

Pengaruh Kerapatan Unggun Bahan pada Distilasi Uap terhadap Rendemen dan Komposisi Minyak Jeruk Purut

The Effect of Material Density on Steam Distillation on The Yield and Composition of Kaffir Lime Oil

Luthfi Kurnia Dewi^{1,2*}, Chandrawati Cahyani^{1,2}, Novelia Puspa Wardani¹, Hasanuddin Sella¹

¹Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, 65145, Indonesia

²Institut Atsiri, Malang, 65145, Indonesia

*E-mail: luthfikurnia@ub.ac.id

Diterima: 10 Januari 2023; Disetujui: 09 April 2023

ABSTRAK

Minyak jeruk purut (*kaffir lime oil*) banyak digunakan dalam industri flavor, minuman, makanan, farmasi, pewarna, dan parfum. Komponen utama dalam minyak jeruk purut yaitu sitronelal, sitronelol, geraniol, dan linalool. Minyak jeruk purut dapat dihasilkan dengan menggunakan metode distilasi uap. Dalam proses distilasi uap, kerapatan unggun bahan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi jumlah rendemen dan kualitas minyak yang dihasilkan karena kerapatan unggun berkaitan dengan aliran uap yang melalui tumpukan bahan yang dapat mempengaruhi jumlah minyak yang dapat terbawa oleh uap tersebut menjadi kondensat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kerapatan unggun (daun dan batang jeruk purut) pada proses distilasi terhadap jumlah rendemen dan komposisi minyak jeruk purut yang dihasilkan. Pada penelitian ini menggunakan metode distilasi uap *indirect* selama 6 jam, tekanan 1,2 kg/cm² (*gauge*), laju alir uap sebesar 2 L/jam. Perbandingan berat bahan daun dan batang 1:1. Kerapatan unggun divariasikan sebesar 0,075 kg/L, 0,100 kg/L dan 0,125 kg/L. Berdasarkan hasil penelitian, kerapatan unggun daun dan batang jeruk purut berpengaruh terhadap rendemen minyak jeruk purut yang dihasilkan yaitu pada kerapatan unggun 0,075 kg/L, 0,100 kg/L dan 0,125 kg/L menghasilkan rendemen berturut-turut sebesar 0,979%, 0,854% dan 0,647%. Kerapatan unggun 0,075 kg/L merupakan kerapatan yang terbaik dengan rendemen dan kadar sitronelal (78,98%) tertinggi.

Kata kunci: distilasi uap; kerapatan unggun bahan; minyak jeruk purut; rendemen; sitronelal

ABSTRACT

Kaffir lime oil is widely used in the flavor, beverage, food, pharmaceutical, dye and perfume industries. The main components in kaffir lime oil are citronellal, citronellol, geraniol, and linalool. Kaffir lime oil can be produced using the steam distillation method. In the steam distillation process, the density of the material bed is one of the factors that can affect the amount of oil produced and the quality of the oil produced because the bed density is related to the flow of steam through the pile of material which can affect the amount of oil that can be carried by the steam into condensate. Therefore, this research was conducted to determine the effect of bed density (leaves and stems of kaffir lime) in the distillation process on the amount of yield and composition of kaffir lime oil produced. In this study using the indirect steam distillation method for 6 hours, the pressure is 1.2 kg/cm² (gauge), the steam flow rate is 2 L/hour. The ratio of the weight of leaf and stem material is 1:1. Bed density was varied by 0.075 kg/L, 0.100 kg/L and 0.125 kg/L. Based on the results of the study, the density of kaffir lime leaf and stem beds had an effect on the yield of kaffir lime oil produced, at bed densities of 0.075 kg/L, 0.100 kg/L and 0.125 kg/L produced yields of 0.979%, 0.854% and 0.647% respectively. Bed density of 0.075 kg/L is the best density with the highest yield and content of citronellal (78.98%).

Keywords: citronellal; kaffir lime oil; material bed density; steam distillation; yield

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu dari negara penghasil minyak atsiri yang potensial, salah satu di antaranya minyak jeruk purut. Minyak jeruk purut dalam perdagangan internasional disebut *kaffir lime oil* banyak digunakan dalam industri *flavor*, minuman makanan, farmasi, pewarna, parfum, dan lain-lain. Komponen utama yang terdapat dalam jeruk purut yang dapat terdistilasi yaitu sitronelal, sitronelol, geraniol, dan linalool (Warsito, 2018).

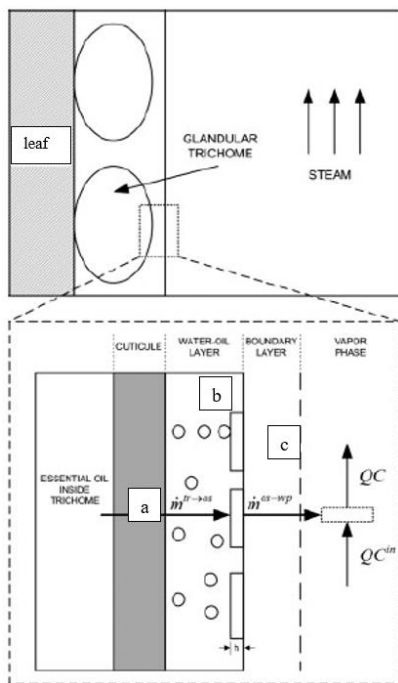
Secara umum minyak jeruk purut diekstraksi menggunakan metode distilasi uap. Distilasi uap terbagi atas distilasi uap *direct* dan distilasi uap *indirect*. Metode distilasi uap *direct* akan menempatkan bahan dalam satu tempat yang bagian tengah dan bawahnya berlubang-lubang ditopang di atas dasar alat distilasi. Bagian bawah dari kolom

distilasi diisi dengan air sedikit dibawah ketinggian bahan. Kemudian air akan dipanaskan dan mendidih menjadi uap. Uap akan bergerak ke atas dan mengambil kandungan minyak atsiri dalam tanaman (Simanjuntak *et al.*, 2021). Sedangkan pada metode distilasi uap *indirect*, air untuk menghasilkan uap tidak diisikan dalam ketel distilasi. Dalam metode ini, penting untuk mengupayakan agar proses penetrasi uap merata dalam bahan sehingga rendemen minyak lebih tinggi. Penataan bahan dapat menentukan perolehan rendemen minyak (Guenther *et al.*, 1987)(Can Başer & Buchbauer, 2015).

Dalam proses distilasi uap terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah rendemen yang dihasilkan yaitu perlakuan awal bahan baku, kondisi operasi yang meliputi suhu, tekanan, kerapatan unggun bahan baku, lama distilasi, proses pemisahan dan penyimpanan. Kerapatan unggun

bahan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi rendemen yang dihasilkan, dimana faktor ini mempengaruhi aliran uap melalui bahan yang didistilasi. Bahan yang diletakkan terlalu rapat akan menyebabkan uap yang didistribusikan akan terhambat sehingga kontak area uap terhadap bahan menjadi kecil (Guenther *et al.*, 1987)(Can Başer & Buchbauer, 2015). Area kontak uap yang kecil terhadap bahan akan menghambat transfer panas laten uap terhadap bahan sehingga mengurangi laju difusi minyak dari jaringan kutikula menuju permukaan tanaman.

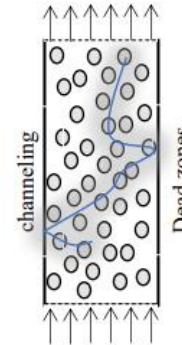
Fenomena minyak dari tanaman menuju fase uap terjadi melalui tiga tahapan yaitu (a) Minyak terdapat dalam kelenjar trikoma. Selama proses distilasi, minyak dipanaskan oleh uap dan mengalir keluar melalui kutikula. Tidak ada perubahan komposisi minyak dalam tahapan ini, (b) Minyak keluar dari trikoma dan air yang terkondensasi membentuk lapisan dua-fase yang membasahi tanaman. Komponen minyak terevaporasi pada *interface vapor - oil* berdasarkan kesetimbangan fase, dan (c) Transfer massa dari komponen minyak yang terevaporasi terjadi pada *interface vapor - oil* menuju aliran *steam* (Cerpa *et al.*, 2008). Jalur transfer minyak dari trikoma menuju aliran *bulk steam* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Jalur transfer minyak dari trikoma menuju aliran *bulk steam*

Kerapatan unggun bahan merupakan rasio massa bahan baku terhadap volume *distiller*. Kerapatan unggun bahan disini terkait dengan kondisi peletakan bahan didalam kolom distilasi yakni ada tidaknya celah yang berfungsi sebagai jalur dimana uap akan mengalir. Bahan yang diletakkan terlalu rapat akan menyebabkan uap yang didistribusikan akan terhambat sehingga area kontak uap terhadap bahan menjadi kecil (Guenther *et al.*, 1987). Keadaan ini dapat memunculkan adanya jalur uap (*channeling*) seperti pada Gambar 2 (Fogler, 2006). *Channeling* merupakan karakter aliran yang ditunjukkan dengan terbentuknya aliran kecil dari fluida yang berada diantara tumpukan bahan dimana aliran fluida yang melewati tumpukan bahan tersebut terlalu besar. Saat *channeling* terjadi, sebagian dari unggun atau bahan tidak mengalami kontak secara baik dengan fluida (McCabe *et al.*, 1993). Sebagian aliran uap yang mengalir hanya akan melalui jalur uap yang dibentuk dan tidak membasahi bahan yang tidak dilalui yang dapat menyebabkan terjadinya uap

yang hilang, sehingga uap yang melalui bahan tidak dapat mengikat minyak dari jaringan-jaringan kantung minyak pada bahan (Abdul *et al.*, 2015). Area kontak uap yang kecil terhadap bahan akan menghambat transfer panas laten uap terhadap bahan sehingga mengurangi laju difusi minyak dari jaringan kutikula menuju permukaan tanaman (b) pada Gambar 1 dan mengakibatkan rendemen menjadi berkurang. Jika kerapatan bahan terlalu kecil, uap akan lolos dan tidak berpenetrasi secara sempurna sehingga rendemen minyak yang dihasilkan rendah (Guenther *et al.*, 1987).



Gambar 2. Fenomena *channeling*

Kerapatan bahan yang umumnya digunakan untuk bahan yang berupa akar-akaran adalah 0,2 Kg/L (Tanasale, 2012). Untuk daun sereh wangi adalah 0,2 Kg/L, terna nilam adalah 0,12 Kg/L, daun cengkeh 0,1 Kg/L, gagang cengkeh 0,25 Kg/L (Ma'mun, 2014). Pada penelitian yang dilakukan oleh Azhari (2011), daun jeruk purut didistilasi dengan kerapatan 0,075 Kg/L, 0,094 Kg/L, dan 0,112 Kg/L menunjukkan hasil rendemen tertinggi pada kerapatan 0,094 Kg/L dan kadar sitronelal tertinggi didapatkan pada kerapatan 0,094 Kg/L. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah rendemen dan kadar sitronelal minyak jeruk purut yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh kerapatan unggun bahan yang digunakan pada distilasi.

Daun dan batang jeruk dalam unggun mempunyai perbedaan dengan daun jeruk purut saja dalam hal banyaknya ruang yang ditempati. Selain itu, ekstraksi bagian daunnya memiliki komposisi yang berbeda dengan ekstraksi bagian lainnya (Khasanah, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kerapatan unggun daun dan batang jeruk purut (*Citrus hystrix D.C*) dalam proses distilasi uap terhadap rendemen dan komposisi minyak jeruk purut.

METODOLOGI

Metode distilasi yang digunakan yaitu metode distilasi *indirect*. Bahan yang digunakan adalah daun dan batang jeruk purut yang diperoleh dari Koperasi Usaha Bersama Jaya Abadi Kab. Tulungagung, air dan Na_2SO_4 . Alat yang digunakan terdiri dari seperangkat alat distilasi uap *indirect* yang dilengkapi *boiler*, corong pisah, *glass beaker*, penyaring vakum, *moisture balance*, piknometer dan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS).

Persiapan Bahan

Daun dan batang jeruk purut dalam kondisi segar disortir untuk memisahkannya dari kotoran, daun yang berwarna kecoklatan, ataupun debu/tanah. Setelah melalui tahapan ini kemudian akan diambil sampel daun dan batang untuk diukur kadar air, pengukuran kadar air dilakukan untuk menghitung rendemen yang dihasilkan dengan perhitungan yield basis kering. Setelah pengukuran kadar air, bahan akan ditimbang sesuai dengan variabel kerapatan yang akan digunakan sesuai dengan persamaan (1).

$$\text{Massa bahan} = \text{Kerapatan Bahan} \times \text{Volume Distiller} \quad (1)$$

Volume ruang bahan distiller sebesar 117,75 L sehingga didapatkan massa bahan berdasarkan kerapatan unggun bahan baku (Tabel 1).

Tabel 1. Massa bahan berdasarkan kerapatan unggun bahan

Kerapatan Unggun Bahan (kg/L)*	Massa Bahan (kg)
0,075	8,84
0,100	11,78
0,125	14,72

*kg bahan/L volume distiller

Distilasi Daun dan Batang Jeruk Purut

Daun dan batang jeruk purut dengan massa yang sesuai dengan Tabel 1 akan diletakkan pada keranjang besi yang berlubang yang kemudian diletakkan dalam ketel distilasi. Perbandingan massa bahan daun dan batang 1:1. Bagian atas dari ketel distilasi dihubungkan dengan kondensor yang dialiri air sirkulasi yang bertujuan untuk menjaga agar kondensor tetap dingin. Air pendingin dialirkan berlawanan dengan aliran uap dari ketel distilasi, uap diperoleh dari boiler dengan proses pemanasan air dengan bahan bakar LPG. Tekanan operasi 1,2 kg/cm² (*gauge*). Laju alir uap 2 L/jam. Distilasi akan berlangsung selama 6 jam dimulai dari tetesan pertama. Minyak yang diperoleh dari hasil distilasi dipisahkan menggunakan separator dengan prinsip perbedaan densitas. Minyak akan terpisah dengan air dimana lapisan minyak akan berada pada bagian atas sehingga minyak dengan air akan keluar melalui bagian yang berbeda.

Dehidrasi Minyak Jeruk Purut

Proses dehidrasi minyak dengan air dilakukan dengan penambahan natrium sulfat anhidrat (Na₂SO₄) yang berfungsi untuk mengikat air yang tersisa dalam minyak. Prosesnya yaitu Na₂SO₄ yang bereaksi dengan air akan membentuk hidrat dan menggumpal. Setelah Na₂SO₄ menggumpal, selanjutnya akan dilakukan pemisahan minyak dan hidrat Na₂SO₄ menggunakan penyaringan vakum. Kemudian minyak yang telah terpisah akan disimpan didalam wadah berbahan kaca gelap yang steril.

Perhitungan Rendemen Minyak Jeruk Purut

Rendemen dihitung dengan basis kering berdasarkan pada massa bahan yang digunakan dengan rumus pada persamaan 1 (AOAC, 1984).

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa minyak daun jeruk purut (gram)}}{\text{Massa bahan segar (gram)} \times (1 - \% \text{ kadar air})} \times 100\% \quad (1)$$

Pengujian Komposisi Minyak Jeruk Purut

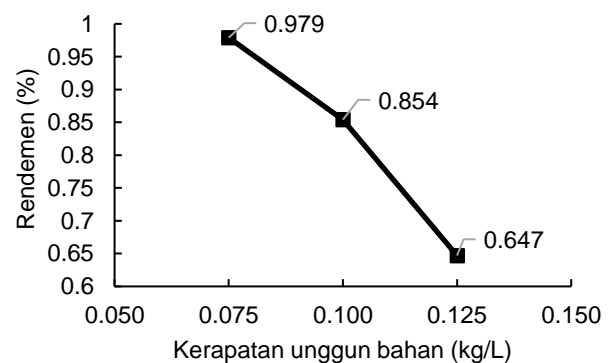
Komposisi senyawa dalam minyak jeruk purut diuji menggunakan GC-MS yang dilakukan di UnittAnalisis dan Pengukuran Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang. Spesifikasi dan kondisi operasi alat GCMS yang digunakan:

Merk	: Shimadzu
Tipe	: QP-2010S/Shimadzu
Suhu Injeksi	: 310°C
Suhu Oven Kolom	: 70°C
Tekanan	: 19,8 KPa
Laju alir kolom	: 0,55 mL/menit
Laju alir total	: 59 ml/menit
Gas Pembawa	: Helium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Kerapatan Unggun Daun dan Batang Jeruk Purut (*Citrus hystrix D.C*) pada Distilasi terhadap Rendemen Minyak Jeruk Purut

Rendemen minyak jeruk purut hasil distilasi dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu kerapatan bahan baku (Guenther, 1987). Pengaturan kerapatan unggun bahan pada proses distilasi dilakukan untuk mengoptimalkan produksi minyak atsiri, karena apabila kerapatan bahan terlampaui tinggi atau terlampaui rendah dapat menurunkan rendemen (Azhari, 2011). Pengaruh kerapatan unggun daun dan batang jeruk purut terhadap rendemen minyak yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan bahwa rendemen yang dihasilkan adalah sebesar 0,979% pada kerapatan 0,075 kg/L; 0,854% pada kerapatan 0,100 kg/L; dan 0,647% pada kerapatan 0,125 kg/L.



Gambar 3. Pengaruh kerapatan unggun daun dan batang jeruk purut terhadap rendemen minyak jeruk purut

Gambar 3 menunjukkan rendemen minyak jeruk purut yang dihasilkan menurun seiring meningkatnya kerapatan bahan baku yang digunakan. Peningkatan kerapatan dari 0,075 Kg/L menuju 0,100 Kg/L menghasilkan penurunan rendemen sebanyak 14,637%. Penurunan jumlah rendemen ini disebabkan karena pada kerapatan 0,100 Kg/L terjadi *channeling*, dimana sebagian dari unggun bahan tidak mengalami kontak secara baik dengan fluida dan area kontak uap terhadap bahan akan menjadi kecil. Area kontak uap yang kecil terhadap bahan akan menghambat transfer panas laten uap terhadap bahan sehingga mengurangi laju difusi minyak dari jaringan kutikula menuju permukaan tanaman sehingga minyak yang dapat diekstrak dari jaringan-jaringan minyak menjadi lebih sedikit (Cerpa *et al.*, 2008). Kuantitas minyak yang dapat teruapkan bersama dengan uap ditentukan tiga faktor yaitu besarnya tekanan uap yang digunakan, berat molekul masing-masing komponen dalam minyak dan kecepatan minyak yang keluar dari bahan (Kabuba & Huberts, 2009).

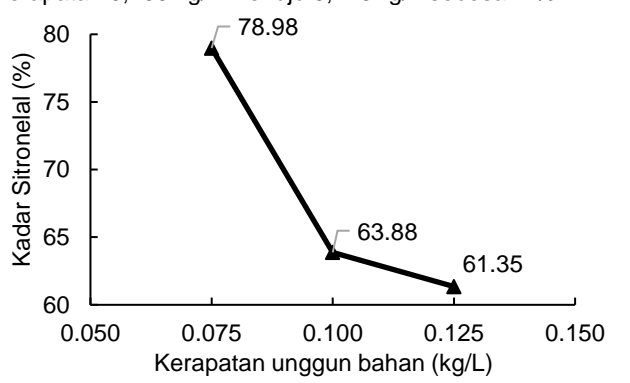
Ketika kerapatan unggun bahan meningkat, kemungkinan terbentuknya gumpalan bahan juga lebih besar. Ketika uap mengalir maka uap akan bersentuhan dengan bahan yang mengakibatkan pengembunan. Air yang terbentuk pada proses pengembunan akan membasahi bahan. Tegangan permukaan air yang tinggi dapat menyebabkan bahan yang basah akan menempel satu sama lain membentuk gumpalan. Pada kondisi dimana gumpalan bahan terbentuk ini uap cenderung lebih mudah melewati jalur antar gumpalan dibandingkan melewati jalur dengan menembus gumpalan (terjadi *channeling*). Aliran uap yang mengalir sebagian hanya akan melalui jalur uap yang

dibentuk dan tidak optimal dalam membasahi bahan, oleh sebab itu minyak yang terdapat pada jalur antar gumpalan yang dilewati uap saja yang banyak terdistilasi, sedangkan minyak yang berada pada gumpalan lebih sulit terdistilasi (Inggrid *et al.*, 2008).

Peningkatan kerapatan dari 0,100 Kg/L menuju 0,125 Kg/L menunjukkan penurunan rendemen sebesar 31,9%. Penurunan ini mengindikasikan bahwa pada kerapatan 0,125 Kg/L merupakan kondisi yang telah melewati kerapatan optimum sehingga pengaruh dari fenomena-fenomena yang diduga menyebabkan penurunan rendemen pada peningkatan kerapatan dari 0,075 Kg/L menuju 0,100 Kg/L lebih tinggi dan mempengaruhi jumlah minyak yang dihasilkan.

Pengaruh Kerapatan Unggun Daun dan Batang Jeruk Purut (*Citrus hystrix D.C*) pada Distilasi terhadap Komposisi Minyak Jeruk Purut

Pengaruh kerapatan unggun bahan terhadap kadar sitronelal sebagai parameter kualitas minyak jeruk purut yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi kerapatan unggun bahan maka komposisi sitronelal berkurang. Pengurangan terjadi pada kerapatan 0,075 kg/L menuju 0,100 kg/L sebesar 23% dan pengurangan komposisi sitronelal pada kerapatan 0,100 kg/L menuju 0,125kg/L sebesar 4%.



Gambar 4. Pengaruh kerapatan unggun daun dan batang jeruk purut terhadap kadar sitronelal minyak jeruk purut

Kerapatan bahan baku berkaitan dengan aliran uap untuk membasahi bahan sehingga terjadi difusi komponen minyak dalam daun menuju uap (Azhari, 2011). Pada kerapatan bahan yang lebih tinggi, hambatan yang dialami uap semakin besar, akibatnya kecepatan distilasi menjadi rendah. Kecepatan distilasi yang rendah akan memperlama waktu uap berada antara tumpukan bahan sehingga diduga akan meningkatkan kecenderungan perubahan sitronelal menjadi senyawa lain. Dapat diamati pada Tabel 2, dengan meningkatnya kerapatan unggun bahan maka kadar sitronelol yang merupakan reduksi dari sitronelal meningkat, hal ini juga terjadi pada kerapatan bahan lebih dari 0,075 kg/L dimana terdeteksi (-)isopulegol, neoisopulegol, neoiso(iso)pulegol, 1,8-terpin serta 3,8-terpineolhydrate. Sitronelal dapat mengalami reaksi siklisasi menjadi isopulegol dan 1,8-terpin dan 3,8-terpienolhydrate. Sitronelal yang memiliki dua karbon asimetri akan menghasilkan empat stereoisomer isopulegol yang berbeda yaitu (-)isopulegol, neoisopulegol, isopulegol serta neoiso(iso)pulegol (Iftitah *et al.*, 2010). Hal ini dapat terjadi akibat kesamaan struktural pada senyawa-senyawa atsiri sebagai senyawa terpenoid, sehingga senyawa-senyawa atsiri dapat dengan mudah terkonversi menjadi senyawa lain. Komponen dalam minyak atsiri mempunyai sifat yang tidak stabil, sehingga cenderung mudah terkonversi menjadi senyawa lainnya baik melalui

reaksi oksidasi, polimerisasi, isomerisasi, siklisasi atau dehidrogenasi yang dapat terjadi baik secara kimia maupun secara enzimatis (Turek & Stintzing, 2013). Reaksi-reaksi tersebut bisa terjadi salah satunya yaitu karena pemanasan yang terlalu lama. Senyawa sitronelal memiliki gugus rantai senyawa karbon, aldehid, dan ikatan rangkap sehingga memungkinkan terjadinya transformasi melalui reaksi aromatisasi, reduksi maupun siklisasi (Al Anshori, 2009).

Tabel 2. Komposisi minyak jeruk purut pada variasi kerapatan unggun bahan

No	Nama Komponen	Komposisi (%)		
		0.075*	0.100*	0.125*
1	Linalool	6,15	8,60	8,44
2	Citronellal	78,98	63,88	61,35
3	Isopulegol	4,16	-	3,66
4	(-) Isopulegol	-	5,39	4,83
5	Neo-Isopulegol	-	1,42	1,35
6	Neoiso(iso)pulegol	-	1,51	1,52
7	Citronellol	2,98	5,77	6,01
8	Linalool Oxide	-	-	2,64
9	1,8-terpin	-	0,50	0,94
10	Cytronellyl acetate	3,86	3,83	4,81
11	3,8-terpineolhydrate	-	0,16	0,45
12	α -copaene	-	0,24	0,27
13	Alloaromadendrene	-	0,23	0,20
14	trans- (β) carryophyllene	-	2,53	1,38
15	α - Humulene	-	0,34	0,16
16	Germacrene B	-	0,40	-
17	α -muurolene	-	0,27	-
18	Delta- Cadinene	-	0,44	0,25
19	D-Nerodilol	-	0,51	0,34
20	Carryophyllene oxide	-	-	0,44
21	3-acetoxy-p-menthan-1-ol	-	0,17	-
22	Bicyclo [5.2.0] nonane, 4,8,8-trimethyl-2-methylene	-	0,14	-
23	Diethyldiethylene glycol	3,42	2,93	0,78
24	2-Decyldecalin	0,45	0,73	0,38
Total		100	100	100
Jumlah Senyawa Teridentifikasi		7	21	20

*variabel kerapatan bahan (Kg/L)

Perbedaan jumlah dan komposisi senyawa pada minyak jeruk purut yang dihasilkan dengan kerapatan 0,075 Kg/L, 0,100 Kg/L, dan 0,125 Kg/L seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 dapat disebabkan oleh kemampuan alir uap melalui bahan pada kerapatan bahan yang berbeda. Kerapatan yang lebih rendah, waktu difusi minyak dari jaringan menuju permukaan bahan lebih cepat dibandingkan dengan kerapatan yang lebih tinggi yang mana waktu difusi minyak lebih lama karena uap yang mengalir memiliki hambatan

akibat kerapatan bahan (Inggrid *et al.*, 2008). Pada kerapatan yang rendah, waktu kontak antara uap dan bahan menjadi lebih singkat karena uap yang mengalir lebih cepat sehingga sebagian besar komponen yang terdistilasi adalah komponen dengan berat molekul kecil. Pada kerapatan yang lebih tinggi, waktu kontak yang terjadi lebih lama sehingga dimungkinkan komponen dengan berat molekul yang lebih besar juga dapat ikut terdistilasi.

Pada Tabel 2, jumlah senyawa yang teridentifikasi pada kerapatan bahan 0,075 Kg/L adalah 7 senyawa. Hal ini dapat disebabkan karena komponen dengan berat molekul belum terdistilasi seperti α -copaene, *Alloaromadendrene*, *Germacrene B*, dan *D-Nerodilol*. Sebagian besar senyawa yang teridentifikasi merupakan senyawa dengan berat molekul kecil dan titik didih rendah seperti sitronelal, sitronelol, dan linalool. Senyawa dengan berat molekul kecil lebih mudah berdifusi dari kelenjar minyak ke permukaan bahan dan terbawa oleh uap (Kabuba & Huberts, 2009). Selain itu, pada kerapatan bahan 0,075 Kg/L, senyawa sitronelal hanya sedikit yang mengalami perubahan komposisi, dimana hanya senyawa isopulegol yang merupakan siklisasi sitronelal dan sitronelol yang merupakan reduksi sitronelal yang terdeteksi. Pada kerapatan bahan 0,100 Kg/L, jumlah senyawa yang teridentifikasi adalah 21 senyawa. Kerapatan bahan yang lebih tinggi, maka waktu kontak antara uap dengan bahan juga lebih lama sehingga komponen dengan berat molekul besar dapat ikut terdistilasi. Pada kerapatan bahan 0,100 Kg/L, teridentifikasi senyawa-senyawa sesquiterpen seperti α -copaene, *Alloaromadendrene*, *D-Nerodilol*, dan *Delta-Cadinene* juga senyawa dengan berat molekul besar seperti *trans*- (β) *carryophyllene* dan α -*muurolene*. Pada kerapatan bahan 0,100 Kg/L, sitronelal telah mengalami siklisasi dalam jumlah yang lebih banyak. Hal ini ditunjukkan dengan teridentifikasinya senyawa (-)-*isopulegol*, *Neo-Isopulegol*, *Neoiso(iso)pulegol* juga *3,8 terpineolhydrate* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Pada kerapatan bahan 0,125 Kg/L, senyawa yang teridentifikasi tidak jauh berbeda dibandingkan dengan pada kerapatan bahan 0,100 Kg/L dimana senyawa-senyawa dengan berat molekul besar yang berhasil teridentifikasi. Pada kerapatan bahan 0,125 Kg/L, teridentifikasi senyawa hasil oksidasi seperti *linalool oxide* dan *carryophyllene oxide* yang tidak teridentifikasi pada kerapatan bahan 0,075 kg/L dan 0,100 kg/L, dimana hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan terjadi reaksi oksidasi lebih tinggi terjadi pada kerapatan bahan yang lebih tinggi.

Tabel 3. Perbandingan komposisi minyak jeruk purut dengan standar industri

Senyawa	Komposisi Senyawa (%)			
	0,075*	0,100*	0,125*	Industri**
<i>Citronellal</i>	78,98	63,88	61,35	65-75
<i>Linalool</i>	6,15	8,60	8,44	3,5-5,5
<i>Citronellol</i>	2,98	5,77	6,01	1,9-6,0
<i>Cytronellyl acetate</i>	3,86	3,83	4,81	1,0-3,0
<i>trans</i> - (β) <i>carryophyllene</i>	Nd	2,53	1,38	0,0-2,5

*variabel kerapatan bahan (Kg/L)

**Sumber : PT. Indesso, 2011

Tabel 3 menunjukkan perbandingan komposisi senyawa mayor minyak jeruk purut yang dihasilkan dengan standar industri. Komponen sitronelal tertinggi (78,98%) terdapat pada kerapatan bahan 0,075 Kg/L. Komponen Linalool tertinggi (8,60%) didapatkan pada kerapatan bahan 0,100

Kg/L. Komponen Sitronelol tertinggi (6,01%) didapatkan pada kerapatan bahan 0,125 Kg/L. Komponen sitronelil asetat tertinggi (4,81%) didapatkan pada kerapatan bahan 0,125 Kg/L. dan komponen *trans*- (β) *carryophyllene* tertinggi (2,53%) didapatkan pada kerapatan bahan 0,100 Kg/L. Berdasarkan Tabel 3, komponen sitronelal hasil penelitian yang dapat dikategorikan sesuai dengan standar industri yaitu pada kerapatan unggun bahan 0,075 Kg/L, sedangkan pada kerapatan unggun bahan 0,100 Kg/L dan 0,125 Kg/L belum mencukupi tetapi sudah mendekati standar industri yang ada. Komponen lainnya bervariasi tetapi rata-rata sudah mendekati standar yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa minyak jeruk purut yang dihasilkan memiliki kualitas komponen yang baik untuk dipasarkan.

KESIMPULAN

Kerapatan unggun daun dan batang jeruk purut berpengaruh pada rendemen dan komposisi minyak jeruk purut terutama kadar sitronelal. Rendemen dan kadar sitronelal tertinggi didapatkan pada kondisi kerapatan 0,075 kg/L. Rendemen yang dihasilkan yaitu 0,979% dan kadar sitronelal tertinggi yang dihasilkan yaitu 78,98%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, R., Al Fathoni, A., Susilo, B., Lutfi, M., Keteknikan, J., Teknologi, P.-F., Brawijaya, P.-U., Veteran, J., & Korespondensi, P. (2015). Studi Input Energi pada Proses Penyulingan Minyak Atsiri Nilam dengan Sistem Boiler (Studi Kasus Unit Pengolahan minyak Nilam Kesamben-Blitar). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(2).
- Al Anshori, J. (2009). *Siklisasi Intramolekuler Sitronelal Dikatalisis Zirkonia Hidrat Dan Padatan Asam Lainnya Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran Bandung*.
- AOAC. (1984). *Official Method of Analysis of Association Official Agriculture Chemist. Washington DC*.
- Azhari, D. (2011). Pengaruh Kepadatan Bahan Pada Penyulingan Terhadap Rendemen dan Kandungan Sitronellal Minyak Daun Jeruk Purut (citrus Hystrix D.C). Padang: Universitas Andalas.
- Can Başer, K. H., & Buchbauer, G. (2015). *Handbook of essential oils: Science, technology, and applications, second edition. In Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications, Second Edition*. <https://doi.org/10.1201/b19393>
- Cerpa, M. G., Mato, R. B., & Cocero, M. J. (2008). *Modeling steam distillation of essential oils: Application to lavandin super oil. AIChE Journal*, 54(4). <https://doi.org/10.1002/aic.11438>
- Fogler, H. S. (2006). *Elements of Reaction Engineering. In Bioprocess Engineering*.
- Guenther, E., Kataren, S., & Hardjo, S. (1987). Minyak Atsiri Jilid I. In *LIPU Press* (Vol. 9, Issue 2).
- Iftitah, E. D., Sastrohamidjojo, H., & Muchalal, M. (2010). *Study of catalytic cyclisation of (+)-citronellal with zn/ γ -alumina as catalyst. Indonesian Journal of Chemistry*, 4(3). <https://doi.org/10.22146/ijc.21852>
- Inggrid, M., Djojubroto, H., Kimia, J. T., Industri, F. T., & Parahyangan, U. K. (2008). Destilasi uap minyak atsiri dari kulit dan daun kayu manis (*Cinnamomum burmanii*). *Research Report - Engineering Science*, 1, 0–16.
- Kabuba, J., & Huberts, R. (2009). *Steam extraction of essential oils: Investigation of process parameters. Canadian Journal of Chemical Engineering*, 87(6). <https://doi.org/10.1002/cjce.20236>
- Khasanah, L. U. (2015). Pengaruh Perlakuan Pendahuluan

- terhadap Karakteristik Mutu Minyak Atsiri Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 04(02). <https://doi.org/10.17728/jatp.2015.10>
- McCabe, L. W., Smith, C. J., & Harriott, P. (1993). *Unit Operations of Chemical Engineering: Fifth Edition. In Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design* (Vol. 136).
- Simanjuntak, T. O., Mariani, Y., & Yusro, F. (2021). Komponen kimia minyak atsiri daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) dan bioaktivitasnya terhadap bakteri *Salmonella typhi* dan *Salmonella Typhimurium*. *CENDEKIA EKSAKTA*, 6(1). <https://doi.org/10.31942/ce.v6i1.4410>
- Tanasale, M. L. P. (2012). Aplikasi Perlakuan Bahan Baku dan Penyulingan Air-Uap Terhadap Rendemen dan Sifat Organoleptik Minyak Atsiri. *Ekologi Dan Sains*, 1(1), 35–40.
- Turek, C., & Stintzing, F. C. (2013). *Stability of essential oils: A review. In Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (Vol. 12, Issue 1). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12006>
- Warsito. (2018). *Derivatisasi Sitronelal*. Malang: UB Press.