

KARAKTERISASI PRODUK-PRODUK MINYAK SEREH WANGI (*CITRONELLA OIL*) MENGGUNAKAN SPEKTROSKOPI INFRAMERAH DEKAT (NIRs)

Welmince Bota¹, Martanto Martosupono¹, dan Ferdy S. Rondonuwu^{1,2*}

¹Program Pascasarjana Magister Biologi – Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga

²Program Studi Fisika -Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana

*ferdy@staff.uksw.edu

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakterisasi spektra NIRs minyak serih wangi dari 4 produk berbeda yaitu minyak serih wangi murni dari PT. Djasula Wangi, minyak serih wangi produk A, produk B, dan produk C serta minyak terpentin sebagai pembanding. Cara kerja NIRs sangat spesifik, yaitu berdasarkan hasil vibrasi molekul. Paper ini melaporkan karakteristik NIRs minyak serih wangi disekitar bilangan gelombang 4540 cm^{-1} . Signal turunan kedua dari spektrum transreflektans berkaitan dengan kandungan suatu senyawa. Kuantitas kandungan masing-masing selanjutnya dianalisis dengan kromatografi gas – spektrometer massa dimana minyak serih wangi murni, produk A, B dan C berturut turut adalah 100%, 66,3%, 19,6% dan 9,7%. Kombinasi pengukuran spektrum NIR dan analisis kromatografi gas – spektroskopi massa digunakan untuk membangun prediktor kandungan minyak serih wangi berbagai produk di pasaran.

Kata Kunci: Minyak Serih Wangi, Terpentin, NIRs, KG-SM.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine NIRs spectrum characteristics of citronella oil of 4 different products, those are essential citronella oil produced by PT. Djasula Wangi, citronella oil of A, B, and C product, and turpentine oil as comparison. The way NIRs work are very specific, based on molecular vibration result. This paper is to report the characteristic of citronella oil NIRs at about 4540 cm^{-1} wavenumber. Second derived signal from transreflectant spectrum related to the content of a compound. The quantity of content each will be analyzed with gas chromatography – mass spectrometer (GC-MC) in which essential citronella oil, product A, B, and C result as 100%, 66.3%, 19.6%, and 9.7%. The combination of NIR spectrum measurement and gas chromatography analysis – mass spectroscopy is utilized to generate the predictor of citronella oil content from some varied product in market.

Keyword: Citronella Oil, Turpentine, NIRs, KG-SM.

PENDAHULUAN

Minyak atsiri dikenal juga dengan nama minyak eteris atau minyak terbang (*essential oil, volatile oil*), disintesis oleh tanaman dan terakumulasi pada daun, bunga, buah, biji, batang atau kulit dan akar atau rhizome (Lutony & Rahmayati, 2002). Minyak ini mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi. Variasi komposisi minyak atsiri dipengaruhi oleh perbedaan jenis tanaman penghasil, kondisi iklim, tanah tempat tumbuh, umur panen, metoda ekstraksi dan cara penyimpanan minyak.

Indonesia adalah salah satu negara pengekspor minyak atsiri terbesar di dunia, dan menempati urutan ketiga dunia setelah China dan Vietnam dengan estimasi produksi 350 ton per tahun (Rusli, 2010). Jenis minyak atsiri yang diekspor antara lain minyak serih wangi, minyak nilam, minyak cengkeh, minyak akar wangi, minyak pala, kenanga, minyak jahe, dan lain-lain. Data statistik ekspor-impor dunia menunjukkan bahwa konsumsi minyak serih wangi dan turunannya naik sekitar 1% dari tahun ke tahun seiring dengan meningkatnya perkembangan industri modern seperti industri

parfum, kosmetik, pasta gigi, aroma terapi, dan obat-obatan. Pada umumnya, minyak atsiri digunakan dalam penyedap makanan, parfum, kosmetik, aroma terapi, dan obat-obatan (Guenther, 1998)

Minyak sereh wangi, yang dalam perdagangan dikenal dengan nama *Citronella Oil*, umumnya digunakan sebagai antiseptik, antispasmodik, diuretik, dan obat penurun panas (Lawless, 2002). *Citronella oil* diperoleh dari hasil penyulingan daun tanaman sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.). Jenis tanaman inilah yang memproduksi minyak dengan mutu terbaik dibanding jenis lainnya karena mengandung 80 sampai 97 % total geraniol dan 30 sampai 45 persen sitronellal (Ketaren, 1981).

Burdock, (2002) menyebutkan bahwa komponen kimia dalam minyak sereh wangi cukup kompleks, namun komponen yang terpenting adalah sitronellal, sitronellol, dan geraniol. Ketiga komponen tersebut menentukan intensitas bau harum, dan kualitas yang berdampak pada nilai dan harga minyak sereh wangi. Kualitas minyak atsiri pada umumnya dan minyak sereh wangi pada khususnya ditentukan oleh faktor kemurnian. Kualitas minyak sereh wangi ditentukan pula oleh komponen utama di dalamnya yaitu kandungan sitronellal dan geraniol yang biasa dinyatakan dengan jumlah kandungan geraniol. Biasanya jika kadar geraniol tinggi, maka kadar sitronellal juga tinggi.

Kadar komponen kimia penyusun utama sebagai penentu mutu minyak sereh wangi tidak tetap, dan tergantung pada beberapa faktor. Faktor-faktor yang memengaruhi produksi dan mutu minyak sereh wangi antara lain: keadaan tanah, iklim, tinggi tempat dari permukaan laut, dan keadaan daun sebelum disuling. Faktor lain yang turut memengaruhi mutu minyak sereh wangi yaitu proses penyulingan, perlakuan terhadap minyak atsiri, kemasan, dan lama penyimpanan yaitu hidroksi sitronellal (Ketaren, 1985).

Produksi minyak sereh wangi Indonesia sebelum Perang Dunia kedua (PD II) mencapai volume terbesar dan mutu terbaik di pasaran dunia, akan tetapi setelah PD II produksi tersebut menurun dengan cepat, sehingga produksi minyak sereh wangi Indonesia hanya mencapai seperdelapan dari produksi semula. Minyak sereh wangi dengan kadar geraniol dan sitronellal yang tinggi biasanya langsung dijual

atau diekspor. Minyak sereh wangi yang tidak memenuhi syarat ekspor disebabkan oleh kadar geraniol dan sitronellal yang rendah atau mengandung bahan asing. Menurut Ketaren & Djatmiko, 1978 bahan-bahan asing yang terdapat dalam minyak sereh wangi berupa lemak, alkohol, minyak terpenin dan minyak kerosene (minyak tanah) yang digunakan sebagai bahan pencampur. Bahan-bahan tersebut jauh lebih murah harganya dibandingkan minyak sereh wangi murni (Anon., 2003). Penambahan bahan-bahan pemalsu tersebut dapat dilakukan baik ditingkat penyuling maupun pedagang pengumpul.

Adanya bahan-bahan asing tersebut akan menurunkan mutu minyak sereh wangi. Standar mutu merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan kualitas suatu bahan dengan persyaratan tertentu, yang meliputi persyaratan spesifikasi, prosedur, dan aturan yang bersifat dinamis. Apabila tidak memenuhi aturan tersebut maka dapat menimbulkan masalah daya saing di pasaran. Oleh karena itu, diperlukan cara yang sederhana untuk mengetahui karakteristik dari minyak yang diproduksi atau yang dipasarkan.

Minyak sereh wangi sering dijadikan objek pemalsuan dengan penambahan minyak terpenin. Komponen utama dari minyak terpenin adalah senyawa α -pinena, penambahan minyak ini kedalam minyak atsiri akan meningkatkan kandungan α -pinena dalam minyak tersebut. Disamping itu α -pinena merupakan fraksi ringan dan tidak polar. Semakin tinggi kandungan α -pinena dalam suatu minyak semakin kecil berat jenisnya serta semakin rendah nilai kelarutan minyak dalam alkohol bahkan dapat mempengaruhi bau minyak tersebut (Sait, 1978).

Selama ini, analisis komposisi kimia minyak atsiri dilakukan dengan metode kimia yang relatif sangat mahal, membutuhkan waktu yang lama, dan menyisahkan limbah bahan-bahan kimia. Oleh karena itu, salah satu teknik analisis terbaru yang dapat digunakan yaitu dengan spektroskopi inframerah dekat (*Near Infrared Spectroscopy* - NIRs). NIRs merupakan teknik yang memungkinkan identifikasi kandungan kimia pada berbagai sampel dalam waktu singkat (Workman and Wayer, 2008). Namun demikian identifikasi itu memerlukan database yang berfungsi sebagai data terlatih (training data) dimana training data ini

mengandung informasi tentang senyawa terkandung dan kuantitasnya. Informasi seperti itu dapat terlebih dahulu diidentifikasi menggunakan kromatografi gas spektroskopi massa atau disebut KG-SM (gas chromatography - mass spectroscopy – GCMS).

METODE PENELITIAN

Sampel yang digunakan adalah minyak sereh wangi (*Citronella Oil*) yang diperoleh dari PT. Djasula Wangi dan tiga produk lainnya yang dijual di secara bebas seperti di apotek-apotek (disebut produk A, B, dan C) serta minyak terpenin dari perusahaan lokal. Tidak ada perlakuan khusus dari sample tersebut. Untuk pengukuran dengan NIRs dan KG-SM diperlukan sampel masing-masing sebanyak 2 ml.

Spektroskopi inframerah dekat

Pengukuran kadar komponen senyawa minyak sereh wangi murni, produk-produk minyak sereh wangi dan minyak terpenin menggunakan spektrometer near Infrared NIRFLEX solid N-500 buatan BUCHI. Teknik pengukuran yang dipakai adalah transreflektans dimana sampel sebanyak 2 ml diletakan pada cawan petri dan ditutup dengan refelktor. Sampel dibawah reflektor memiliki ketebalan 0.3 mm. Sampel dipindai sebanyak 21 kali pada bentangan 4.000-6.200 cm^{-1} kemudian dirata-ratakan untuk mendapatkan rasio signal/derau (s/n ratio) yang baik. Resolusi spektrum pada pengukuran ini adalah 4 cm^{-1} . Baseline dikoreksi dengan melakukan derivatif pertama sedangkan peningkatan daya pisah ditingkatkan dengan melakukan derivatif kedua. Setiap langka derivatif diawali dengan perataan (smoothing) spektrum menggunakan teknik Savitzky-Golay polinomial orde 3 dengan pemingkalian sebesar 11.

Kromatografi gas - spektroskopi massa

Komponen-komponen penyusun minyak sereh wangi murni dari tumbuhan *C.nardus* yang diperoleh dari PT. Djasula Wangi dan tiga produk lainnya yaitu A, B, dan C serta minyak terpenin dianalisis menggunakan GC-MS SHIMADZU QP-5000. Jenis kolom yang digunakan adalah Rastek RXi-5MS, dengan panjang 30 m serta berdiameter 0.25 mm. Selama pengoperasian, digunakan gas pembawa helium dengan kecepatan alir 0.3

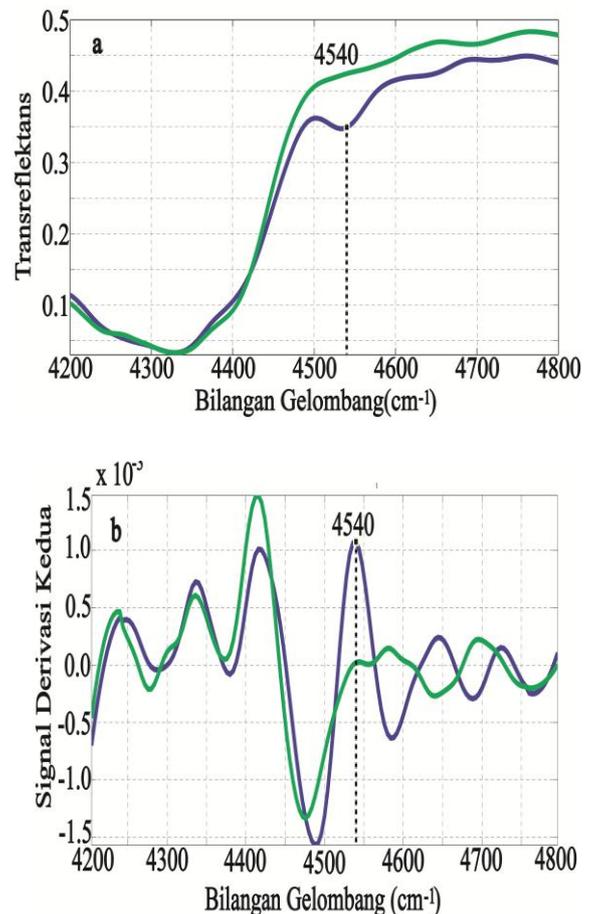
ml/menit dan tekanan kolom 13.7 kPa. Suhu kolom dijaga pada 70.0 $^{\circ}\text{C}$, dan dengan model injeksi split. Total aliran: 80 ml/menit, aliran kolom 0.50 ml/menit serta kelajuan linier 25.9 cm/detik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi minyak sereh wangi dan terpenin dengan spektroskopi inframerah dekat

Spektrum transreflektans dan spektrum derivasi kedua minyak sereh wangi murni dan minyak terpenin murni ditunjukkan pada Gambar 1.

Pada spektra transreflektans, serapan

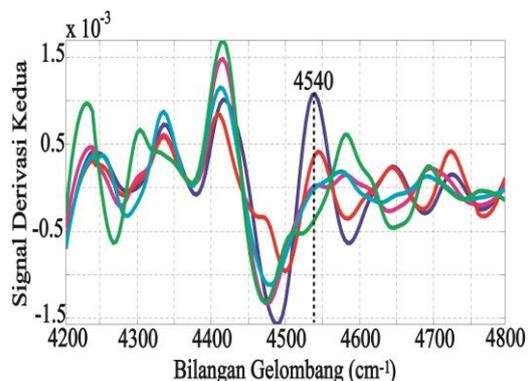


Gambar 1. (a) Spektra transreflektans, (b) Spektra derivasi kedua minyak sereh wangi murni (ungu) dan minyak terpenin murni (hijau).

ditunjukkan oleh lembah. Spektra transreflektans minyak sereh wangi murni dan minyak terpenin murni menunjukkan pola spektra yang berbeda. Pada spektrum minyak sereh

wangi murni terdapat lembah yang mengindikasikan adanya serapan pada bilangan gelombang 4540 cm^{-1} , namun pada spektrum minyak terpentin hampir tidak terlihat adanya bentuk lembah pada bilangan gelombang tersebut. Spektra ini digunakan sebagai spektra standar untuk melihat perbandingan serapan pada spektra minyak sereh wangi murni dan minyak terpentin.

Spektra transreflektans itu lebih sulit diidentifikasi puncaknya sehingga diperlukan proses dua kali derivasi. Spektra derivasi kedua ditunjukkan pada Gambar 1(b). Pada spektra derivasi kedua ini, letak lembah pada spektra transreflektans akan diindikasikan dengan letak puncak



Gambar 2. Spektra derivasi kedua NIRs minyak sereh wangi murni (ungu) minyak sereh wangi produk A (merah), produk B (merah muda) produk C (biru muda), dan minyak terpentin (hijau).

Hasil pengukuran menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang disekitar 4540 cm^{-1} mengindikasikan adanya kandungan senyawa spesifik dari minyak sereh wangi murni yang tidak dimiliki oleh minyak terpentin. Hal ini didukung oleh identifikasi ikatan gugus senyawa menurut workman & weyer (2007) yang menyebutkan bahwa serapan pada bilangan gelombang 4540 cm^{-1} berasal dari gugus C-H-O senyawa aromatik. Jadi, untuk mengetahui kandungan minyak sereh wangi murni yang tidak dicampur dengan minyak terpentin dapat dilakukan dengan melihat karakterisasi serapan di sekitar bilangan gelombang 4540 cm^{-1} . Oleh karena itu, puncak serapan minyak sereh wangi murni pada bilangan gelombang 4540 cm^{-1} dengan tinggi relatif signal derivasi kedua dapat dipakai sebagai daerah penanda untuk menganalisis produk-produk minyak sereh wangi. Spektra

hasil analisis produk-produk minyak sereh wangi dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan kesamaan pola spektra minyak sereh wangi dari produk A, produk B dan produk C pada kisaran bilangan gelombang 4520-4560 cm^{-1} . Namun demikian jelasah terlihat bahwa mereka memiliki signal derivasi kedua yang berbeda serta terjadinya pergeseran puncak pada setiap produk. Perbedaan signal derivasi kedua dan pergeseran puncak mengindikasikan perbedaan konsentrasi kandungan utama minyak sereh wangi, yaitu sitronellal, geraniol dan sitronellol.

Spektrum NIR pada produk C memiliki signal derivasi kedua yang paling rendah dibandingkan dengan produk A dan produk B yaitu $6,4 \times 10^{-5}$ dan mengalami pergeseran puncak dari 4540 cm^{-1} ke 4552 cm^{-1} . Rendahnya signal derivasi kedua dan pergeseran puncak spektrum menunjukkan rendahnya konsentrasi kandungan sitronellal, geraniol, dan sitronellol. Hasil pengukuran ini didukung oleh data KG-SM yang membuktikan bahwa total kandungan senyawa utama minyak sereh wangi produk C yaitu 9.65%. Hasil analisis NIR minyak sereh wangi produk B menunjukkan signal derivasi kedua yang lebih tinggi dari produk C dan lebih rendah dari produk A yaitu $-2,14 \times 10^{-5}$ dan mengalami pergeseran puncak dari 4540 cm^{-1} ke 4548 cm^{-1} . Hasil analisis KG-SM produk B mendukung data pengukuran NIR ini yaitu total kandungan senyawa utama minyak sereh wangi produk B adalah 19.60%. Sedangkan hasil analisis produk A memperlihatkan signal derivasi kedua lebih tinggi dari produk B, dan produk C yaitu 0.0004141 dengan mengalami sedikit pergeseran dari 4540 cm^{-1} ke 4544 cm^{-1} . Data hasil analisis produk B menggunakan NIR ini didukung oleh hasil analisis KG-SM yang menunjukkan total kandungan sereh wangi dalam produk A sebanyak 66.30%.

Dari Gambar 2, dapat dijelaskan bahwa semakin rendah nilai signal derivasi kedua dan terjadinya pergeseran puncak serapan pada spektra produk-produk minyak sereh wangi menunjukkan rendahnya kandungan komponen senyawa utama minyak sereh wangi yang terdapat dalam produk tersebut. Pada daerah serapan 4540 cm^{-1} puncak spektra produk-produk minyak sereh wangi mengalami pergeseran ke arah kiri dengan signal derivasi kedua semakin rendah. Pergeseran ini berkaitan

dengan tingkat kemurnian dari minyak serih wangi tersebut.

Analisis Komponen Minyak Serih Wangi dengan KG-SM

Hasil analisis menggunakan KG-SM menunjukkan perbedaan kadar dan jenis

senyawa yang terdapat dalam minyak serih wangi murni, tiga produk minyak serih wangi lainnya dan minyak terpentin. Senyawa-senyawa dari minyak serih wangi murni dan tiga produk minyak serih wangi serta minyak terpentin dengan persentasi relatif tinggi disajikan dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Komponen senyawa utama dari minyak serih wangi murni, minyak serih wangi produk A, produk B dan produk C serta minyak terpentin

No	Nama Senyawa	Rumus Struktur	Puncak Area (%)				Minyak Terpentin
			Minyak Serih Wangi Murni	Produk A	Produk B	Produk C	
1	α -Pinen	$C_{10}H_{16}$	-	27.44	49.8	76.72	92.23
2	Sitronellal	$C_{10}H_{18}O$	32.9	30.97	8.84	4.21	-
3	Geraniol	$C_{10}H_{18}O$	30.4	15.27	4.97	2.74	-
4	Sitronellol	$C_{10}H_{20}O$	14.3	6.91	1.87	1.13	-
5	β -Ocimene	$C_{10}H_{16}$	-	0.33	1.6	1.19	5.56
6	β -Pinen	$C_{10}H_{16}$	-	0.40	2.72	1.78	1.25
7	Lain-lain		22.4	18.67	31.8	12.23	0.96

Data Tabel 2 menunjukkan bahwa minyak serih wangi murni mempunyai komponen penyusun utama yaitu sitronellal dengan puncak area sebesar 32.58%, geraniol 30.44%, sitronellol 14.31%. Minyak serih wangi produk A, produk B, dan produk C mempunyai komponen penyusun utama yaitu α -pinen, sitronellal, geraniol, dan sitronellol. Puncak area dari senyawa yang terdapat pada masing-masing produk berbeda-beda. Produk A kandungan α -pinen 27.44%, sitronellal 30.97%, geraniol 15.27%, dan sitronellol 6.91%. Produk B kandungan α -pinen 49.8%, sitronellal 8.84%, geraniol 4.97%, dan sitronellol 1.87%. Minyak serih wangi produk C terdapat senyawa α -pinen 76.72%, sitronellal 4.21%, geraniol 2.74%, dan sitronellol 1.13%. Dalam analisis ini minyak terpentin digunakan sebagai sampel kontrol negatif yang mana komponen utamanya adalah α -pinen 92.23%, β -Ocimene 5.56%, dan β -Pinen 1.25%.

Data senyawa lain pada Tabel 2 merupakan senyawa turunan dari komponen senyawa utama. Minyak serih wangi murni terdapat dua belas senyawa selain tiga komponen senyawa utama yaitu linalil asetat 4.18%, limonen 3.69%, sitronellil 3.32%, α -

kopaene 3.15%, δ -kadinen 1.54%, α -amorphene 1.22%, β -elemene 1.2%, sitral 1.15%, α -murolene 0.78%, cyclohexane 0.72% dan germacrene 0.55%. Senyawa lain pada minyak serih wangi produk A yaitu geraniol asetat 8.71%, cyclohexane 2.34%, cyclopropane 1.76%, 1,3,6-octatriene 1.63%, sitronellil 1.43%, linalol oxide 0.88%, α -humulene 0.79%, pentanol 0.71%, sitral 0.38%, α -terpinolene 0.33%, dan trans-caryophyllene 0.29%. Produk B yaitu δ -karene 14.8%, camphor 7.9%, limonen 2.68%, α -terpinolene 1.63%, linalil asetat 0.75%, sitronellil 0.49%, camphene 0.88%, benzen 0.61%, dan α -thujene 0.51%. Senyawa lain pada minyak serih wangi Minyak serih wangi produk C memiliki komponen penyusun lainnya seperti 1,3,6-octatriene 6.87%, asam benzoik 2.90%, cyclohexane 1.27%, geraniol asetat 0.44%, sitronellil 0.30%, cyclopropane 0.21%. Minyak terpentin memiliki dua senyawa turunan lain seperti bicyclo 0.49% dan limonen 0.47%.

Hasil spektroskopi massa minyak serih wangi murni yang disajikan dalam Tabel 2 didukung oleh pernyataan dari Burdock (2002) yang menyatakan bahwa komponen kimia dalam minyak serih wangi cukup

komplek, namun komponen yang terpenting adalah sitronellal, sitronellol, dan geraniol. Hasil penelitian lain yang juga mendukung ini adalah seperti yang dilakukan oleh Brugnera *et al.* (2011) tentang analisis minyak sereh wangi dari daun sereh wangi asal Brazil yang memiliki komponen kimia sitronellal (34.6%), geraniol (23.17%), dan sitronellol (12.09%). Hasil spektroskopi massa minyak sereh wangi produk A, produk B, dan produk C diperoleh senyawa α -pinen dalam jumlah yang relatif banyak dengan puncak area masing-masing sebesar 49.8%, 27.44%, dan 76.72%.

Dalam fraksi minyak atsiri dari tanaman *C. winterianus/nardus* terdapat senyawa sitronelal, sitronelol, limonene, linalool (Lorenzo *et al.*, 2000). Hasil identifikasi dari Delespaul *et al.* (2000) dilaporkan bahwa dalam tanaman *C. nardus* terdapat senyawa sitronellal, geraniol, sitronellol, sedangkan minyak atsiri dari *C. nardus* asal India mengandung sitronellal, geraniol, α -terpineol, cis-sabinene hidrat, nerolidol, β -caryophyllene, dan germacren-4-ol (Mahalwal & Ali, 2002). Studi tentang minyak sereh wangi yang telah dilakukan sebelumnya, tidak ada yang melaporkan bahwa dalam fraksi minyak sereh wangi terdapat senyawa α -pinen, β -pinen, dan δ -karene.

Menurut Amini *et al.* (2014), komposisi utama minyak terpertin baik itu dari perusahaan lokal maupun perdagangan adalah senyawa α -pinen dan δ -karene. Hasil analisis ini membuktikan bahwa produk minyak sereh wangi yang dijual dipasaran tidak lagi murni 100%, karena adanya penambahan senyawa lain, seperti senyawa α -pinen, δ -karene, dan β -pinen yang merupakan senyawa utama minyak terpertin. Oleh karena itu, minyak sereh wangi yang dijual tersebut tidak lagi mencapai SNI minyak sereh wangi yang sebenarnya.

Minyak terpertin sering ditambahkan ke dalam minyak sereh wangi, karena harganya yang jauh lebih murah dibanding dengan minyak sereh wangi. kedua jenis minyak ini memiliki kandungan senyawa yang tergolong dalam monoterpenoid (C_{10}) sehingga minyak terpertin mudah larut dalam minyak sereh wangi. Penambahan minyak terpertin dalam minyak sereh wangi dengan maksud menambah volume, berat minyak atau untuk memenuhi persyaratan mutu tertentu. Hal ini, akan merubah sifat fisika kimia dari

minyak sereh wangi, seperti berat jenis, indeks bias, putaran optik, bilangan asam dan ester serta dapat menurunkan persentase komponen kimia dalam minyak sehingga mempengaruhi bau minyak tersebut (Sait, 1978).

KESIMPULAN

Spektroskopi inframerah dekat (NIRs) dapat digunakan untuk mengkarakterisasi produk-produk minyak sereh wangi dengan cepat dan akurat setelah sebelumnya memiliki data pendukung yang diperoleh dari pengukuran lain yaitu KG-SM. Daerah serapan yang dapat dipakai sebagai titik acuan pembeda antara minyak sereh wangi murni dan produk-produk pasaran lainnya adalah pada bilangan gelombang 4540 cm^{-1} . Semakin rendah nilai signal derivasi kedua dan semakin bergeser puncak serapan spektrum suatu produk minyak sereh wangi mengindikasikan rendahnya kandungan komponen senyawa utama dalam produk tersebut. Analisis KG-SM ditemukan lima belas komponen senyawa pada minyak sereh wangi murni dengan komponen utama adalah sitronellal 32.9%, geraniol 30.4%, dan sitronellol 14.3%. pada produk A, produk B, produk C ditemukan dua belas senyawa yang berbeda-beda dengan komposisi yang berbeda pula. Komponen senyawa utama produk A yaitu sitronellal 30.97%, geraniol 15.27%, sitronellol 6.91%, produk B adalah α -pinen 49.8%, δ -Karene 14.8%, sitronellal 8.84%. komponen utama dan komponen utama produk C yaitu α -pinen 76.72%, sitronellal 8.84%. Sampel minyak terpertin terdiri dari lima komponen senyawa dengan komponen tertinggi adalah α -pinen 92.23% dan empat senyawa turunan α -pinen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan beasiswa melalui progam Beasiswa Unggulan kepada penulis di Program Pascasarjana Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous. 2003. *Minyak Sereh Wangi Indonsia*. Rancangan Standar Nasional Indonesia, Minyak Sereh

- Wangi. Badan Standar Nasional. H. 1-5.
- Amini, R.W., Masruri, & Rahman, M.F. 2014. *Analisis Minyak Terpentin (Pinus merkusii) Hasil Produksi Perusahaan lokal dan Perdagangan Menggunakan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (KG-SM) serta Metode Pemurniannya*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Brugnera, D.F. 2011. *Ricotta: Microbiological quality and use of spices in the control of Staphylococcus aureus*. 106 p. Dissertation (Master's in Food Science) – University of Lavras, Lavras, Brazil
- Burdock, G.A. 2002. *Fanarali's Handbook of Flavor Ingredients*. Boca Raton, FL, CRC Press.
- Delespaul, Q., Billerbeck, V.G., Roques, C.G., Michel, G., Marquier-Viñuales, C., Bessi`ere, J.M. 2000. *The antifungal activity of essential oils as determined by different screening methods*. *J Essent Oil Res* 12: 256–266.
- Guenther, E. 1998. *Essential Oils*. Volume III sampai dengan VI, D. Van Nostrand Company, Inc.
- Ketaren, S. & Djatmiko, B. 1978 *Minyak Atsiri Bersumber Dari Bunga Dan Buah*. Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Fatemeta IPB: Bogor.
- Ketaren, S. 1981. *Minyak Atsiri*. Jurusan Teknologi Industri, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Ketaren, S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Balai Pustaka. Jakarta.
- Lawless, J. 2002. *The Encyclopaedia of Essential Oils*. London, Thorsons. UK, pp.70–83.
- Lorenzo, D., Dellacassa, E., Atti-Serafini, L., Santos, A.C., Frizzo, C., Paroul, N., Moyna, P., Mondello, L., Dugo, G. 2000. *Composition and stereoanalysis of Cymbopogon winterianus Jowitt oil from Southern Brazil*. *Flavour Fragr J* 15: 177–181.
- Lutony, T.L. & Rahmayati, Y. 2002. *Produksi dan Perdagangan Minyak Atsiri*. Penerbit Penebar Swadaya, Cetakan IV. Jakarta.
- Mahalwal, V.S., Ali, M. 2002. *Volatile constituents of Cymbopogon nardus (Linn.) Rendle*. *Flavour Fragr J* 18: 73–76.
- Rusli, M.S. 2010. *Sukses Memproduksi Minyak Atsiri*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Sait, S. 1978. *Identifikasi bahan-bahan pemalsu didalam minyak-minyak atsiri ekspor*. Prosiding Seminar Minyak Atsiri-III, Balai Penelitian Kimia. 319-324.
- Workman, J.Jr. & Weyer, L. 2007. *Practical Guide to Interpretative Near-Infrared Spectroscopy*. CRC Press Taylor and Francis Group.: New York. 332p.