, produksi Indonesia, dsb. Umumnya minyak suling baru memiliki aroma khas yang kuat. Ini biasanya menghilang setelah penyimpanan beberapa minggu. Beberapa jenis minyak atsiri secara bertahap memperoleh aroma lebih kuat selama penyimpanan, misalnya akar wangi dan nilam.

4. Saluran Distribusi

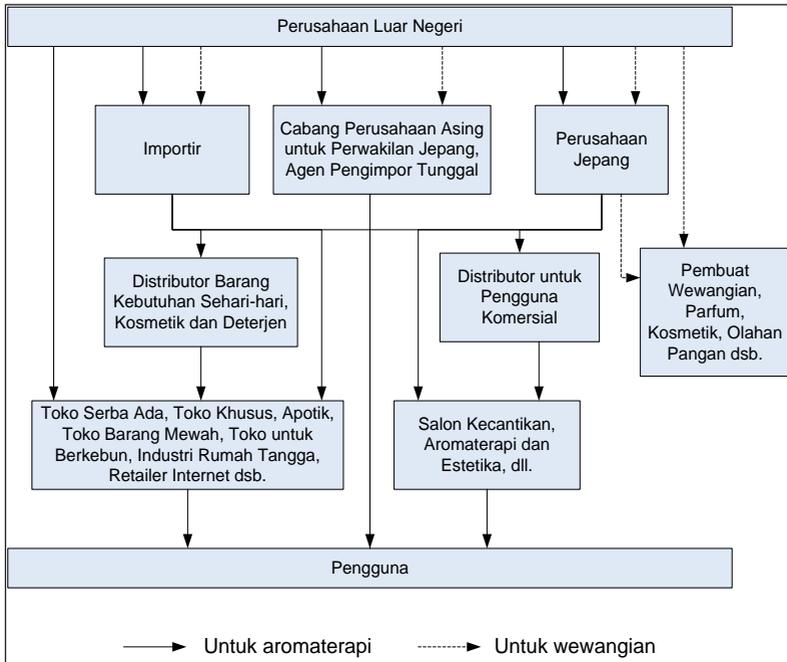
Dari pabrik, untuk sampai ke konsumen, minyak atsiri baik di dalam maupun luar negeri dapat melalui satu atau lebih saluran distribusi (Gambar 7.11). Hal ini bergantung pada pengguna akhir yang dituju (misal untuk konsumen dalam atau luar negeri), volume distribusi (kecil, menengah, besar), dan jaringan kerja sama.

Tantangan utama jika menjual melalui pengumpul adalah penilaian kualitas minyak. Pedagang pengumpul umumnya memberikan modal atau uang muka kepada petani/penyuling sehingga minyak yang dihasilkan oleh petani/penyuling harus dijual kepada pengumpul tersebut dengan harga yang ditentukan oleh pembeli/pengumpul berdasarkan mutu yang dinilai secara sepihak oleh pembeli secara subyektif, tidak berdasarkan mutu atau kadar atau kandungan senyawa esensial dalam produk minyak atsiri tersebut. Artinya, minyak yang bermutu baik atau kurang baik dihargai sama. Inilah yang menyebabkan penyuling melakukan pencampuran minyak atsiri bermutu rendah dengan yang bermutu baik atau bahkan penyuling enggan untuk memproduksi minyak yang bermutu baik (Dewan Atsiri Indonesia dan IPB, 2009). Produsen dapat memotong satu atau lebih saluran distribusi jika memiliki kemampuan kerja sama yang kuat didukung dengan volume produk yang tinggi.



Sumber: Feryanto (2008)

Gambar 7.11 Rantai Perdagangan Minyak Atsiri di Indonesia



Sumber: ITPC Osaka (2012)

Gambar 7.12 Alur Distribusi Minyak Atsiri di Jepang

Untuk perusahaan yang menginginkan ekspor langsung ke negara tujuan, saluran distribusinya harus memperhatikan mekanisme yang ada di negara tersebut. Untuk distribusi dari Indonesia ke Jepang misalnya, bisa melalui tiga cara, yaitu

- 1) melalui importir Jepang,
- 2) melalui perusahaan Jepang atau anak perusahaannya yang berada di Indonesia, atau
- 3) langsung mengirim ke perusahaan di Jepang.

5. Pemasaran

Pangsa produksi minyak serai wangi Jabar & Jateng mencapai 95% dari total produksi Indonesia (Rusli, 2010). Beberapa negara yang selalu aktif membeli minyak serai wangi Indonesia, antara lain adalah Singapura,

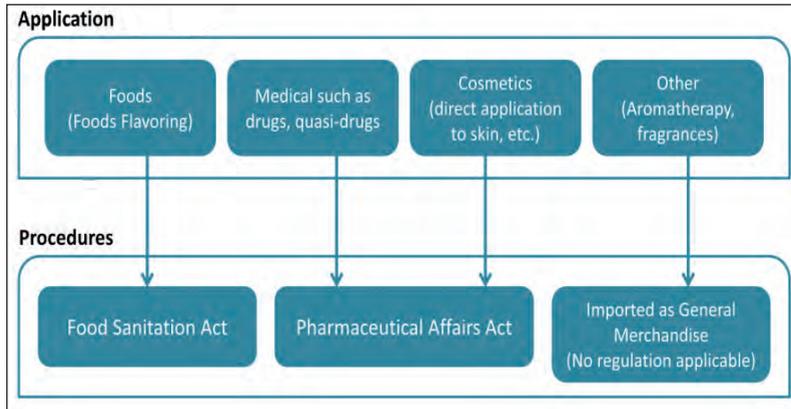
Jepang, AS, Australia, Belanda, Inggris, Perancis, Jerman, Italia, India, dan Taiwan. Dengan pembeli utama adalah AS, Prancis, Italia, Singapura, dan Taiwan.

Pemasaran minyak serai wangi dapat dilakukan melalui dalam negeri dan luar negeri. Di dalam negeri, produsen dapat langsung menjualnya ke pedagang keliling, pedagang perantara, maupun agen eksportir. Selain produsen yang aktif mencari pembeli, pedagang juga dapat aktif mencari produsen. Hal ini dapat terjadi jika potensi pasar cukup prospektif sehingga produsen mendapatkan harga jual yang cukup baik dari pedagang.

Beberapa contoh perusahaan di dalam negeri yang bergerak di bidang minyak serai wangi, di antaranya PT Indesso Aroma, PT Haldin Pasifik Semesta, PT Djasula Wangi, PT Scent Indonesia, CV Aroma, CV Indaroma, PT Essaroma, Karimun Kencana, PT Van Aroma, PT Sumber Multi Atsiri, PT Indowangi Nusajaya, PT Sarana Bela Nusa, PT Mitra Ayu Adhi Pratama, dan sebagainya (Budiartawan, t.t.).

Untuk pemasaran ke luar negeri, ada beberapa pihak yang bisa dijadikan sasaran. Pihak-pihak tersebut adalah sebagai berikut (Santoso, 1992).

- 1) Pemakai (*end user*), yaitu para pelaku usaha yang membuat “bibit” wewangian dan *essence* untuk dijual kembali ke industri *flavour* dan *fragrance* seperti kosmetika, farmasi, makanan, dsb.
- 2) Broker murni, yang biasanya menjual jasa informasi “penjualan” dan “pembelian” minyak atsiri yang dinilai objektif oleh eksportir dan importir serta mendapatkan imbalan berupa komisi tertentu atas pekerjaannya sebagai penghubung tersebut.
- 3) Broker sekaligus pedagang. Broker seperti di Eropa dapat merangkap sebagai *trader*, terutama saat kondisi pasar sedang prospektif. Mereka terlibat langsung dengan membeli sendiri serai wangi dan menjualnya ke industri.
- 4) Pedagang, Umumnya para pelaku profesional di bidang minyak atsiri yang memiliki hubungan, baik dengan eksportir maupun importir. Dengan kemampuannya untuk membeli dalam jumlah besar, pedagang mampu mengendalikan pasar.



Sumber: ITPC Osaka (2012)

Gambar 7.13 Prosedur Impor Minyak Atsiri di Jepang

Di luar negeri, ada persyaratan tambahan yang harus diikuti selain persyaratan mutu lokal. Persyaratan tersebut tergantung negara tujuan ekspor dan biasanya yang dikenai persyaratan terutama adalah perusahaan di luar negeri yang mengimpor dari Indonesia. Sebagai contoh untuk Jepang, prosedur impor minyak atsiri bergantung pada tujuan pemanfaatannya. Minyak atsiri yang digunakan sebagai bahan makanan akan menggunakan prosedur *Food Sanitation Act*, sedangkan minyak atsiri yang berfungsi sebagai obat-obatan dan kosmetik akan menggunakan prosedur *Pharmaceutical Affairs Act*. Minyak atsiri yang digunakan untuk aromaterapi dan minyak wangi akan diperlakukan sebagai *general merchandise* (ITPC Osaka, 2012).

Tantangan lain untuk menjual produk di luar negeri adalah masalah harga jual yang harus bersaing dengan produsen minyak atsiri dari negara lain. Menurut laporan Market Brief oleh perwakilan RI di Jepang, harga jual rata-rata ekspor minyak atsiri Indonesia ke Jepang lebih tinggi ketimbang Amerika Serikat yang merupakan eksportir utama. Selain itu, harga jual rata-rata Indonesia juga masih lebih tinggi ketimbang pesaing lainnya, seperti Singapura, China, dan India (ITPC Osaka, 2012). Dalam laporan tersebut tidak dirinci jenis minyak atsiri yang dijadikan patokan

untuk menghitung harga rata-rata. Ada kemungkinan harga jual rata-rata Indonesia lebih tinggi karena jenis minyak atsiri yang dijual juga lebih baik atau lebih mahal.

Pasar ekspor untuk minyak serai wangi juga terbuka lebar di Amerika. Indonesia dalam beberapa tahun terakhir merupakan pengekspor utama serai wangi ke Amerika (Tabel 7.4), dengan harga nilai per kg yang cukup kompetitif dibandingkan negara lainnya (Tabel 7.5). Kemampuan ekspor Indonesia ini perlahan menggeser dominasi China, yang pada tahun 1990-an memasok sekitar 60–80% kebutuhan impor di negara itu (Santoso, 1992).

Tabel 7.4 Negara Pengekspor Minyak Serai Wangi ke Amerika 2009–2013 (ton)

Negara	2009	2010	2011	2012	2013
Indonesia	100	78,6	72,3	159,6	197,2
China	124,3	104,8	37,4	54,2	63,8
Prancis	3,6	4,6	4,7	6,9	15,3
Sri Langka	9,5	15,6	5,2	6,4	11,6
Spanyol	0,9	0,5	0,5	1,1	3,8
India	1,1	0	0	1,6	3
Inggris	2,1	1,1	7,3	1,9	1,2
Taiwan	1,1	1,6	0	0	3,1
Lainnya	0,8	17,1	36,7	15,1	0
TOTAL	243,4	223,9	164,1	246,8	298,9

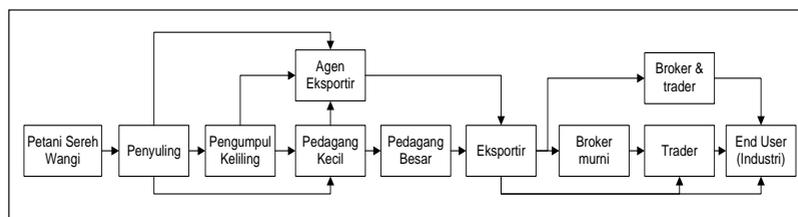
Sumber: International Trade Center (2014)

Tabel 7.5 Harga Satuan Ekspor Minyak Serai Wangi dari Berbagai Negara ke Amerika 2009–2013 (US\$/kg)

Negara	2009	2010	2011	2012	2013
Indonesia	10	12	18	19	18
China	10	11	18	19	15
Prancis	19	28	26	23	21
Sri Langka	25	19	20	14	15
Spainyol	13	13	30	28	30
India	7			19	12
Inggris	9	21	26	27	28
Taiwan	10	4			10
Lainnya	27	12	15	18	
TOTAL	11	12	18	19	18

Sumber: International Trade Center (2014)

Secara keseluruhan, rantai pasok dari bahan baku serai wangi hingga ke pengguna (industri pengolah serai wangi) dapat dilihat pada Gambar 7.14.



Gambar 7.14 Rantai Pasok Serai Wangi

6. Manajemen Pemeliharaan Alat Produksi

Manajemen pemeliharaan alat dan fasilitas dilakukan secara rutin yang mencakup sekurang-kurangnya tindakan perawatan rutin, pencegahan kerusakan alat, dan perbaikan tatkala rusak. Pemeliharaan alat dan fasilitas produksi yang baik dapat meningkatkan jaminan mutu produk secara stabil dan berkelanjutan. Kerusakan suatu alat pada skala ringan akan memengaruhi kestabilan mutu produk. Pada skala berat, kerusakan alat membutuhkan waktu cukup lama untuk perbaikan dan pengaturan

ulang alat (kalibrasi) agar didapatkan mutu produk yang sama seperti sebelum rusak.

C. DUKUNGAN ALIH TEKNOLOGI PUSAT PENELITIAN KIMIA LIPI

Konsep alih teknologi telah berevolusi dalam beberapa puluh terakhir yang mengindikasikan meningkatnya kebutuhan di antara penyedia teknologi (universitas, lembaga riset) dan pengguna teknologi (industri, komunitas, masyarakat). Konsep tradisional alih teknologi secara sederhana dapat dilihat sebagai aktivitas untuk menyebarkan pengetahuan ke pengguna, seperti melalui publikasi, diskusi, konsultasi, seminar, dan sebagainya.

Dalam dua dekade terakhir, istilah “alih teknologi” telah menjelma sebagai sarana pengalihan, secara formal, teknologi ke industri yang diindikasikan dengan pengalihan atau izin penggunaan kekayaan intelektual dari penyedia teknologi ke pengguna dengan imbalan tertentu. Ada beberapa macam cara untuk alih teknologi, yang lazim dikenal adalah dengan lisensi dan pembentukan usaha baru. Pembentukan usaha baru dapat dilakukan melalui inkubasi ataupun kemitraan.

Sebagai lembaga riset, Pusat Penelitian Kimia LIPI berperan dalam melakukan penelitian, pengembangan teknologi, hingga persiapan alih teknologi. Persiapan itu meliputi kajian desain proses, kajian pasar, promosi, perancangan kerja sama, dan sebagainya (Setiawan dkk., 2013). Sebagai lembaga pemerintah, P2 Kimia tidak menjalankan usaha dari hasil penelitian. Oleh karena itu, diperluhkanhkan mitra dari masyarakat atau industri yang berminat untuk mengembangkan usaha dari hasil penelitian. Masyarakat yang berminat untuk melakukan alih teknologi dapat menghubungi alamat berikut:

Bidang Pengelolaan dan Diseminasi Hasil Penelitian
Pusat Penelitian Kimia LIPI
Kawasan Puspiptek, Serpong, Tangerang Selatan,
Banten, 15314 Telp. 021 756 0929 Faks. 021 7560549

Tahapan untuk kerja sama alih teknologi dimulai dengan diskusi bersama antara mitra dan P2 Kimia terkait jenis teknologi yang akan

digunakan dan rencana pengembangan usaha. Keterbukaan dan kepercayaan menjadi kunci penting untuk pengembangan kerja sama ini. Mitra dapat mengajukan surat resmi terkait rencana kerja sama ini. Surat dapat dilampirkan dengan proposal pengembangan usaha. Jika telah tercapai kesepakatan, dilakukan penandatanganan kerja sama. Pelaksanaan pengembangan usaha dilakukan oleh mitra dengan dukungan dan pengawasan teknologi oleh peneliti P2 Kimia. Proses kerja sama ini secara ringkas disajikan dalam bagan tahapan kerja sama pada Gambar 7.15.



Gambar 7.15 Tahapan Alih Teknologi di P2 Kimia LIPI

D. KESIMPULAN

Untuk mengembangkan dan mengelola usaha minyak serai wangi, diperlukan suatu langkah dan pendekatan manajemen yang sistematis, terpadu, dan berkesinambungan. Pelaku harus secara aktif melihat potensi pasar, mencermati siklus hidup produk, merumuskan desain

produk, membangun perusahaan, dan rantai pasok yang kuat serta melakukan pemeliharaan peralatan produksi. Salah satu upaya penting dalam mempercepat pengembangan usaha adalah melakukan adopsi alih teknologi bekerja sama dengan lembaga litbang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, E., & Sulaswaty, A. (2005). *Laporan akhir DIP*. Serpong: Pusat Penelitian Kimia LIPI.
- Alighiri, D., Eden, W. T., Supardi, K. I., Masturi, & Purwinarko, A. (2017). Potential development essential oil production of Central Java, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 824(1), 012021. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/824/1/012021/pdf>
- Axtell, B. L., & Fairman, R. M. (1992). Minor oil crops. *FAO Agricultural Services Bulletin No. 94*. Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nation. Diakses dari <http://www.fao.org/docrep/X5043E/x5043E00.htm#Contents>.
- Bangs Jr., D. H. (2005). *Business plans made easy*. 3rd Edition. California: Entrepreneur Press.
- Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (2016). *Handbook of essential oils: Science, technology, and applications*. New York: CRC Press.
- Budiartawan, K. (t.t). Daftar eksportir minyak atsiri. Diakses dari https://www.academia.edu/14383635/Daftar_eksportir_minyak_astiri
- Bygrave, W. D. (1994). *The portable MBA in entrepreneurship*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Damanik, S. (2007). Analisis ekonomi usaha tani serai wangi: Studi kasus Kecamatan Gunung Halu, Kabupaten Bandung Selatan. *Bul. Litro*. 18(2), 203–221.
- de Silva, K. T. (1995). *Development of essential oil industries in developing countries: A manual on the essential oil industries*. Viena: UNIDO.
- Dewan Atsiri Indonesia dan IPB. (2009). Minyak atsiri Indonesia. Diakses dari <https://minyakatsiriindonesia.wordpress.com/atsiri/>
- Feryanto, A. D. A. (2008). *Kendala teknis dalam memulai/merintis usaha di bidang minyak atsiri*. Makalah disajikan pada Konferensi Nasional Minyak Atsiri. Surabaya, 2–4 Desember 2008. Diakses dari <https://minyakatsiriindonesia.wordpress.com/memulai-bisnis-atsiri/a-d-a-feryanto/>.
- Gayo Taring. (2012). Komoditas tanaman serai wangi. Diakses dari <http://gayotaring.blogspot.com/2012/02/komoditas-tanaman-serai-wangi.html>

- Gupta, N. S. (2000). *Management principles, practises and technique*. 2nd Edition. New Delhi: Atlantic Publishers & Distributors.
- Harahap, E. K. (2012). Minyak serai wangi. Diakses dari <http://emmakhairaniharahap.blogspot.com/2012/05/minyak-sereh-wangi.html>
- Heizer, J., & Render, B. (2008). *Operation managements*. 9th Edition. New Jersey: Prentice Hall.
- International Trade Center. (2014). *US Imports of essential oils, 2009–2013: Part one*. Diakses dari http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Exporters/Market_Data_and_Information/Market_information/Market_Insider/Essential_Oils/US%20Essential%20oil%20import%20stats%202009-2014%20Part%20One.pdf.
- IITPC Osaka. (2012). *Market brief 2012: HS 3301 minyak atsiri*.. Diakses dari <http://itpc.or.jp/wp-content/uploads/2012/11/Minyak-atsiri-final.pdf>.
- Kemendiknas (2010). *Modul 5: Perencanaan usaha*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Kursus dan Kelembagaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Non Formal dan Informal, Kementerian Pendidikan Nasional.
- Kementerian Pertanian. (2015). *Situs basis data atatistik kementerian pertanian*. Diakses dari <http://aplikasi.pertanian.go.id/bdsp/index.asp>.
- Kusnadi, E. (2011). Tentang OEE (Overall Equipment Effectiveness). Diakses pada dari <https://eriskusnadi.wordpress.com/2011/09/24/tentang-overall-equipment-effectiveness/>
- Kusuma, I., Ansyarullah, Emmyzar, Rubaya, Y., Herman, & Daswir. (2006). Pengaruh pemupukan terhadap produksi dan mutu serai wangi. *Bul. Litro*, 17(2), 59–65.
- Lorenza, C. C. (1998). *Management: Theory and practice*. Quezon City: Rex Printing Company, Inc.
- Ma'mun. (2013). Minyak atsiri sebagai aditif penghemat bahan bakar minyak. Dalam *Prosiding seminar nasional inovasi tanaman atsiri, Solok, 11–12 Juli 2012*, 153–158. Bogor: IAARD Press.
- Ma'mun, Sriyadi, Suhirman, S., Mulyana, H., Suyatno, D., & Kustiwa, D. (2010). *Minyak atsiri sebagai bio aditif untuk penghematan bahan bakar minyak (BBM)* (Laporan Teknis Penelitian). Bogor: Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik.
- Mansur, M. (1990). Mutu dan produksi minyak klon unggul T-ANG 1, 2, 3, dan 113. Dalam *Prosiding simposium I hasil penelitian dan pengembangan tanaman industri, buku VII: Tanaman atsiri, seri pengembangan No. 13*, 1062–1067, Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri.
- Rusli, M. S. (2010). *Sukses memproduksi minyak atsiri*. Jakarta: Agromedia Pustaka.

- Santoso, H. B. (1992). *Sereh wangi bertanam dan penyulingan*. Yogyakarta: Percetakan Kanisius.
- Setiawan, A. A. R., Wibowo, J. W., & Haryono, A. (2013). Evaluation of Research Readiness Toward Technology Transfer Using Analytic Hierarchy Process. Dalam Suprpto, B. (ed). *Proceeding of the 2nd International Conference on Technology Management & Technopreneurship 2013*. Yogyakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Atma Jaya. ISBN 976-602-98157-4-0.
- Sudaryanto, Nurjanah, S., & Rosalinda, S. (2010). *Pengaruh lama penyimpanan dan jenis kemasan terhadap mutu minyak nilam (patchouli oil)* (Laporan Hasil Penelitian). Bandung: Universitas Padjajaran.
- Widiastuti, I. (2012). *Sukses agribisnis minyak atsiri: Menguk peluang usaha aneka olahan minyak atsiri..* Yogyakarta: Pustaka Baru Press.



BAB VIII

Minyak Serai Wangi: Potensi Besar Yang Perlu Perhatian

Haznan Abimanyu, Silvester Tursiloadi, dan Meika Syahbana Rusli

Di Eropa minyak serai wangi pertama kali ditulis oleh Nicolaus Grimm, seorang tabib tentara yang belajar obat-obatan di Colombo pada akhir abad 17. Grimm menamakan rumput yang menghasilkan minyak tersebut (serai) dengan *Arundo Indica Odorata*. Pada tahun 1851 dan 1855 sedikit contoh minyak serai wangi diperlihatkan dalam “*World Fairs*” yang diadakan di London dan Paris. Sejak itu, minyak ini makin dikenal di Eropa dan penggunaannya makin berkembang untuk wangi-wangian, sabun, dan sebagai bahan dasar dalam industri lainnya. Permintaan untuk minyak serai wangi makin bertambah dan sejumlah besar dihasilkan di Ceylon, yang merupakan penghasil terbesar di dunia hingga tahun 1890. Sekarang minyak serai wangi tipe Jawa (*Citronella oil of Java* atau *Java citronella oils*) telah jauh melampaui tipe Ceylon (Ketaren, 1985).

A. KOMODITAS EKSPOR YANG MENJANJIKAN

Secara umum tanaman serai di Indonesia dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu serai lemon atau serai bumbu (*Cymbopogon citratus*) dan serai wangi atau serai sitronela (*Cymbopogon nardus*). Umumnya tidak dibedakan nama serai wangi dan serai lemon meskipun kedua jenis ini mudah dibedakan (Harris, 1994). Tanaman serai wangi di Indonesia dikenal ada dua jenis, yaitu Mahapengiri dan Lenabatu. Jenis Mahapengiri memiliki daun berbentuk lebih pendek dan lebih luas daripada daun jenis Lenabatu. Serai wangi jenis Mahapengiri menghasilkan minyak lebih banyak dan lebih tinggi mutunya (kandungan sitronelal dan geraniol) dibandingkan jenis Lenabatu (Ketaren & Djatmiko, 1978).

Minyak serai wangi Indonesia pada tahun tujuh puluhan pernah kesohor dengan julukan *Java Citronella* namun volume ekspor dan nilainya berfluktuasi tiap tahun. Ekspor terendah minyak serai wangi terjadi pada tahun 1997 dengan volume hanya sebesar 85 ton dengan nilai sebesar US\$325.000 saja. Setelah itu naik dan pada tahun 2007 mencapai volume ekspor tertinggi sebesar 2.663 ton dengan nilai sebesar US\$69.533.000, tetapi terus menurun hingga mencapai nilai ekspor sebesar US\$37.382.000 dengan volume sebesar 992 ton saja (Dirjenbun, 2013).

Dengan meningkatnya kebutuhan dunia akan minyak serai wangi dengan pertumbuhan permintaan sebesar 3–5% per tahun, terbuka peluang bagi Indonesia untuk meningkatkan ekspor minyak serai wangi. Saat ini kebutuhan minyak serai wangi dunia dipasok sebagian besar oleh China, sementara Indonesia menempati urutan ketiga pemasok minyak serai wangi dunia setelah Vietnam.

B. PERAN PENTING MINYAK SERAI WANGI

Minyak serai wangi adalah salah satu minyak atsiri yang penting di Indonesia di antara beberapa minyak atsiri lainnya. Pentingnya minyak serai wangi terutama sebagai salah satu komoditas ekspor penghasil devisa negara, sangat ditentukan oleh kualitas komponennya. Komponen kimia dalam minyak serai wangi di antaranya adalah alkohol, hidrokarbon,

ester, aldehid, keton, oksida, lakton, dan terpen. Komponen terpenting adalah sitronelol, sitronelal, dan geraniol (Guenther, 1950; Burdock, 2002). Sitronelal dan geraniol menentukan intensitas bau, harum serta nilai harga minyak serai wangi. Kadar komponen kimia penyusun utama minyak serai wangi tidak tetap dan bergantung pada beberapa faktor. Biasanya jika kadar geraniol tinggi maka kadar sitronelal juga tinggi (Harris, 1987).

Buku ini telah menjelaskan upaya perbaikan teknologi penyulingan dan pemurnian minyak serai wangi. Dengan adanya teknologi tersebut diharapkan mutu serai wangi dapat ditingkatkan. Proses pemurnian minyak atsiri dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu secara fisika dan kimiawi. Pemurnian minyak atsiri secara fisika dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, yaitu distilasi sederhana, distilasi fraksionasi, distilasi vakum, dan distilasi molekuler serta ekstraksi fluida CO₂ superkritik.

Manfaat minyak serai wangi dan turunannya, selain digunakan sebagai bahan penyedap makanan dan minuman, juga digunakan untuk bahan obat lain yang pada prinsipnya paling banyak digunakan dalam aromaterapi dengan berbagai manfaat untuk kesehatan, kulit dan rambut, seperti *antibacterial*, *antidepressant*, *antiseptic*, *antispasmodic*, *anti-inflammatory*, *deodorant*, *diaphoretic*, *diuretic*, *febrifuge*, *fungicidal*, *insect repellent*, *stomachic*, *stimulant*, *tonic* dan *vermifuge*. Minyak serai wangi dan turunannya juga memiliki potensi untuk dijadikan bioaditif minyak solar karena memiliki kinerja dalam menurunkan laju konsumsi bahan bakar, dengan penambahan 0,3% dapat menghemat konsumsi bahan bakar minyak (BBM) di atas 10% dengan penurunan emisi gas buang/opasitas kendaraan yang cukup signifikan.

Minyak serai wangi adalah natural *dewormer* dan natural *detoxifier* yang dapat digunakan untuk penyembuhan masalah ortopedi, seperti *osteoarthritis*, dan *rheumatoid arthritis*. Penggunaan minyak serai wangi sebagai bahan utama dapat meningkatkan produksi urin sehingga dapat mempercepat detoksifikasi dan menjaga sistem ginjal serta sangat membantu dalam menyembuhkan masalah yang berkaitan dengan retensi cairan tubuh. Selain itu, minyak serai wangi juga sebagai bahan utama

peredaya nyeri yang hebat, baik itu nyeri otot atau nyeri sendi, memiliki sifat antiinflamasi, antiseptik, antimikrob, antijamur, antidepresan yang efektif, membantu orang menyingkirkan *gloominess* dan kelelahan mental, maupun bekerja sebagai *great mood elevator*. Sebagai obat topikal, minyak serai wangi sebagai bahan utama digunakan dalam sejumlah produk perawatan kulit termasuk lotion tabir surya, krim penghapusan jerawat, krim pengontrol minyak, penolak serangga, dan lain-lain. Penggunaan terbaik dari minyak serai wangi sebagai bahan utama untuk rambut adalah mengendalikan kadar minyak di kulit kepala, pengondisian kulit kepala, dan rambut berminyak.

Selain manfaat minyak serai wangi, buku ini juga menjelaskan kegunaan minyak serai wangi dan turunannya untuk keperluan medis, seperti antikanker, aktivitas kardiovaskular dan metabolisme lipid, aktivitas yang berkaitan dengan sistem saraf, antidiabetes, dan alergen kulit.

Isolasi secara fisika dapat dilakukan dengan cara destilasi fraksionasi (FD) untuk senyawa yang memiliki berat molekul rendah dan distilasi molekular (MD) untuk senyawa yang memiliki berat molekul besar dalam kondisi vakum. Isolasi secara kimia dilakukan berdasarkan reaksi kimia. Seperti isolasi sitronelal dari komponen lain dengan menggunakan larutan jenuh natrium bisulfit. Dari isolasi tersebut akan diperoleh masing-masing senyawa murni penyusunannya. Senyawa murni dari penyusunannya ini dapat diturunkan menjadi senyawa produk lain yang mempunyai sifat-sifat khusus yang dapat disesuaikan dengan karakter yang dikehendaki.

Sintesa turunan minyak serai wangi melibatkan banyak reaksi kimia dan penggunaan katalisator yang jumlahnya terus berkembang sejalan dengan perkembangan penelitian. Berbagai senyawa dengan gugus fungsi yang spesifik sebagai hasil sintesis atau turunan minyak serai wangi banyak diperlukan oleh industri formulasi parfum berkualitas tinggi, *flavor*, *fragrance*, obat-obatan, *repellent*, antiseptik, tolak nyamuk, membantu melemaskan otot, dan bau harumnya membangkitkan gairah. Peningkatan gugus lipofilisitas mampu meningkatkan aktivitas antikanker

cukup signifikan, baik secara *in vitro* maupun *in vivo*. Karenanya perlu dilakukan kajian rancangan/design turunan lainnya melalui pendekatan komputasi dengan melakukan *docking* dengan reseptornya sehingga dapat diprediksi aktivitasnya dan akan mempermudah dan mempercepat hasilnya sehingga mampu menghemat biaya.

C. TANTANGAN DAN KESEMPATAN PENGEMBANGAN

Minyak serai wangi merupakan komoditas di sektor agrobisnis yang memiliki pasaran yang baik dan berdaya saing kuat. Komoditas ini memegang peranan sangat besar sebagai sumber devisa dan pendapatan petani serta penyerapan tenaga kerja. Minyak serai wangi pernah tersohor dengan julukan *Java Citronella* dengan volume ekspor yang cenderung naik. Minyak serai wangi di Indonesia dihadapkan pada dua masalah utama, yaitu mutu yang tidak seragam dan harga yang berfluktuasi.

Permasalahan yang mencakup pengadaan bahan baku, respons petani, penanganan pasca panen, proses produksi, teknologi pengolahan termasuk peralatan penyulingan dapat berakumulasi pada rendahnya dan tidak seragamnya mutu minyak serai wangi Indonesia. Hal ini sangat memengaruhi harga jualnya di pasaran dunia. Padahal pasokan minyak serai wangi dari beberapa negara dan volume permintaan di pasar dunia dapat menyebabkan fluktuasi harga.

Program ekstensifikasi dan intensifikasi tanaman serai wangi perlu dipertimbangkan untuk mendapatkan bahan baku yang lebih banyak. Penanaman serai wangi tergolong sangat mudah dengan biaya perawatan yang murah. Hal ini memberi peluang yang besar bagi petani untuk mendapatkan keuntungan. Panen perdana dari minyak serai wangi dapat dilakukan setelah umur tanaman 6 bulan dan dapat dilanjutkan setiap 3 bulan sekali, sampai seterusnya hingga 5 tahun. Pertumbuhan tanaman serai yang paling baik memerlukan analisis kesesuaian lahan mulai dari jenis tanah, kesuburan tanah, topografi, ketinggian tempat, dan zona klimatisasinya. Perbaikan budi daya tanaman serai wangi dan penambahan keragaman genetik dapat menghasilkan serai wangi yang unggul sehingga mutu minyak yang seragam dan hasil rendemen minyak serai yang maksimal akan didapat.

Di hilir, perlu dikembangkan industri minyak serai wangi dengan bantuan teknologi yang telah dikembangkan. Di antaranya teknologi penyulingan yang modern dan pemurnian yang dapat meningkatkan mutu minyak serai wangi serta teknologi isolasi komponen utama dan sintesa turunan dari komponen utama tersebut yang dapat menambah nilai dari produk minyak serai wangi.

Buku ini menguraikan kajian pengembangan usaha berbasis teknologi untuk minyak serai wangi yang mencakup konsep umum manajemen usaha, potensi usaha minyak serai wangi, langkah-langkah mengembangkan usaha dan manajemen pemeliharaan peralatan produksi. Dari ulasan mekanisme alih teknologi penelitian di P2 Kimia LIPI kepada pengguna, diharapkan mampu memberikan landasan dalam pengembangan usaha minyak serai di Indonesia.

Semua ini tergantung dari keseriusan pemerintah untuk membuat kebijakan dalam pengembangan komoditas ekspor agrobisnis ini dan kemauan pelaku usaha, terutama eksportir, berperan aktif dalam membina petani dan penyuling serta upaya untuk meningkatkan nilai tambah minyak serai wangi dengan teknologi yang telah dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Burdock, G. (2002). *Fanarali's Handbook of Flavor Ingredients*. Boca Raton, FL, CRC Press.
- Dirjenbun (Direktorat Jenderal Perkebunan), Kementerian Pertanian – RI. (2013). *Statistik Perkebunan Indonesia – Tanaman Semusim*. Jakarta.
- Guenther, E. (1950). *The Essential Oil*, Volume I. New York: Van Nostrand Company Inc.
- Guenther, E. (1987). *Minyak Atsiri*. Jilid I. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Harris, R. (1987). *Tanaman Minyak Atsiri*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Harris, R. (1994). *Tanaman Minyak Atsiri*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ketaren, S. (1985). *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Ketaren, S., & Djatmiko, B. (1978). *Minyak Atsiri Bersumber dari Bunga dan Buah*. Bogor: Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Fatemeta IPB.
- Oyen, L. P. A., & Dung, N. X. (Eds.). (1999). *Plant Resources of South East Asia No. 19: Essential Oil Plants*. Leiden, Netherlands: Backhuys Publisher.



GLOSARIUM

- ADME (adsorpsi, distribusi, metabolisme dan ekskresi) : merupakan parameter proses yang dilakukan dalam tubuh terhadap bahan aktif (obat) yang akan memengaruhi aktivitas suatu obat.
- Aetheric oil : minyak atsiri, atau dikenal juga sebagai minyak eterik (*aetheric oil*), minyak esensial (*essential oil*), minyak terbang (*volatile oil*), serta minyak aromatik (*aromatic oil*).
- Aktivator : suatu zat untuk mengaktifkan gugus karboksilat agar proses esterifikasi, amidase terbentuk.

- Alih teknologi : pengalihan kemampuan memanfaatkan dan menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi antar lembaga, badan atau orang, baik yang berada dalam lingkungan dalam negeri maupun yang berasal dari luar negeri ke dalam negeri atau sebaliknya.
- Amida : suatu hasil reaksi antara senyawa asam karboksilat dan amina (RCOOH dan $\text{R}'\text{-NH}_2$).
- Antidiabetes : suatu agen (senyawa atau ekstrak bahan alam, sintetik atau semi sintetik) yang memiliki kemampuan untuk perawatan diabetes dengan mengontrol kandungan gula dalam darah melalui berbagai mekanisme.
- Antikanker : suatu agen (senyawa atau ekstrak bahan alam, sintetik atau semi sintetik) yang memiliki kemampuan membunuh atau menghambat pertumbuhan sel kanker yang diharapkan dapat digunakan untuk pengobatan kanker.
- Antimikroba : suatu agen (senyawa atau ekstrak bahan alam, sintetik atau semi sintetik) yang memiliki kemampuan membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroba.
- Antinosiseptif : suatu agen (senyawa atau ekstrak bahan alam, sintetik atau semi sintetik) yang memiliki kemampuan mengurangi sensitivitas terhadap rasa.
- Antioksidan : suatu agen (senyawa atau ekstrak bahan alam, sintetik atau semi sintetik) yang memiliki kemampuan menghambat proses oksidasi dan menangkap radikal bebas.
- Bio Additive BBM : Produk aditif alami yang murni berasal dari herba seperti serai wangi yang ramah lingkungan, berguna untuk mesin-mesin

yang menggunakan bensin maupun solar. Dengan menggunakan aditif ini, selain daya pacu kendaraan lebih kuat, mesin terawat dan tidak ada efek samping. Bio Aditif untuk penghemat bahan bakar, membersihkan saluran ruang bakar, menambah tenaga mesin, mengurangi emisi gas buang.

- Bioaditif : suatu zat hayati yang ditambahkan (dalam jumlah kecil) ke dalam suatu bahan, untuk meningkatkan kinerja bahan (dalam hal ini kinerja bahan bakar kendaraan).
- Bisnis : aktivitas penjualan barang atau jasa dari suatu individu, komunitas, atau organisasi kepada konsumen yang mendatangkan keuntungan.
- Catalyst-bifunctional* : katalis yang aktif untuk dua jenis reaksi yang berbeda.
- Citronella oil* : atau dikenal juga dengan nama minyak serih wangi, salah satu minyak atsiri komersial Indonesia yang diperoleh melalui proses penyulingan.
- DEET : alternatif penolak serangga dari kimia; bahan aktif yang paling banyak dan sering digunakan untuk *repellent* di Indonesia adalah DEET (Diethyltoluamide).
- Derivasi : turunan minyak serih wangi melibatkan sintesis yang mengubah gugus fungsi komponen utamanya menjadi produk turunan yang diinginkan.
- Desain produk : proses kreasi menghasilkan barang yang akan ditawarkan oleh penjual kepada pembeli.
- Distillation* : suatu proses yang melibatkan campuran *liquid* atau uap yang terdiri dari dua atau lebih komponen dipisahkan menjadi fraksi komponen yang diinginkan.

- Edible fat* : minyak pangan yang bisa dimakan yang bersumber dari bahan nabati atau hewani dan memiliki banyak sifat kimia.
- ENIP : Expo Nasional Inovasi Perkebunan.
- Enzim HMG-CoA reductase : enzim yang bertanggung jawab terhadap pembentukan kolesterol.
- Essential oil* : jenis minyak rempah yang memiliki sifat-sifat dasar yang khas baik dalam hal aroma maupun kegunaannya.
Di Indonesia *essential oil* diartikan sebagai minyak atsiri atau minyak terbang. Dikatakan minyak terbang karena sifatnya yang mudah menguap pada suhu kamar sekalipun (29,5°C) karena minyak atsiri memiliki titik didih rendah akibat massa molekul yang kecil. *Essential oil* mengandung segala manfaat yang dimiliki tanaman, dan bersifat sangat kuat, sehingga cukup setetes saja kita sudah dapat merasakan manfaatnya. Karena *essential oil* sangatlah kuat, kita tidak dapat menggunakannya secara langsung, harus dicampur dengan *carrier oil*.
- Ester : merupakan hasil reaksi antara asam karboksilat dan alcohol (RCOOH dan R'OH).
- Eter : hasil sintesis alcohol dan alcohol (ROR')
- Flavor-fragrance* : *flavors* merupakan bahan baku yang berhubungan dengan aroma dan rasa yang digunakan sebagai tambahan pangan dan rokok, sedangkan *fragrance* merupakan bahan baku bukan pangan yang digunakan sebagai bibit wewangian untuk memproduksi

parfum, bahan perawatan diri dan perawatan rumah tangga, seperti sabun, deterjen, shampo, dan minyak wangi.

Gas Liquid
Chromatography
(GLC)

: metode pemisahan yang didasarkan atas distribusi diferensial komponen sampel di antara dua fase. Dimana kromatografi selalu melibatkan dua fase, yaitu fase diam (*stationary phase*) dan fase gerak (*mobile phase*). Fase diam dapat berupa padatan atau cairan yang terikat pada permukaan padatan (kertas atau suatu adsorben), sedangkan fase gerak dapat berupa cairan yang disebut eluen (pelarut), dan gas pembawa yang bersifat inert. Gerakan fase gerak ini mengakibatkan terjadinya migrasi diferensial komponen dalam sampel.

Geraniol
($C_{10}H_{18}O$)

: alkohol primer yang ditemukan di geranium, serai, lemon, dan minyak lainnya. Digunakan terutama pada wewangian, monoterpenoid dan alkohol. Ini adalah bagian utama dari minyak mawar, Palmarosa minyak, dan minyak serai wangi jawa.

Hidroksilasi

: reaksi kimia yang menambahkan gugus hidroksil ke dalam suatu senyawa kimia.

H-ionon

: senyawa yang telah dianalisis dan diusulkan oleh Harjono dari hasil reaksi pseudoionon dengan H_2SO_4 (60%) pada suhu $40^\circ C$.

IC_{50} DPPH

: konsentrasi senyawa untuk memberikan kemampuan menangkap 50% radikal bebas DPPH.

Industri	:	pengolahan barang dan jasa terkait untuk meningkatkan nilai ekonomi, seperti pertanian, perkebunan, dan pertambangan.
Insect repellent	:	cairan semprot yang berguna untuk melindungi kulit si kecil dari gigitan serangga yang bisa membuatnya alergi. Pada dasarnya <i>repellent</i> tidak mampu untuk membunuh <i>insect</i> . Bahan aktif yang paling banyak dan sering digunakan untuk <i>repellent</i> di Indonesia adalah DEET (Diethyltoluamide).
Isomerisasi	:	reaksi dimana satu molekul diubah menjadi molekul lain yang memiliki atom-atom yang sama, namun atom tersebut memiliki urutan kimia yang berbeda sehingga membentuk isomernya.
Katalis	:	zat yang akan mempercepat proses reaksi.
Kemasan	:	material yang digunakan untuk membungkus atau melindungi suatu barang.
Konsentrasi hambatan minimum (KHM)	:	konsentrasi minimum (% atau ppp atau g/mL) yang mampu mematikan, menghambat pertumbuhan bakteri/fungi/sel kanker/virus sampai dengan 50%.
Kimia adi	:	bahan kimia yang mempunyai kegunaan sangat penting
Log P	:	koefisienpartisi, dan ukuran kepolaran suatu bahan aktif, negatif artinya sangat polar dan lebih besar 5 bersifat nonpolar.
Minyak atsiri	:	minyak nabati yang berwujud cair dan mudah menguap pada suhu ruang.
<i>One-pot system</i>	:	sistem satu-reaktor.
Plasma nutfah serih wangi	:	bibit asli dari suatu tumbuhan serih wangi yang belum di rekayasa.

- Reduksi : penambahan hidrogen atau elektron atau penghilangan oksigen, sedangkan reaksi oksidasi merupakan penambahan oksigen atau elektron atau penghilangan hidrogen.
- Rencana usaha
(*business plan*) : dokumen yang menyatakan inti kesuksesan bisnis, meliputi tujuan dan alasan bisnis, serta proses mencapai tujuan bisnis tersebut
- Sitronelal ($C_{10}H_{16}O$) : cairan tak berwarna, dengan bau menyegarkan dan mempunyai sifat racun dehidrasi (*desiccant*). Racun tersebut merupakan racun kontak.
- Sitronelol ($C_{10}H_{20}O$) : *Citronellol* atau *dihydrogeraniol* adalah monoterpenoid asiklik alami. Ada dua tipe enansiomer yang umum di alam: (i) Sitronelol (+)-, yang ada di dalam minyak serih, termasuk serih wangi (50%) adalah isomer yang lebih umum dan (ii) Sitronelol (-)- yang dapat diperoleh dari minyak mawar dan *Pelargonium geraniums*.
- Teknologi : sarana untuk menyediakan barang atau jasa yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia.
- Terna basah
Vermifuge : daun basah.
: bahan yang mengeluarkan cacing usus/obat atau zat yang mengusir cacing dari tubuh hewan; obat cacing.



DAFTAR SINGKATAN

BPTP	: Balai Penyelidikan Teknik Pertanian
SKLS	: Susu Kuda Liar Sumbawa
BBM	: Bahan Bakar Minyak
GLC	: <i>Gas Liquid Chromatography</i>
SII	: Standar Industri Indonesia
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SP	: Standar Perdagangan
PPK	: Pusat Penelitian Kimia
SFE	: <i>Supercritical Fluid Extraction</i>
BEIAC	: <i>Business Engineering and Industrial Applications Colloquium</i>
ISAC	: <i>International Symposium on Applied Chemistry</i>
KEMRI	: <i>Kenya Medical Research Institute</i>
PDT	: <i>Photo Dynamic Therapy</i>
OGTT	: <i>Oral Glucose Toleran Test</i>
TBARS	: <i>Tio Barbituric Acid Reactive Substance</i>
BHT	: <i>Butylated Hydroxy Toluene</i>
CNS	: <i>Central Nervous System</i>
JIPM	: Japan Institute of Plant Maintenance

OEE	: <i>Overall Equipment Effectiveness</i>
TPM	: <i>Total Productive Maintenance</i>
NPV	: <i>Net Present Value</i>
IRR	: <i>Internal Rate of Return</i>
ROI	: <i>Return on Investment</i>
PP	: <i>Payback Period</i>
BEP	: <i>Break Even Point</i>
RUPS	: Rapat Umum Pemegang Saham
CPKB	: Cara Pembuatan Kosmetik yang Baik
CPOTB	: Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik
CPOB	: Cara Pembuatan Obat yang Baik
OPT	: Organisme Pengganggu Tanaman
Balitra	: Badan Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
PP Kimia LIPI	: Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
CO ₂	: Carbon Dioxyde
PR	: Perkebunan Rakyat
PBS	: Perkebunan Besar Swasta
PTPN VIII	: Perkebunan Besar Negara VIII
BPTP	: Balai Proteksi Tanaman Perkebunan
BPBTP	: Balai Pengembangan Benih Tanaman Perkebunan
BP2MB	: Balai Pengawasan dan Pengujian Mutu Benih Tanaman Perkebunan
KDT	: Katalog Dalam Terbitan
DAI	: Dewan Atsiri Indonesia
DEET	: <i>Diethyl-Meta-Toluamide</i>
Aditif BBM	: Aditif Bahan Bakar Minyak
Dirjen BPOM	: Direktorat Jenderal Badan Pengawas Obat dan Makanan
SNI	: Standar Nasional Indonesia
FAO UN	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
EDTA	: <i>Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid</i>

GC	: <i>Gas Chromatography</i>
GCMS	: <i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry</i>
OPT	: Organisme Pengganggu Tumbuhan
DF	: Distilasi Fraksionasi
DM	: Distilasi Molekuler
SDM	: Sumber Daya Manusia
CPOB	: Cara Pembuatan Obat yang Baik
CPOTB	: Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik
CPKB	: Cara Pembuatan Kosmetik yang Baik
CAS number	: <i>Chemical Abstracts Service number</i>
GRAS	: <i>Generally Recognized as Safe</i>
FEMA	: <i>Flavor and Extract Manufacturers Association</i>
MPTP	: 1-metil-4-fenil-1, 2, 3, 6-tetrahydropyridine
MSDS	: <i>Material Safety Data Sheet</i>
PPARs	: <i>Peroxisome Proliferator Activated Receptors</i>
ATCC	: <i>American Type Culture Collection</i>
ROS	: Reaktif Oksigen Spesies
KHM	: Konsentrasi Hambatan Minimum
MDBK	: <i>Madin Darby bovine kidney</i>
MNTC	: <i>Maximum Nontoxic Concentration</i>
CPE	: <i>Cyto Pathogenic Effect</i>
PA	: <i>Patchouli Alcohol (PA)</i> ,
OGTT	: <i>Oral Glucose Tolerant Test</i>
KEMRI	: <i>Kenya Medical Research Institute</i>
MVK	: Vinil Metil Ketone
ADME	: Adsorpsi, Distribusi, Metabolisme, dan Ekskresi
IS	: Indeks Selektivitas
NPV	: <i>Net Present Value</i>
PP	: <i>Payback Period</i>
IRR	: <i>Internal Rate of Return</i>
NPV	: <i>Net Present Value</i>
B/C Ratio	: <i>Benefit Cost Ratio</i>
PP	: <i>Payback Period</i>

IRR	: <i>Internal Rate of Return</i>
OEE	: <i>Overall Equipment Effectiveness</i>
RUPS	: Rapat Umum Pemegang Saham
TPM	: <i>Total Productive Maintenance</i>
PT	: Perseroan Terbatas
CV	: <i>Commanditaire Vennootshcap</i>

INDEKS



- Alih teknologi, 197
Antidiabetes, 145, 147, 148, 161
Antiinflamasi, 143
Antikanker, 135, 147, 148, 152, 156,
161
Antimikroba, 132, 133, 155
Antinosiseptif, 140,
Antioksidan, 131, 136, 141, 143,
144
Antivirus, 133, 161
Artemisinin, 156–159, 161
Bioaditif, 175–179
Bisnis, 168, 171, 185, 187
Dekanter, 56, 61
Derivatisi, 112, 123
Desain 171, 174–177, 194, 197, 198
Distilasi uap, 55, 64, 65
Ekstraksi, 45, 47
Gangguan pencernaan,
Geraniol, 133
Hidroksilasi, 112, 125
H-ionon, 121, 125
Industri, 169–172, 175, 180, 185,
188, 191–193, 197
Isomerisasi, 112, 125
Kardiovaskular, 139,
Kemasan, 175–179, 186

Ketel 53, 56, 58
Kimia adi, 111–123, 125
Kondensor, 56, 59, 65
Manajemen, 168, 172, 186, 187,
194
Metabolisme lipi, 139,
Minyak atsiri, 169, 170, 173–176,
188–193
One-pot system, 123, 124
Organisasi, 181–183, 186
Pencegah stress oksidatif, 144
Penyulingan, 45, 46, 52
Produk, 171–180, 182, 183, 185,
186, 188, 190, 192, 194–196
Produksi, 168, 170–174, 181–183,
185–191, 194–196
Rantai pasok (supply chain), 193,
194, 198
Reduksi, 112, 118, 119, 125
Rencana usaha (business plan), 170,
171, 185
Sitronellal, 156
Teknolog, 173, 175, 189, 197, 198
Tungku pemanas, 56, 57, 58
 β -sitronelol, 149, 150



BIOGRAFI PENULIS



Anny Sulaswatty sejak tahun 1983 mengawali kariernya di Pusat Penelitian Kimia LIPI, bidang Teknologi Bioproses, sesuai kepakarannya di bidang Teknik Kimia yang dia peroleh dari ITB Bandung, dilanjutkan dengan kegiatan akhir program Masternya di *Tokyo University of Agriculture and Technology Japan* di bidang *High Presurized Bioreactor on Food Processing*. Tahun 1998 menyelesaikan Program Doktorat di IPB dengan disertasinya mengembangkan Teknologi Ekstraksi Fluida Superkritik Tekanan Tinggi dengan komoditas sawit yang ditekuni sejak tahun 1994.

Sebagai peneliti bidang Atsiri yang diawali sejak tahun 1999 sampai sekarang di Pusat Penelitian Kimia-LIPI, bersama Tim Atsiri

telah mengembangkan berbagai teknologi ekstraksi dan pemurnian dari skala laboratorium sampai skala pilot seperti: teknologi distilasi terfraksi dalam pemurnian komponen minyak atsiri; pemurnian minyak nilam menggunakan teknik ekstraksi fluida superkritik; perkembangan pengolahan lanjut minyak atsiri menuju industri hilirnya; teknik adsorpsi dalam usaha peningkatan mutu minyak akar wangi; penggunaan distilasi fraksionasi vakum untuk pemisahan komponen minyak pala; teknologi distilasi terfraksi dalam pemurnian komponen minyak atsiri; pemurnian minyak nilam menggunakan teknik ekstraksi fluida superkritik; pengembangan proses lanjut minyak nilam; kajian awal sintesa turunan minyak nilam, studi kelayakan produksi minyak nilam skala komersial; *fractionation of citronellal from citronella oil using vacuum distillation technique, synthesis of citronellal to citronellol using sodium borohydride catalyst*. Juga berkecimpung di Dewan Atsiri Indonesia serta berbagai sosialisasi, publikasi, diseminasi, baik melalui media cetak maupun elektronik terkait kimia dan atsiri, misalnya buku *Strategi Pengembangan Ilmu Kimia Indonesia, Sebuah Gagasan Roadmap Kimia Indonesia*.

Dalam perjalanan kariernya, sempat 9 tahun (2005–2013) berkecimpung di dunia birokrasi Kementerian Riset dan Teknologi sebagai Asisten Deputi Bidang Pengembangan MIPA, kemudian periode berikutnya sebagai Kepala Biro Hukum dan Humas, dan diakhiri dengan Asisten Deputi Bidang *Jaringan* Iptek dengan Lembaga Regulasi pada tahun 2013. Jabatan Fungsional tertinggi sebagai Ahli Peneliti Utama diraihnya pada akhir tahun 2015.

Selain itu, sejak tahun 2000 hingga sekarang, diamanahi sebagai Asisten Profesional Komisi Ilmu Pengetahuan Dasar, Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia yang berkecimpung dari perencanaan kegiatan, penyiapan proposal ilmiah, pelaksanaan kegiatan ilmiah, sampai pelaporan hasil kegiatan ilmiah dan pembuatan publikasi ilmiah dalam bentuk buku/buletin/rekomendasi/fatwa serta laporan pertanggungjawaban administrasi.

Sebagai *reviewer* Calon Penerima Beasiswa Kemenristek sejak 2005 dan Proposal Pendanaan Penelitian telah dilakukan sejak di Program

Insentif Kemenristek (RMIPA, RUT, SINAS, SIDA, serta INSINAS), dari program RISPRO LPDP Kementerian Keuangan sejak 2012 hingga sekarang difokuskan pada bidang Pangan dan Pertanian.



Meika Syahbana Rusli lahir di Palembang, 5 Mei 1962. Ia menyelesaikan pendidikan S1 di Institut Pertanian Bogor dan pendidikan S2 dan S3 di University of Goettingen, Jerman.

Pada tahun 2000–2002 memperoleh pengalaman industri (*industrial experience*) pada suatu perusahaan minyak atsiri nasional.

Sejak tahun 2006–2012, Direktur Utama PT Bogor Life Science and Technology (BLST) IPB ini dipercaya menjadi konsultan Kementerian Perindustrian dan Kementerian Pertanian sebagai tenaga ahli utama dalam pengembangan master industri dan sentra produksi minyak atsiri.

Selain itu, Dosen Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor ini juga ikut terlibat langsung dalam proses pembentukan Dewan Atsiri Indonesia (DAI) dan ditunjuk sebagai Sekretaris Eksekutif Dewan Atsiri Indonesia (DAI) sejak tahun 2007 hingga sekarang. Pakar minyak atsiri ini sering mewakili DAI, baik dalam konferensi maupun kongres internasional mengenai minyak atsiri di luar negeri.

Di sela-sela kesibukannya sebagai dosen di Institut Pertanian Bogor, pria ini kerap mengunjungi dan memberikan pelatihan ke sebagian besar sentra produksi minyak atsiri di tanah air. Selain aktif sebagai pembicara pada berbagai *event* nasional tentang minyak atsiri, ia juga terus mengembangkan dan meneliti mengenai perancangan dan perbaikan proses penyulingan maupun ekstraksi minyak atsiri.

Beberapa karya ilmiah beliau sudah dipublikasikan pada jurnal dan prosiding di dalam maupun di luar negeri. Buku ilmiah populer yang pernah dihasilkan adalah “Sukses Memproduksi Minyak Atsiri” pada tahun 2013 melalui penerbit agrimedia yang mendapat sambutan cukup baik dari peminat dan pencinta minyak atsiri.



Silvester Tursiloadi, Sejak tahun 2014 sebagai Kepala Kelompok Penelitian Katalisis dan Proses Teknologi pada Pusat Penelitian Kimia, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Silvester pernah menjadi Sekjen Himpunan Kimia Indonesia pada tahun 2009–2013 dan Ketua 1 dari tahun 2013–sekarang. Dia juga sebagai pengurus Bidang Penelitian Dewan Atsiri Indonesia hingga sekarang. Silvester juga sebagai Editor Jurnal Kimia Terapan Indonesia dan Mitra Bestari Jurnal Makara UI sampai sekarang. Dalam penelitian yang sedang dijalankan, sebagai peneliti kepala proyek unggulan LIPI dan anggota peneliti kerjasama dengan Chiba University, JSPS hingga tahun 2017. Dia telah menyelesaikan studinya pada tahun 2006 di bidang Kimia Terapan dan memperoleh gelar *Doctor of Engineering* dari Keio University, Japan. Silvester dianugerahi sebagai Profesor Riset pada tahun 2013.



Muhammad Hanafi, bekerja di Puslit Kimia sejak 1987 dengan bidang kepakaran kimia organik (kimia bahan alam, sintesis) dan memperoleh gelar Doktor tahun 1996 dari Osaka City University, Japan. Semenjak 1997 hingga sekarang selalu aktif dalam kegiatan penelitian, baik sebagai peneliti utama maupun peneliti, baik melalui Riset Unggulan Terpadu (RUT) KNRT, Kegiatan Unggulan dan Mandiri LIPI, maupun kerja sama LN. Hasil kegiatan penelitian selama ini terutama adalah melakukan identifikasi dan modifikasi struktur guna menghasilkan senyawa lebih aktif. Hingga kini telah dihasilkan 2 buku, 21 paten, dan 2 di antaranya telah *granted* pada tahun 2014. Aktif pula sebagai pengajar di Pascasarjana Farmasi UI, Magister Farmasi Universitas Pancasila dan Kimia IPB, dan bimbingan mahasiswa dari berbagai PT. Aktif pula sebagai pembicara pada seminar, editor, mitra bestari suatu jurnal serta *reviewer* kegiatan penelitian. Jenjang struktur pernah sebagai Kepala Lab. Kimia Organik,

Kepala Bidang Kimia Bahan Alam Pangan dan Farmasi, dan kini sebagai Koordinator Kelompok Peneliti (Keltian) Kimia Bahan Alam dan Farmasi.

Sesuai dengan bidang kepakarannya, sangatlah erat kaitannya dalam bahasan Bab VI untuk pengembangan bahan baku minyak serai melalui sintesis turunannya sebagai bahan baku obat antidiabetes, antikanker, dan kardiovaskuler.



Nina Artanti adalah Peneliti Madya di Pusat Penelitian Kimia LIPI. Pendidikan TK, SD, SMP, dan SMA ditempuh di Santa Ursula Jakarta. Program S1 dengan pembimbing Prof. Hadi K. Purwadaria diselesaikan di Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor tahun 1986. Program Master dengan pembimbing Dr. Ian James McFarlane diselesaikan di School of Biochemistry and Molecular Genetics di Universtiy of New South Wales, Sydney, Australia tahun 1994. Program Doktor di bidang Bioscience and Biotechnology dengan pembimbing Prof. Sanro Tachibana dan Prof. LBS Kardono diselesaikan di Ehime University, Matsuyama, Jepang tahun 2015. Tahun 1994–1995 menjadi *Visiting Fellow* di School of Biochemistry UNSW, Australia untuk penelitian metabolit sekunder *kapang Aspergillus atrovenetum* dan kultur jaringan tanaman *Coronilla rostrata* bersama Dr. Ian J. McFarlane. Tahun 2004 mengikuti JSPS-LIPI Scientist Exchange Program selama 35 hari untuk penelitian antikanker, antioksidan, dan inhibitor tirosinase dengan *Host Scientist* Prof. Ryuichiro Kondo di Kyushu University. Tahun 2006, selama 2 bulan mengikuti training di Zhejiang University, Hangzhou, China dengan pembimbing Prof. Pan Yuan Jiang dan Prof. Lu Jia sebagai bagian dari kerjasama LIPI-Zhejiang University in Traditional Medicine. Tahun 2007 mengikuti JICA Bioindustry Group Training selama 2 bulan di Jepang. Tahun 1988 s/d tahun 2001 di Puslitbang Bioteknologi LIPI terlibat dalam berbagai penelitian produksi bioaktif metabolit sekunder dari kultur

jaringan tanaman. Tahun 2001 sampai sekarang di Pusat Penelitian LIPI terlibat dalam berbagai penelitian di bidang bioaktif dari bahan alam tumbuhan dan mikroba, baik sebagai peneliti maupun peneliti utama termasuk kerja sama penelitian antikanker dari benalu (2003–2006) dengan Prof. Edy Meiyanto dari Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada dan Drs. Arsyadi, M.Si. dari Lembaga Farmasi Angkatan Laut.



Haznan Abimanyu memulai kariernya di Pusat Penelitian Kimia pada tahun 1987 dan menggeluti bidang atsiri, katalis dan katalisis, proses kimia, rekayasa, bioenergi hingga saat ini. Beliau lulus dari Diploma Engineering, T.U. Braunschweig, Jerman yang dilanjutkan memperoleh doktoralnya di University of Science and Technology, Korea. Bersama tim Atsiri, Haznan telah mengembangkan berbagai teknologi ekstraksi dan pemurnian dari skala laboratorium sampai skala pilot, seperti teknologi distilasi terfraksi dalam pemurnian komponen minyak atsiri, penggunaan distilasi fraksionasi vakum untuk pemisahan komponen minyak pala, dan teknologi distilasi terfraksi dalam pemurnian komponen minyak atsiri. Aktif sebagai editor Jurnal Kimia Terapan Indonesia sampai sekarang. Beliau pernah menjabat sebagai peneliti kepala proyek unggulan LIPI bekerja sama dengan Korea. Saat ini beliau menjadi kepala kelompok penelitian di bidang biomassa dan kimia lingkungan P2 Kimia LIPI.



Indri Badria Adilina bekerja sebagai peneliti di Pusat Penelitian Kimia LIPI dan lulusan Sarjana studi Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran (2004) yang kemudian melanjutkan studinya ke Jepang untuk mendapat gelar Magister (2010) dan Doktor (2013) di Department of Applied Chemistry and Biotechnology, Graduate School of Engineering, Chiba University. Bersama

grup penelitiannya di Bidang Teknologi Proses dan Katalisis, menerobos hambatan yang terjadi dalam pengembangan bahan kimia adi (*fine chemicals*) dari minyak atsiri (*essential oil*), yang berasal dari bahan tanaman asli Indonesia. Sebagai pengakuan terhadap kepakaran dan hasil penelitiannya, penghargaan *Chiba University Nanohana Competition* (2011) dan *L'Oreal-UNESCO For Women in Science National Fellowship* (2013) dapat diraih.



Egi Agustian lahir tahun 1978 di Bandung, Jawa Barat. Setelah lulus S1 di Fakultas Teknologi Industri, jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional, Bandung tahun 2002 dilanjutkan ke jenjang berikutnya dan lulus S2 di Malaysia dengan Fakultas Teknik Mesin tahun 2012. Sejak tahun 2006, beliau bekerja di Pusat Penelitian Kimia LIPI (PP Kimia LIPI) sebagai peneliti dengan bidang kepakaran Teknik Kimia. Selama beliau bekerja di PP Kimia LIPI lingkup penelitian yang dikerjakan adalah sintesa, pemurnian dan pemisahan minyak atsiri serta minyak nabati, perancangan alat dan sistem proses, dan juga menggeluti ultrasonik untuk reaksi kimia. Di PP kimia LIPI, beliau bergabung di Kelompok Penelitian Katalis dan Proses Teknologi. Penelitian yang sedang berjalan mengerjakan ekstraksi rimpang jahe menggunakan fluida superkritik CO₂ beserta aktivitas antioksidan dan antibakterinya. Beberapa kerja sama yang sedang dilakukan terkait penelitian bidang minyak atsiri dengan IPB, UIN, dan beberapa perusahaan swasta yang bergerak di bidang minyak atsiri.



Arief Ameir Rahman Setiawan adalah peneliti di bidang Teknik Industri di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Lulus S1 tahun 2005 dari Teknik Industri Institut Teknologi Bandung, beliau bekerja di LIPI. Tahun 2008 beliau mendapatkan beasiswa dari INPEX Foundation untuk melanjutkan pendidikan S2 di Department of Industrial and Management System Engineering, Waseda University. Di LIPI, yang bersangkutan bekerja di Bidang Pengelolaan dan Diseminasi Hasil Penelitian, Pusat Penelitian Kimia. Bidang penelitiannya terkait manajemen teknologi, pengembangan produk, dan optimasi sistem industri. Beberapa pekerjaannya terkait pengelolaan hasil penelitian, alih teknologi, asesmen tingkat kesiapan teknologi, analisis kelayakan ekonomi, analisis siklus hidup produk, dan pengembangan sistem mutu. Selain menjadi redaksi pelaksana Jurnal Kimia Terapan Indonesia, yang bersangkutan juga dipercaya sebagai ketua tim penerapan sistem mutu ISO9001 di P2 Kimia dan sekretaris Indonesian Life Cycle Assessment Network (ILCAN).



Annisa Dieni Lestari bergabung dengan Pusat Penelitian Kimia LIPI sejak tahun 2014, setelah sebelumnya sempat menjadi desainer lepas, staf divisi produksi di perusahaan kontraktor, dan konsultan CSR. Menempati posisi sebagai Staf Bidang Pengelolaan Diseminasi dan Hasil Penelitian, antara lain bertugas mempromosikan kegiatan dan produk penelitian PP Kimia. Pendidikan S1 dilakukan di Program Studi Desain Produk Institut Teknologi Bandung dan S2 di Program Magister Manajemen Bisnis Institut Pertanian Bogor. Mengenal atsiri saat pada tahun 2007–2008, terkait desain alat penyulingan minyak nilam dan desain alat terapi pijat untuk gaya hidup. Pada tahun 2013 pernah mengemas bioaditif serai wangi untuk bahan bakar kendaraan dalam bentuk botol dan memasarkannya untuk kalangan terbatas.



QUO VADIS MiNYAK SERAI WANGI DAN PRODUK TURUNANNYA

Indonesia telah dikenal sebagai salah satu negara pengeksport minyak atsiri (*essential oils*). Berbagai jenis minyak tersebut masih dieksport dalam bentuk *crude* sehingga Indonesia kehilangan potensi keuntungan yang cukup besar. Padahal, diperkirakan ada sekitar 40 jenis tanaman penghasil minyak atsiri yang tumbuh di Indonesia.

Oleh karena itu, bunga rampai ini mencoba memberikan solusi melalui tinjauan ekstensif terhadap serai wangi sebagai salah satu tanaman penghasil minyak atsiri. Serai wangi dipilih menjadi fokus karena produknya terbukti memiliki daya saing yang cukup tinggi di pasar dunia sehingga permintaan akan minyak serai wangi selalu tinggi. Dalam bunga rampai ini, dibahas secara tuntas seluruh aspek mengenai serai wangi, mulai dari budi daya hingga potensi ekonominya.

Bunga rampai ini dapat menjadi acuan bagi para pembaca yang tertarik untuk menggeluti perkembangan minyak serai wangi di Indonesia, sekaligus sebagai referensi utama untuk penelitian lebih lanjut.



Diterbitkan oleh:

LIPI Press, anggota Ikapi
Gedung PDDI LIPI, Lantai 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710
Telp.: (021) 573 3465
E-mail: press@mail.lipi.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id

ISBN 978-602-496-040-7

