

Volume 11, Nomor 1, Februari 2007

ISSN : 1411-3554

INOTEK

Jurnal

INOVASI DAN APLIKASI TEKNOLOGI





INOTEK

Jurnal Inovasi dan Aplikasi Teknologi

Penerbit:
Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat (LPM) Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)

Penanggung Jawab : Prof. Dr. Burhan Nurgiyantoro

Kodaksi
Ketua
Sekretaris
Anggota

: Prof. A.K. Prodjosantosa, Ph.D.
: Darmono, M.T.
: Panjono, Ph.D.
Dr. Djumadi
Prof. Dr. Haryadi
Dr. Muhsinatun Siasah
Dr. Hari Amirulloh
Sugirin, Ph.D.

Penyunting Ahli

: Prof. Dr. Krishna Agung Santosa (UGM)
Dr. Ir. Suadi, M.App.Sc. (UGM)
Dr. Drajat Tri Kartono (UNS)
Dr. Bejo Suyanto (UNJ)
Dr. Ir. Drajat Suharjo, S.U. (UII)
Prof. HM. Sukardi, Ph.D. (UNY)

Desain Sampul

: Martono, M.Pd.

Sekretariat

: Dra. Muasih
G. Heru Sutrisno, S.I.P.
Tukiran, S.Pd.
Prayoga, S.I.P.
Dra. Indarti

Alamat Redaksi: LPM Universitas Negeri Yogyakarta, Karangmalang, Yogyakarta, 55281,
Telp. (0274) 386168 psw. 233; (0274) 556790; Fax. (0274) 550838,
e-mail: inotek_uny@yahoo.com.

Jurnal *Inotek* terbit secara berkala dua kali setahun pada bulan Februari dan Agustus. Redaksi menerima artikel yang ditulis berdasarkan penelitian terapan dan pengabdian kepada masyarakat yang berkaitan dengan masalah inovasi dan aplikasi teknologi. Penulis yang artikelnya diterima akan mendapat nomor bukti penorbihan sebanyak tiga eksemplar. Pemuatan suatu artikel tidak selalu mencerminkan sikap dan pendirian redaksi.

INOTEK

Jurnal Inovasi dan Aplikasi Teknologi

Volume 11, Nomor 1, Februari 2007

DAFTAR ISI

• Daftar Isi	i
• Pengaruh Perbedaan Tipe dan Ukuran Alat Penyuling terhadap Mutu dan Efisiensi Proses Produksi Minyak Daun Cengkeh <i>Ch. Lilis Suryani dan Astuti Setyowati</i>	1-12
• Pelatihan Deteksi-Solusi Permasalahan Bahasa Audio melalui <i>Action Research</i> Guru-guru TK Se-Kabupaten Sleman <i>Tadkiratun Musfiroh dan Ari Kusmiatun</i>	13-22
• Pengelolaan Makanan Pasca Panen dari Buah Salak untuk Meningkatkan Pengembangan Agro Wisata <i>Prihatuti Ekwawatiingzih dan Rizqie Auliana</i>	23-34
• Mesin Mixer Adonan Roti Donat <i>Mujiyono dan Suprpto Rachmad</i>	35-45
• Pendidikan Kecakapan Hidup melalui Eksplorasi Zat Warna Alam untuk Membuat Kerajinan Celup Ikat <i>Noor Fitrihana, Kapti Astiatun, dan Moh. Adam Juswalem</i>	46-57
• Pengembangan Teknologi Pewarnaan Alami pada Serat Alami di Sentolo, Kulonprogo, Yogyakarta <i>Martono dan B. Muria Zuhdi</i>	58-73
• Penerapan Teknologi Mesin Tetes Telur dari Barang Bekas sebagai Sumber Belajar Siswa Sekolah Dasar di Kelurahan Pleret, Bantul <i>Heru Nurcahyo dan Ciptono</i>	74-87
• Penerapan Teknologi Produksi Bahan Bangunan Berbahaya Pasir bagi Korban Gempa di Kulonprogo <i>Darmono</i>	88-103



- Pembahasan Hasil Penelitian: Pengaruh Perbedaan Tipe dan Ukuran Alat Penyuling Terhadap Mutu dan Efisiensi Proses Produksi Minyak Daun Cengkeh
Regina Tutik Padmaningrum dan Sityania

104-113

PENGARUH PERBEDAAN TIPE DAN UKURAN ALAT PENYULING TERHADAP MUTU DAN EFISIENSI PROSES PRODUKSI MINYAK DAUN CENGKEH

Oleh: Ch. Lilis Suryani dan Astuti Setyowati
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Waingala Manggala

Abstract

The objective of this study was to evaluate science and technology implementation result in the field distillation in Samigaluh, Kuloprogo, to know the effect of various types and capacity of distillation apparatus to processing efficiency and clove leaf oil quality.

The first steps were field distillation survey to take data of material handling methods, distillation apparatus specifications, clove leaf oil yield and processing conditions. The second steps were clove leaf oil analyzing i.e. specific gravity, solubility in ethanol, eugenol contents and colors.

The result of the study showed that steam distillation produced high clove leaf oil quality and essential oil yield. Water distillation gives higher clove leaf oil quality if good thermal processing control and the raw material of condenser pipe wasn't made from iron. The retort with 150 cm in diameter and 185 cm in height produced high essential oil yield than the retort with 150 cm in diameter and 240 cm in height.

Key words : *clove leaf oil, water distillation, steam distillation, capacity, and quality*

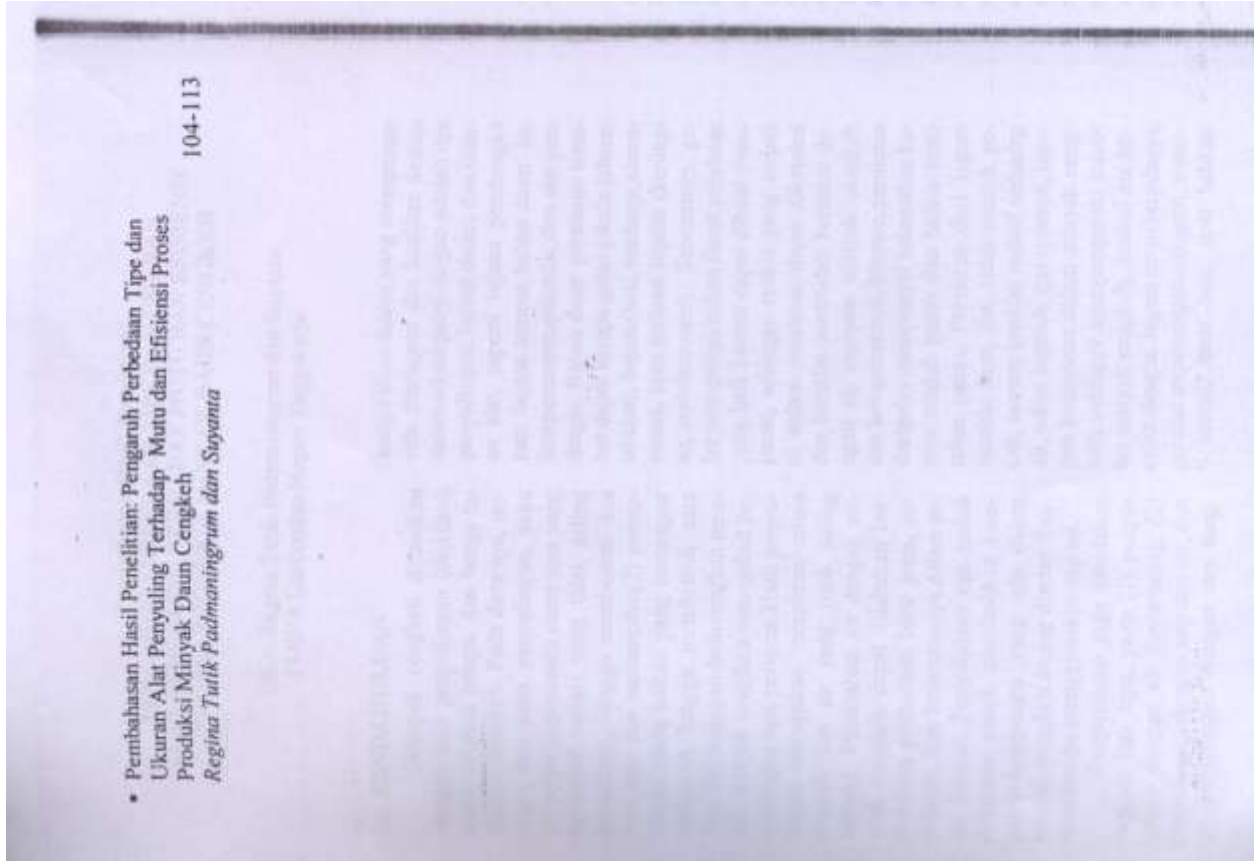
A. PENDAHULUAN

1. Analisis Situasi

Salah satu komoditas ekspor Indonesia yang sangat potensial adalah minyak atsiri, namun sampai saat ini volume ekspor Indonesia masih sangat fluktuatif. Naik turunnya volume ekspor minyak atsiri Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor, terutama kualitas minyak yang dihasilkan pengrajin Indonesia yang tidak memenuhi standar negara

pengimpor (D e r m a n, 2004). Minyak cengkeh merupakan salah satu jenis minyak atsiri yang banyak diproduksi oleh pengrajin di Indonesia. Minyak cengkeh dihasilkan dengan cara penyulingan daun, tangkai bunga dan bunga tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*). Pemanfaatan minyak cengkeh sangat luas terutama untuk keperluan industri farmasi, parfum dan vanili sintetis untuk makanan atau minuman.

- Pembahasan Hasil Penelitian: Pengaruh Perbedaan Tipe dan Ukuran Alat Penyuling Terhadap Mutu dan Efisiensi Proses Produksi Minyak Daun Cengkeh
Regina Tutik Padmaningrum dan Soyunta



Peningkatan kualitas minyak dapat dilihat dari penurunan nilai bilangan asam, penurunan nilai bilangan ester, dan kenaikan kandungan eugenolnya.

Penerapan ipteks ini membuat UKM mengatasi permasalahan kualitas minyak cengkeh yang tidak memenuhi standar negara pengimpor. Kualitas minyak cengkeh dievaluasi dari kandungan fenolnya, terutama eugenol. Kandungan fenol minyak cengkeh tergantung pada kondisi daun cengkeh dan metode penyulingannya. Oleh karena itu, minyak cengkeh mengandung beberapa asetogenol (eugenol asetat) selain eugenol bebas, maka biasanya dilakukan proses penyabunan terlebih dahulu dan kandungan fenol total dilaporkan sebagai kandungan eugenol. Minyak dengan kadar fenol yang tinggi mempunyai gravitasi spesifik yang tinggi pula (Guenther, 1990: 48). Selain itu, kualitas minyak cengkeh ditentukan pula oleh kadar minyak (%), massa jenis (gram/ml), indeks bias, dan kelarutannya dalam alkohol. Minyak yang baru disuling hampir tidak berwarna sampai kekuningan, merupakan cairan yang refraktif kuat, yang semakin menggelap oleh ketusan. Bau dan flavornya bersifat tipikal rempah, aromatik tinggi, kuat, dan tahan lama.

Setiap jenis minyak cengkeh mempunyai standar mutu masing-masing, seperti terlihat pada Tabel 1 di bawah ini.

keropos. Hal ini biasanya dapat dipengaruhi warna minyak, yaitu warnanya makin tua kecoklatan dan bahkan keruh. Penggunaan paduan logam yang sukar bereaksi dengan air maupun minyak cengkeh dan komponennya lebih disarankan.

Usaha Kecil dan Menengah (UKM) penyulingan minyak atsiri di Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo memproduksi minyak cengkeh dari daun tanaman cengkeh *eugenia caryophyllata tumberg* yang telah gugur. Ch. Lilis Suryani dan Astuti Setyowati (2006) telah melakukan penelitian dan menerapkan ipteks terhadap hasil produksi minyak cengkeh dari UKM ini. Penerapan ipteks yang diaplikasikan oleh Ch. Lilis Suryani dan Astuti Setyowati yaitu perubahan dari tipe penyulingan air diganti dengan tipe uap langsung dan mengganti bahan dasar besi dengan paduan logam *stainless steel* merupakan langkah yang tepat. Hal ini terbukti dari peningkatan efisiensi produksi, kualitas maupun rendemen minyak cengkeh hasil produksi. Peningkatan efisiensi dapat dilihat dari penurunan waktu proses, penurunan waktu mencapai titik didih, dan kenaikan rendemen hasil minyak cengkeh. Secara ekonomis, pengurangan waktu proses akan mengurangi biaya produksi dari segi bahan bakar maupun ongkos tenaga kerja, sehingga menambah keuntungan bersih. Selain itu, kenaikan rendemen hasil produksi juga akan menambah keuntungan bersih.

Pembahasan Hasil Penelitian: PENGARUH PERBEDAAN TIPE DAN UKURAN ALAT PENYULING TERHADAP MUTU DAN EFISIENSI PROSES PRODUKSI MINYAK DAUN CENGKEH

Oleh: Regina Tutik Padmaningrum dan Suyanta
FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

A. PENDAHULUAN

Minyak cengkeh dihasilkan dengan cara penyulingan (destilasi) daun, tangkai bunga, dan bunga tanaman cengkeh. Pada dasarnya, terdapat dua jenis penyulingan, yaitu (1) penyulingan suatu campuran yang berwujud cairan yang tidak saling bercampur, hingga membentuk dua fasa atau dua lapisan; dan (2) penyulingan suatu cairan yang tercampur sempurna hingga membentuk satu fasa. Penyulingan dan cengkeh menjadi minyak cengkeh merupakan penyulingan tipe pertama. Hasil penyulingan merupakan campuran antara minyak dan air yang tidak saling campur. Pemisahan air dengan minyak cengkeh dapat dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenis, kelarutan, atau kelarutannya dalam suatu pelarut. Penyulingan tipe kedua dilakukan untuk memisahkan komponen-komponen yang ada dalam minyak cengkeh, sering disebut fraksinasi tanpa menggunakan uap air.

Penyulingan juga dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu (1) penyulingan dengan air (sederhana); (2) penyulingan dengan uap dan air; dan (3) penyulingan dengan uap lang-

sung. Faktor-faktor yang mempengaruhi rendemen dan kualitas destilat dalam teknik penyulingan adalah tipe penyulingan, bahan dasar, dan ukuran alat, seperti bejana pembangkit uap, bejana tempat bahan dasar, bejana penampung destilat, dan alat pendingin. Bahan dasar peralatan tersebut dapat berupa gelas (skala laboratorium), logam (besi, tembaga, aluminium), atau paduan logam (kuningan, *stainless steel*). Sebenarnya, gelas merupakan bahan dasar peralatan yang baik karena dapat dibuat transparan, sehingga reaksi yang terjadi di dalam peralatan dapat diketahui dan bersifat inert/tidak bereaksi dengan air maupun minyak cengkeh dan komponennya. Namun, peralatan dari gelas mempunyai kelemahan karena mudah pecah dan belum tentu tahan panas. Peralatan dari logam bersifat kuat, liat, tidak mudah pecah, namun bersifat reaktif terhadap air, udara lembab, gas tertentu, maupun komponen dalam minyak cengkeh, sehingga mempengaruhi kualitas minyak cengkeh. Reaksi zat terubah dan penapisan logam, seperti korosi, karat besi, atau bahkan

Tabel 1. Standar Mutu Minyak Daun, Tangkai, dan Bunga Cengkeh

No.	Syarat Mutu	Daun (SNI)	Tangkai (EOA)	Bunga (ISO)
1.	Bobot jenis (25°/25° C)*	1,03 - 1,06	1,048-1,056	1,044-1,057
2.	Indeks bias (20° C)	1,52 - 1,54	1,534-1,538	1,528-1,538
3.	Pisaran optik (°)	1°35'	0° - (-1°30')	0° - (-1°35')
4.	Kadar eugenol total (%)	78 - 94	89-95	85-93
5.	Kelarutan dalam alcohol 70%	1-2	1-2	1-2
6.	Minyak pelitan	Negatif	-	-
7.	Minyak lemak	Negatif	-	-

Keterangan:

* = untuk daun (15°/15° C) (Agus Ruhnayat, 2002: 12-14).

Standar mutu minyak cengkeh dari daun telah ditetapkan oleh Dewan Standarisasi Nasional (DSN) yang dituangkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 06-2387-1991. Sementara ini, Indonesia belum menetapkan standar mutu minyak cengkeh dari bagian tangkai cengkeh, sehingga digunakan standar dari EOA (*Standard of Essential Oil Association*) No. 178, sedangkan untuk minyak bunga cengkeh digunakan standar ISO (*International Standard Organization*) atau kesepakatan antara produsen dan konsumen.

Berdasar hasil penelitian: dan penerapan ipteks Ch. Lilis Suryani dan Astuti Setyowati (2006), penulis mencoba mengkaji beberapa hal yang masih perlu dikembangkan antara lain: (1) perlakuan bahan dasar; (2) pengembangan sistem pendingin; (3) pemisahan minyak cengkeh dari air; (4) penyimpanan minyak; (5) pemisahan eugenol dalam minyak cengkeh; dan (6) usaha pengembangan komponen minyak cengkeh menjadi produk lain.

bambu. Pada kondisi ini, diharapkan daun yang dihamparkan tetap kering, tidak busuk dan berjamur juga tidak kontak langsung dengan tanah, sehingga kemungkinan kecil partikel tanah mengotori daun.

Pada penyulingan tipe uap langsung, kualitas minyak cengkeh juga dipengaruhi oleh kualitas air pembangkit uap. Penggunaan air yang bebas bahan pencemar, baik organik maupun anorganik akan menghasilkan uap yang bebas polutan pula, sehingga minyak cengkehnya juga tidak tercemari. Penggunaan air yang mengandung ion besi maupun kapur menyebabkan timbulnya kerak dalam bejana pembangkit uap. Kerak ini akan mempertebal dinding bejana, sehingga untuk membangkitkan uap diperlukan waktu lebih lama dan bahan bakar lebih banyak. Hal ini tentu menambah ongkos produksi. Selain itu, dimungkinkan pula terjadi reaksi bahan pencemar dalam uap air dengan minyak cengkehnya yang akan mempengaruhi kualitas minyak cengkeh.

2. Pengembangan Sistem Pendingin

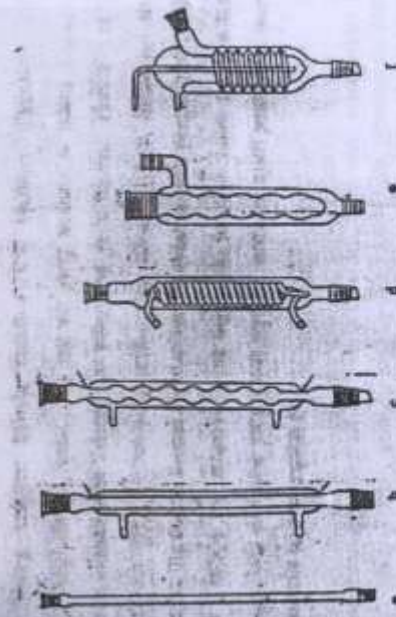
Permasalahan yang dihadapi UKM penyulingan minyak cengkeh di Samigaluh Kulonprogo adalah

rendahnya rendemen minyak yang dihasilkan karena peralatan penyulingan yang digunakan kurang efisien. Cara penyulingan yang digunakan adalah penyulingan dengan mekanis dan proses pendinginan menggunakan pipa tipe lurus. Permasalahan cara penyulingan telah diatasi oleh Ch. Lilis Suryani dan Astuti Setyowati dengan penerapan cara penyulingan uap langsung dan modifikasi bahan serta ukuran peralatan penyulingan.

Alat untuk proses pendinginan disebut dengan kondensor. Alat ini berfungsi untuk mengubah seluruh uap air dan uap minyak menjadi cair. Hasil penelitian Traungono dkk. (1994) menyatakan bahwa alat pendingin tipe spiral juga efektif jika dirangkai dengan alat penyulingan uap dan air. Makin panjang pipa pendingin, suhu minyak maupun kondensat makin turun, sehingga pemisahan minyak dengan air makin sempurna. Selain itu, dengan ukuran diameter yang makin kecil, proses pemisahan minyak akan makin sempurna. Beberapa tipe pendingin yang dapat dipergunakan untuk mendinginkan campuran uap minyak dan uap air sehingga mengembun dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 1 berikut ini.

Tabel 2. Beberapa Tipe Pendingin dan Kegunasannya

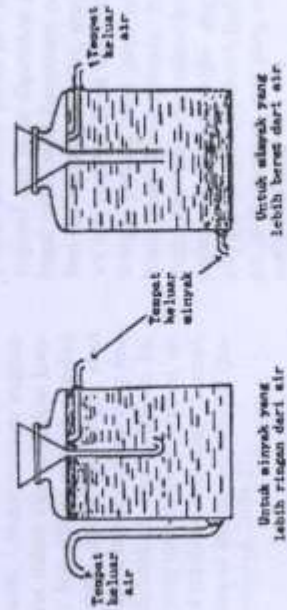
No.	Nama	Kegunaan
1.	Pendingin Udara	Pendingin hasil untuk destilasi senyawa dengan titik didih lebih besar dari 150 °C
2.	Pendingin Leibig	Pendingin hasil untuk destilasi senyawa dengan titik didih lebih rendah dari 150 °C
3.	Pendingin Bola	Pendingin refluks, permukaan pendingin berbentuk bola akan menyebabkan aliran uap lebih tertulen sehingga efek pendinginan semakin baik.
4.	Pendingin Ganda	Pendingin dengan bejana dapat diisi karbondioksida dan aseton atau campuran garam dan es sehingga dapat mengondensasi senyawa dengan titik didih sangat rendah.
5.	Pendingin Sander-Dry-ice	Pendingin refluks yang kerjanya sangat intensif dan dapat juga digunakan sebagai pendingin hasil.
6.	Pendingin Friedrich	



Gambar 1. Beberapa Tipe Pendingin

3. Cara Pemisahan Minyak Cengkeh dari Air
- Minyak atsiri yang dihasilkan dari penyulingan dan pendinginan masih bercampur dengan air. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses pemisahan. Makin cepat minyak dipisahkan dari air, semakin baik karena makin minimal proses hidro-

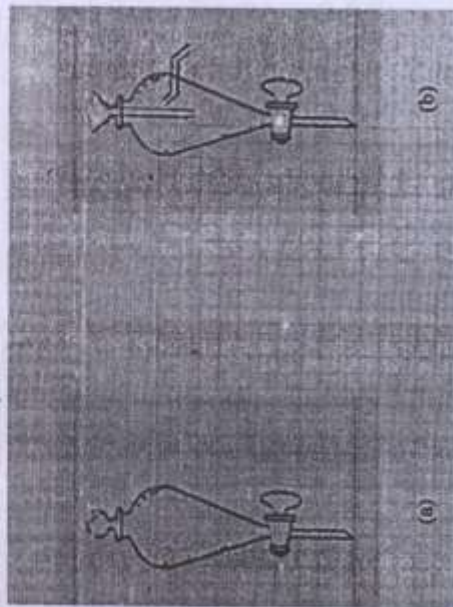
perbedaan berat jenis minyak dengan air, sehingga minyak berada di bawah air karena berat jenisnya lebih besar dari berat jenis air. Dekanter harus cukup besar supaya dapat memisahkan minyak dengan sempurna atau pemisahan dengan cara bertingkat dengan desain alat tertentu. Hal ini dilakukan karena pemisahan dapat lebih efektif dan rendemen lebih tinggi (Guenther, 1987; Tranggono dkk., 1994). Bahan pembuat dekanter harus tidak bereaksi dengan minyak seperti gelas, *stainless steel* atau tembaga berlapis timah. Desain dekanter sesuai dengan desain botol Florentino seperti Gambar 2. Aliran destilat menuju dekanter tidak boleh terlalu cepat sehingga tidak menimbulkan gerakan turbulen yang dapat memperlambat proses pemisahan minyak. Dekanter harus dilengkapi dengan corong untuk menyalurkan destilat dengan ujung benjana dibengkokkan ke atas, sehingga tidak membentuk suspensi.



Gambar 2. Dekanter untuk Memisahkan Minyak dari Air

Salah satu kelemahan dekantir dengan desain botol Florentino adalah dasar botol yang datar, sehingga pemisahan lapisan bawah kurang sempurna. Hal ini perlu diperhatikan karena berat jenis minyak cengkeh hasil produksi berkisar

1,047-1,052 kg/l sehingga minyak cengkeh akan berada di lapisan bawah botol. Penulis menawarkan pengembangan bentuk dekantir yaitu kombinasi dari desain botol Florentino dengan corong pemisah, seperti Gambar 3.



Gambar 3. Desain Dekantir Modifikasi dari Botol Florentino dan Corong Pemisah

4. Penyimpanan Minyak

Minyak lebih baik disimpan di dalam tempat yang tertutup, terbuat dari bahan yang tidak bereaksi dengan minyak cengkeh maupun air seperti gelas atau polimer tertentu. Selain itu, agar minyak cengkeh tidak bereaksi dengan sinar matahari secara langsung sebaiknya dinding wadahnya berwarna gelap seperti hi-

ju tua, biru tua, atau coklat tua. Oleh karena itu, penampung destilat sebaiknya juga berupa botol tertutup dan berwarna gelap, serta tidak bereaksi dengan minyak cengkeh maupun air.

5. Pemisahan Eugenol dalam Minyak Cengkeh

Minyak daun cengkeh mengandung dua komponen utama,

yaitu eugenol sebanyak 80-85 % (eugenol bebas 70-90% dan eugenol acetat), dan kariofilen sebanyak 10-15 %. Selain dua komponen utama tersebut, terdapat komponen yang kuantitasnya relatif kecil, yaitu alfa kubeben, alfa kopaen, humulen, delta kadinen, dan sebagainya. Eugenol asetat banyak terdapat dalam minyak cengkeh hasil penyulingan bunga namun sedikit dalam minyak hasil penyulingan daun dan tangkai. Selain senyawa di atas pada umumnya minyak cengkeh juga mengandung sedikit kariofilen, oksida kariofilen, epoksi-dihidrokariofilen, metal salisilat, metal alkohol, metal-n-amil keton, metal-n-heptil keton, valerofural alkohol, α -metil furfural, metal-n-heptil karbinol, dan vanilin (Guenther, 1990: 489-492).

Eugenol dapat dipisahkan dengan larutan natrium hidroksida. Bila ke dalam minyak daun cengkeh ditambah larutan natrium hidroksida, maka yang bereaksi hanya eugenol yang membentuk larutan natrium eugenolat. Larutan natrium eugenolat larut dalam air, sedangkan komponen lain dalam minyak cengkeh tidak larut dalam air, hingga akan terjadi dua lapisan cairan yang mudah dipisahkan. Cairan lapisan bawah, yang mengandung eugenol, setelah dipisahkan kemudian dinetralkan dengan larutan asam sulfat (Satrohamidjoyo, 2004:21).

6. Pengembangan Komponen Minyak Cengkeh Menjadi Produk Lain

Eugenol dan kariofilen dalam minyak cengkeh dapat dikembangkan menjadi beberapa produk lain yang bermanfaat di bidang pertanian, industri makanan, dan industri lain seperti berikut.

a. Eugenol dalam minyak cengkeh oleh pengaruh natrium hidroksida dalam media glikol yang dipanaskan pada titik didihnya selama sekitar enam jam akan membentuk isoeugenol. Isoeugenol merupakan bahan dasar pembuatan vanillin. Vanilin memiliki bau harum yang khas merupakan bahan yang digunakan sebagai pengharum/pemberi aroma pada makanan, minuman, dan sebagainya.

b. Eugenol dapat diubah menjadi senyawa eter, contohnya dengan menambahkan larutan natrium eugenolat dengan metil iodida atau dimetilsulfat menghasilkan eugenilmeter. Senyawa ini mempunyai bau lebih lemah dari isoeugenol dan biasa digunakan sebagai salah satu komponen parfum. Di bidang pertanian, senyawa eter tersebut dapat digunakan sebagai penarik seks jenis lalat buah jantan *docus dorsalis*. Bila gugus metil pada eugenilmeter diganti dengan berbagai gugus alkyl, maka akandiperoleh berbagai jenis senyawa eter yang memiliki bau enak.

- c. Bila eugenol direaksikan dengan anhidrida asam cuka dengan adanya natrium asetat akan diperoleh ester yang disebut eugenil asetat. Senyawa ini berbau harum sehingga banyak digunakan sebagai pewangi pada sabun, dan bahan pencuci lain.
- d. Kariofilen bila dioksidasi dengan oksidator kuat dalam suasana asam, yaitu campuran kalium permanganat dengan asam sulfat akan diperoleh suatu campuran senyawa keton. Senyawa keton ini berupa cairan dengan bau yang enak.
- e. Senyawa epoksida kariofilen mempunyai potensi sebagai pembasmi serangga.

C. PENUTUP

Selama ini penyulingan minyak cengkeh kurang lancar selama musim hujan karena bahan dasar daun cengkeh diperoleh dari daun yang telah gugur. Pada musim hujan daun yang gugur relatif sedikit. Salah satu alternatif adalah dilakukan uji coba penyulingan terhadap bunga dan ranting tanaman cengkeh. Selain itu, perlu dilakukan penelitian kandungan minyak cengkeh khususnya eugenol dalam (1) daun dengan variasi umur daun; (2) bunga cengkeh; dan (3) ranting tanaman cengkeh agar produksi minyak daun cengkeh dapat dilakukan sepanjang waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1972. *Mutu dan Cara Uji Minyak Daun Cengkeh, Standar Industri Indonesia (SII)*. Jakarta: Departemen Perindustrian Republik Indonesia.
- Anonim, 1987. *Mutu dan Cara Uji Minyak Cengkeh, Standar Industri Indonesia (SII)*. Jakarta: Departemen Perindustrian Republik Indonesia.
- Guenther, E. 1987. *Minyak Atsiri (Terjemahan: Ketaren)*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Sastroharnidjoyo, H. 2004. *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Rusli, S. 1993. *Rekayasa Alat Penyuling Minyak Atsiri He-mat Energi*. Bogor: Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Tranggono, S. dkk. 1994. Peningkatan Kualitas Minyak Nilam Produksi Industri Kecil Binaan PT. Semen Padang/ PT Igssar. *Laporan Penelitian FTP*. Yogyakarta: UGM.
- Anonim. 2005. *Ekbis: KSU Tunas Maju Samigaluh Kulon-*

- progo Siap Garap Minyak Cengkeh dan Nilam*. Yogyakarta: Kedaulatan Rakyat, 9 Juli 2005.
- Ruhmasyat, A. 2002. *Memproduksi Tanaman Cengkeh: Tanaman Tumbuhan Terlanjar*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Agusta. 2005. *Pada Musim Kemarau Permintaan Daun Cengkeh Meningkat*. Yogyakarta: Kedaulatan Rakyat, 23 Mei 2005.
- Raharjo, B.(tt). *Penyulingan Minyak Atsiri: Proses dan Peralatan Penyulingan*. Yogyakarta, FTP UGM.