

PERUBAHAN KADAR AIR BAHAN DAUN JERUK PURUT TERHADAP EKSTRAK DAUN

Aji Hendra Sarosa*, Luthfi Kurnia Dewi, Devia Ellya Asyikaputri, Hilmy Rayhan, Vivi Nurhadianty,
Wa Ode Cakra Nirwan, Safrina Hapsari, Ardian Indra Bayu

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jl. M.T. Haryono 167, Malang 65145 Indonesia, 0341-587710

*Penulis korespondensi: aji.hs88@ub.ac.id

Abstrak

Perlakuan awal tanaman, terutama kadar air mempengaruhi hasil ekstrak minyak atsiri, salah satunya pada minyak daun jeruk purut. Metode vacuum drying pada pengeringan daun jeruk purut dengan kadar air 15% menghasilkan rendemen tertinggi yaitu 1,222% dan kadar sitronelal 64,31%. Pengeringan daun pedada dengan oven pada suhu 50°C menghasilkan rendemen tertinggi yaitu 28,79%. Penelitian ini menggunakan daun jeruk purut yang divariasikan kadar air (60-70%; 30-40%; 10-20%) menggunakan oven vacuum pada suhu 50°C; tekanan ±12,3 Kpa. Proses ekstraksi secara soxhletasi dengan solven metanol, n-heksan, dan etil asetat, serta menggunakan metode destilasi dengan uap air. Hasil ekstrak diukur rendemen dan pengujian GC-MS. Hasil perhitungan diuji ANOVA untuk mengetahui perbedaan hasil perlakuan. Rendemen tertinggi ekstrak daun jeruk purut pada kadar air 60-70% dengan pelarut metanol yaitu 58,63%. Rendemen tertinggi pada kadar air 30-40% dengan pelarut etil-asetat sebanyak 30,99%, dan kadar air 10-20% dengan pelarut n-heksana sebanyak 27,41%. Rendemen tertinggi pada distilasi uap yaitu pada kadar air 10-20% sebanyak 1,1833%. Hasil analisis ANOVA yaitu terdapat perbedaan yang nyata antar variabel kadar air dan pada interaksi antara jenis pelarut dan kadar air, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata antar variabel jenis pelarut. ANOVA untuk metode distilasi uap yaitu terdapat perbedaan yang nyata antar variabel kadar air.

Kata kunci: kadar air; komponen; pengeringan; rendemen

CHANGES WATER CONTENT OF KAFFIR LIME LEAF MATERIAL ON LEAF EXTRACT

Abstract

The initial treatment of plants, especially the water content, influences the yield of essential oil extracts, such as in kaffir lime leaf oil. The vacuum drying method for kaffir lime leaves with a water content of 15% resulted in the highest yield of 1.222% and a citronellal content of 64.31%. Drying the bitter leaf in an oven at 50°C produced the highest yield of 28.79%. This research used kaffir lime leaves with varying water content (60-70%, 30-40%, 10-20%) using a vacuum oven at 50°C and a pressure at 12.3 Kpa. The extraction process was carried out using Soxhlet extraction with methanol, n-hexane, and ethyl acetate solvents, as well as steam distillation. The extract yields were measured, and GC-MS testing was performed. The results were subjected to ANOVA to determine treatment differences. The highest yield of kaffir lime leaf extract was at a water content of 60-70% using methanol as the solvent, with a yield of 58.63%. The highest yield at a water content of 30-40% with ethyl acetate as the solvent was 30.99%, and at a water content of 10-20% with n-hexane as the solvent, it was 27.41%. The highest yield from steam distillation was at a water content of 10-20%, with a yield of 1.1833%. The ANOVA analysis showed significant differences among moisture content variables and in the interaction between solvent type and moisture content, but no significant differences were found among solvent types. For the steam distillation method, there were significant differences among moisture content variables.

Keywords: water content; component; drying; yield

PENDAHULUAN

Tanaman jeruk purut (*Citrus hystrix*) adalah tanaman yang kaya akan senyawa aktif seperti polifenol, saponin, alkaloid, flavonoid, tannin, glikosida, kumarin, phytol, pinene, asam fenolat, limonoid, gliserolipid, minyak atsiri dan tokoferol (Dilla Dertyasasa and Anindito Sri Tunjung, 2017). Salah satu bagian tanaman yang bermanfaat adalah daun jeruk purut yang dapat digunakan sebagai antioksidan, antikanker, antivirus herpes, aktivitas antiinflamasi, insektisida, aromaterapi dan berbagai produk kosmetik serta kecantikan (Pattarachotanant and Tencommao, 2020). Salah satu senyawa aktif yang terkandung dalam daun jeruk purut yaitu sitronelal yang dimanfaatkan sebagai zat pewangi yang bernilai tinggi, obat pencuci mulut, dan pasta gigi (Febrina, 2019). Secara umum, Senyawa volatil ekstrak daun jeruk purut adalah sitronelal, sitronelol, linalool, geraniol (Warsito, 2018). Selain itu, terdapat senyawa aktif lain seperti phytol sebagai obat pada penderita leukemia sehingga dapat digunakan sebagai kemoterapi potensial dengan efek samping rendah. Senyawa phytol dapat terekstrak pada pelarut etil-asetat dan menghasilkan daya hambat yang lebih tinggi (Anuchapreeda et al., 2020).

Salah satu metode untuk mengisolasi senyawa aktif yang diinginkan adalah ekstraksi. Metode ekstraksi yang dapat digunakan yaitu soxhletasi karena metode ini dapat menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan metode ekstraksi konvensional lainnya (Suresh et al., 2021). Ekstraksi Soxhlet dipengaruhi oleh kadar air pada bahan dan jenis pelarut yang digunakan. Berdasarkan penelitian Azian et al., (2014) menunjukkan bahwa daun yang belum mengalami pengeringan akan menghasilkan rendemen rendah karena luas permukaan pori yang kecil untuk keluarnya ekstrak, sehingga senyawa aktif tetap terlindungi di dalam sel dan tertahan selama fase internal diffusion. Pengeringan dapat meningkatkan konsentrasi senyawa aktif dalam daun dibandingkan dengan daun segar. Bahan kering dengan ukuran pori yang lebih luas akan memberikan lebih banyak ruang bagi pelarut untuk menembus sel dan mengumpulkan metabolit sekunder.

Pengeringan bahan baku sebelum diekstraksi mempengaruhi kandungan kimia dari bahan tersebut (Burdock, 2016). Penelitian yang terdahulu, metode *vacuum drying* pada pengeringan daun jeruk purut dengan kadar air 15% menghasilkan rendemen tertinggi yaitu 1,222% dan kadar sitronelal 64,31% (Gomarjoyo, 2015). Pengeringan daun pedada dengan oven pada suhu 50°C menghasilkan rendemen tertinggi yaitu 28,79% (Wade, 2013). Bahan kering dengan ukuran pori yang lebih luas akan memberikan lebih banyak ruang bagi pelarut untuk menembus sel dan mengumpulkan metabolit sekunder (Lyklema, 2005). Namun, menurut (Suresh et al., 2021) pengeringan dengan menggunakan suhu tinggi dapat

merusak kelenjar pada daun jeruk purut sehingga menyebabkan senyawa aktif mengalami penguapan. Isolasi dengan berbagai metode pelarut digunakan untuk mengidentifikasi masing-masing perbedaan aktivitas biologis masing-masing senyawa aktif dan menentukan senyawa yang muncul untuk tujuan isolasi senyawa potensi tertentu (Dilla Dertyasasa and Anindito Sri Tunjung, 2017). Optimalisasi ekstrak senyawa aktif dapat dilakukan dengan memperhatikan kadar air pada bahan dan jenis pelarut ekstraksi untuk menghasilkan rendemen dan kualitas ekstrak daun jeruk purut yang tinggi.

Metode pengeringan yang berbeda dapat menghasilkan komposisi senyawa aktif yang berbeda pula. Pada penelitian ini akan menggunakan jenis pengeringan *vacuum dryer* dengan menggunakan *oven vacuum* untuk mengurangi resiko kerusakan karena suhu tinggi, tidak mengalami oksidasi saat pengeringan berlangsung, dan memiliki suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan jenis pengering lain (Biksono, 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Alfania & Adisti (2018) menyatakan bahwa metode *vacuum dryer* pada pengeringan daun jeruk purut dengan kadar air 15% menghasilkan rendemen tertinggi yaitu 1,222%. Pengeringan daun pedada dengan oven pada suhu 50°C menghasilkan rendemen tertinggi yaitu 28,79% (Samosir, Tafzi and Indriyani, 2018).

Kualitas ekstrak daun jeruk purut dapat dinilai berdasarkan profil kromatografi yang menunjukkan keberadaan senyawa aktif dengan menggunakan analisa *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) (Haiyee and Winitkitcharoen, 2012). Dengan menggunakan metode GC-MS maka dapat mendeteksi kandungan yang terdapat pada ekstrak hasil ekstraksi daun jeruk purut. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengkaji terkait pengaruh variasi kadar air yang terkandung dalam daun jeruk purut dan jenis pelarut ekstraksi yang digunakan agar menghasilkan rendemen dan identifikasi berbagai senyawa aktif untuk menentukan potensi tertentu.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan adalah Daun jeruk purut yang berasal dari Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika (Balitjestro), Puntan, Kota Batu, Malang, Jawa Timur. Pelarut atau *solvent* yang digunakan adalah n-hexan 96% PT Brataco, Metanol 96% Merck, Etil-asetat 96% PT. Brataco.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangkaian ekstraksi Soxhlet, alat gelas laboratorium, *oven vacuum*, *moisture balance*, neraca analitik, *rotary evaporator*, GC-MS. Rangkaian Alat ekstraksi Soxhlet ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.**



Gambar 1. Rangkaian alat uji potensiostat

Pengukuran kadar air awal pada daun jeruk

Daun jeruk purut yang telah dipilih akan dibersihkan dan diukur kadar air awal tanpa pengeringan menggunakan alat *moisture balance*.

Perlakuan awal daun jeruk purut

Daun jeruk purut yang telah dipilih dan diukur kadar air awal akan dikeringkan dengan menggunakan *oven vacuum*. Terdapat beberapa variasi kadar air yang digunakan yaitu 70-60%; 40-30%; 20-10%, sehingga rata-rata lama pengeringan yang digunakan untuk mencapai kadar air berturut-turut adalah 0 menit, 178 menit, dan 332 menit. Daun jeruk purut yang telah dikeringkan akan ditimbang kembali dan dilakukan pengujian dengan *moisture balance* untuk memastikan kadar air bahan telah sesuai variabel. Daun jeruk purut yang memiliki kadar air sesuai variabel akan dilakukan proses pengecilan ukuran dengan melakukan pemblenderan selama 5 menit.

Ekstraksi soxhlet daun jeruk purut

Daun jeruk purut yang telah mengalami proses pengecilan ukuran akan dilakukan proses ekstraksi dengan suhu 90°C selama 10 siklus dengan menggunakan pelarut metanol sebanyak 250 mL sehingga menghasilkan ekstrak daun jeruk purut dan solvent. Prosedur ini diulang dengan menggunakan solvent etil asetat dan n-heksana. Pemisahan ekstrak dan solvent dilakukan dengan penguapan solvent menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 40°C dengan tekanan 337 mbar sehingga menghasilkan ekstrak daun jeruk purut. Suhu *rotary evaporator* untuk pelarut etil asetat adalah 40°C dengan tekanan 240 mbar, sedangkan, untuk n-heksana suhu *rotary*

evaporator adalah 40°C dengan tekanan 360 mbar.

Distilasi Uap Daun Jeruk Purut

Daun jeruk purut yang telah mengalami proses pengecilan ukuran akan dilakukan proses distilasi uap dengan suhu 100°C selama 6 Jam dengan menggunakan aquades sebanyak 2 L. Alat distilasi uap dirangkaikan dengan *jacket mantle*. Selama 6 jam akan terbentuk 2 fasa yaitu air dan minyak yang dipisahkan dengan separator flask. Minyak daun jeruk purut selanjutnya akan di dehidrasi untuk mengurangi air yang tersisa dengan Natrium Sulfat Anhidrat. Sehingga, air akan menggumpal bersama $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dan dilakukan filtrasi dengan kertas saring.

Perhitungan rendemen ekstrak daun jeruk purut

Tahap awal yang dilakukan pada perhitungan rendemen ekstrak daun jeruk purut adalah menimbang banyaknya ekstrak yang dihasilkan dari proses ekstraksi Soxhlet. Rendemen dinyatakan dalam persentase berat kering yaitu ekstrak yang dihasilkan per berat simplisia kering yang diekstraksi menggunakan rumus pada persamaan (1) (Achmad et al., 2018).

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{massa ekstrak daun jeruk purut}}{\text{massa daun} \times (1 - \% \text{kadar air})} \times 100\% \quad (1)$$

Analisis senyawa aktif ekstrak daun jeruk purut

Analisis senyawa aktif pada ekstrak daun jeruk purut dapat dilakukan menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrophotometry* (GC-MS). Kondisi operasi GC-MS untuk ekstrak daun jeruk purut dengan menggunakan pelarut n-heksana yaitu dengan dimensi kolom 30 m x 250 μm x 0,25 μm ; laju alir 1 mL/min; rentang temperature 80°C-300°C; gas pembawa He; *run time* 54 menit; dan *library* NIST. Kondisi operasi GC-MS untuk ekstrak daun jeruk purut dengan menggunakan pelarut metanol dan etil-asetat yaitu dengan dimensi kolom 30 m x 250 μm x 0,25 μm ; laju alir 1,02 mL/min; rentang temperatur 60°C—325°C; gas pembawa He; *runtime* 64 menit; dan *library* NIST.

Analisis data secara ANOVA

Analisis data secara ANOVA dilakukan pada data rendemen yang telah didapatkan dengan metode *twoway* ANOVA (ANOVA dua arah) untuk mengidentifikasi pengaruh signifikan dari dua faktor yang sedang diteliti terhadap variabel rendemen dan mengidentifikasi interaksi antara kedua faktor kadar air dan jenis pelarutnya. ANOVA *oneway* (ANOVA satu arah) untuk mengidentifikasi kadar air terhadap rendemen pada distilasi uap (Montgomery, 2017).

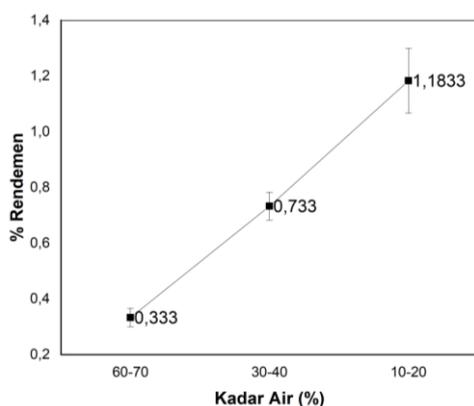
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh variasi kadar air dan jenis pelarut pada ekstraksi dan distilasi daun jeruk purut terhadap rendemen

Distilasi uap adalah metode isolasi zat organik yang tidak larut dalam air dengan cara mengalirkan uap air dengan prinsip penurunan titik didih campuran. Prinsip dari distilasi uap adalah mendistilasi senyawa di bawah titik didih masing-masing senyawa campuran (Asfiah, 2020). Proses ekstraksi dengan menggunakan metode distilasi uap menghasilkan minyak daun jeruk purut yang dinyatakan dalam rendemen. *Pretreatment* bahan sebelum proses distilasi seperti pengeringan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi rendemen minyak dari daun jeruk purut (Ketaren, 1986).

Tujuan dari pengeringan adalah mengurangi kadar air dalam bahan baku. Kadar air yang tinggi dapat mengganggu proses penguapan senyawa volatil sehingga waktu yang dibutuhkan saat distilasi akan lebih lama, sedangkan kadar air yang rendah akan mempermudah proses difusi senyawa volatil karena pelarut lebih mudah menembus sel sehingga dapat mengumpulkan metabolit sekunder. Namun, kadar air pada bahan juga tidak boleh hilang karena proses difusi minyak akan terganggu tanpa bantuan uap air sebagai media pembawa (Ketaren, 1986).

Pengaruh variasi kadar air terhadap rendemen distilasi uap daun jeruk purut ditunjukkan pada Gambar 2. Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air pada daun maka rendemen minyak daun jeruk purut semakin mengalami penurunan yang cukup konstan. Rendemen tertinggi didapatkan pada variabel kadar air 10-20% yaitu sebesar 1,1833%. Rendemen terendah didapatkan pada kadar air 60-70% yaitu sebesar 0,333%. Hal ini terjadi karena kandungan air pada daun jeruk purut dapat mempengaruhi rendemen yang dihasilkan melalui distilasi.



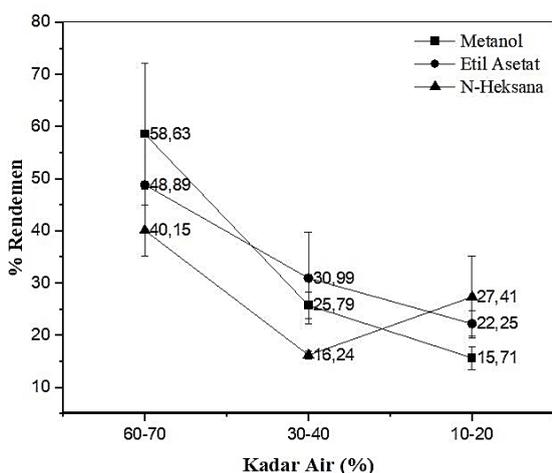
Gambar 2. Grafik pengaruh variasi kadar air terhadap rendemen distilasi uap daun jeruk purut

Daun segar masih banyak mengandung air dan getah yang berada pada permukaan sehingga menyebabkan daun pada labu distilasi mengalami kepadatan bahan yang tinggi. Dimana kepadatan bahan yang terlalu tinggi menyebabkan terbentuknya jalur uap atau disebut *channeling* yang mengurangi efisiensi penyulingan karena mengurangi kontak antara uap dengan daun yang akan disuling (Anon., 1948; Dewi et al., 2023). Daun dengan kadar air rendah akan membuat daun lebih kaku dan keras sehingga terbentuk jalur uap. Hal ini ditunjukkan pada kadar air 10-20% memiliki rendemen tertinggi sebesar 1,1833%.

Mekanisme distilasi melibatkan pendidihan larutan untuk menghasilkan uap yang kemudian dialirkan melalui bahan tanaman yang mengandung senyawa volatil yang akan di ekstrak. Uap menyebabkan senyawa volatil menguap dan uap tersebut kemudian dikondensasi dan dikumpulkan sebagai cairan yang terpisah. Apabila kadar air dalam bahan baku tinggi, penguapan senyawa volatil pada saat penyulingan dapat terganggu oleh adanya air, sehingga diperlukan waktu penyulingan yang lebih lama. Namun, apabila kadar air dalam bahan baku rendah, proses penyulingan minyak juga akan terganggu karena minyak tidak dapat berdifusi dengan mudah tanpa bantuan uap air sebagai media pembawa (Anon., 1948).

Hasil analisis ANOVA satu arah pada rendemen minyak daun jeruk purut dengan distilasi menunjukkan bahwa kadar air yang berbeda menghasilkan nilai F_{hitung} lebih besar daripada F_{tabel} ($31,5523 > 9,5521$) sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak atau terdapat perbedaan yang nyata antara rata-rata hitung dari kadar air terhadap rendemen (Montgomery, 2017).

Perbedaan kadar air pada bahan mempengaruhi rendemen yang ditunjukkan pada Gambar 3. Rendemen tertinggi sebesar $58,63\% \pm 13,54$ didapatkan pada variabel kadar air 60-70% dengan pelarut metanol. Sedangkan, rendemen terendah sebesar $15,71\% \pm 2,21$ didapatkan pada variabel kadar air 10-20% dengan pelarut metanol. Metanol merupakan pelarut yang mudah masuk ke dalam sel melewati dinding sel bahan, sehingga metabolit sekunder yang terdapat dalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut dan senyawa akan terekstraksi sempurna. Pelarut metanol merupakan pelarut polar dimana senyawa aktif yang bersifat polar yaitu flavonoid dan alkaloid. Senyawa aktif flavonoid dan alkaloid pada pengeringan berlebih mengalami perubahan struktur sehingga menghasilkan rendemen yang lebih rendah karena hanya sedikit senyawa aktif yang terekstrak (Wayan et al., 2017). Oleh karena itu, terdapat rendemen terendah pada kadar air 10-20% dengan pelarut metanol.



Gambar 3. Grafik pengaruh variasi kadar air bahan dan jenis pelarut terhadap rendemen ekstrak daun jeruk purut

Kadar air dalam bahan tinggi maka senyawa aktif akan sulit berdifusi sesuai dengan Fick's Law. Mekanisme ekstraksi padat-cair yaitu zat terlarut dari matriks tanaman (padat) melibatkan difusi pelarut (cair) ke dalam matriks melalui film layer stagnan. Fenomena perpindahan zat terlarut dalam matriks tanaman ke pelarut karena adanya perbedaan konsentrasi zat terlarut yang dijelaskan dengan fenomena difusi internal dan difusi eksternal. Difusi internal dipengaruhi oleh konsentrasi zat terlarut, waktu ekstraksi dan luas permukaan. Difusi eksternal melibatkan perpindahan zat terlarut melewati film layer stagnan yang mengelilingi matriks padat yang dipengaruhi oleh luas permukaan, konsentrasi solute di sekitar lapisan *stagnant film*, massa jenis pelarut, densitas pelarut, volume pelarut, dan massa matriks padat. Selain itu, juga terdapat faktor kerusakan struktur daun yaitu adanya kerusakan capillary force pada daun yang mengakibatkan senyawa aktif terlepas dari sel seiring lama pengeringan (Azian, Anisa and Iwai, 2014). Oleh karena itu, rendemen pada kadar air 30-40% dan 10-20% pada pelarut metanol dan etil asetat terjadi penurunan.

Rendemen tertinggi pada kadar air 30-40% adalah pelarut etil-asetat sebesar 30,99%. Etil asetat merupakan pelarut semi-polar sehingga menarik senyawa yang bersifat polar maupun nonpolar (Warni, Marliah and Erida, 2021). Rendemen terendah pada kadar air 60-70% dengan pelarut n-heksana sebesar 40,15%±4,85. Hal ini menunjukkan bahwa banyak senyawa aktif yang terekstrak maka rendemen yang dihasilkan semakin tinggi.

Rendemen tertinggi pada kadar air bahan 10-20% adalah pelarut n-heksana sebanyak 27,41%±7,813. Hal ini diduga karena air bersifat polar karena memiliki konstanta dielektrik dan indeks polaritas yang tinggi sehingga dapat mengikat senyawa aktif yang bersifat polar. Air dan senyawa polar akan membentuk ikatan hidrogen yang kuat.

Oleh karena itu, kadar air rendah akibat proses pengeringan daun menyebabkan penguapan air dan senyawa polar. Senyawa non-polar bersifat hidrofobik dan tidak terikat pada air karena memiliki kepolaran yang berbeda sehingga lebih tidak mengalami penguapan selama pengeringan (Lyklema, 2005).

Hasil analisis ANOVA dua arah pada rendemen ekstrak daun jeruk purut menunjukkan bahwa jenis pelarut yang berbeda menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara rata-rata hitung dari jenis pelarut terhadap rendemen ($\alpha > 0,05$). Hasil analisis juga menunjukkan bahwa jenis kadar air yang berbeda menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara rata-rata hitung dari kategori kadar air terhadap rendemen ($\alpha < 0,05$). Analisis interaksi antara kadar air dan jenis pelarut yaitu terdapat beda nyata yang signifikan ($\alpha < 0,05$) (Montgomery, 2017).

Pengaruh variasi kadar air bahan dan jenis pelarut pada ekstraksi daun jeruk purut terhadap senyawa aktif

Ekstrak daun jeruk purut didapatkan melalui ekstraksi Soxhlet yang dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan dan kadar air pada bahan. Isolasi senyawa aktif dalam bahan dipengaruhi oleh sifat kelarutan senyawa tersebut dalam pelarut yang digunakan. Selain itu, kadar air pada bahan juga mempengaruhi proses difusi senyawa aktif yang diinginkan. Pengaruh variasi kadar air dan jenis pelarut terhadap komposisi senyawa aktif pada ekstraksi daun jeruk purut dapat dilihat pada Tabel 1.

Senyawa aktif yang memiliki gugus fungsi alkohol yaitu *Carbitol*, dan *1-Decanol*. Senyawa aktif yang memiliki gugus fungsi ester yaitu *Pentadecanoic*, *Cetyl Glycidyl Ether*, *Heptan-3-γL Butyrate*, *n-Butyl Lactate*, dan *n-Hexyl acetate*. Senyawa aktif yang memiliki gugus fungsi asam karboksilat yaitu *Hydroxy-citronellal*. Senyawa aktif yang memiliki gugus fungsi alkena yaitu *1-Tetradecene*. Senyawa aktif yang memiliki gugus fungsi alkil halida yaitu *Dicyclohexylamine*, dan *Phenethylamine*.

Senyawa aktif yang memiliki gugus fungsi aldehyd yaitu *sitronelal*, *sitronelol*, dan *phytol*. Gugus fungsi alkohol memiliki titik didih yang tinggi, hal ini menunjukkan bahwa ikatan hidrogen yang kuat dan memerlukan energi yang besar pula untuk memutuskan interaksi molekul tersebut. Komponen *1-Decanol* dan *Carbitol* memiliki gugus fungsi alkohol serta larut dalam alkohol sehingga dapat menjadi senyawa aktif tertinggi pada pelarut metanol dan etil-asetat (Burdock, 2016). Berdasarkan Tabel 1, komposisi senyawa aktif *1-Decanol* pada kadar air 60-70% dan 10-20% sebesar 35,12% dan 75,4%. Pada kadar air 60-70% dengan pelarut etil-asetat menghasilkan *1-Decanol* sebanyak 1,09%. Komposisi tertinggi Carbitol berada pada kadar air 6070% yaitu 25,9%.

Senyawa aktif *1-Decanol* dan *Carbitol* membentuk ikatan hidrogen yang kuat dan sulit dipisahkan dengan pelarutnya sehingga selalu terdeteksi pada ketiga variasi kadar air (Gomarjoyo, 2015).

Alkena dan ester memiliki sifat volatil pada suhu yang lebih rendah daripada alkohol karena memiliki ikatan hidrogen yang lebih lemah dibandingkan dengan alkohol (Wade, 2013). Gugus fungsi *1-Tetradecane* tergolong dalam gugus fungsi alkena dan *Heptan-3-γL Butyrate* tergolong dalam gugus fungsi ester. *1-Tetradecane* memiliki kelarutan pada pelarut alkohol sehingga hanya terdeteksi pada pelarut metanol pada kadar air 30-40% (Burdock, 2016). *Heptan-3-γL Butyrate* terdeteksi pada pelarut metanol dan n-heksana karena memiliki kelarutan pada pelarut alkohol dan non polar. Komposisi pada pengeringan kadar air 30-40% memiliki hasil yang tinggi karena ester bersifat volatile sehingga terjadi penurunan pada kadar air 10-20%.

Asam karboksilat merupakan gugus fungsi yang bersifat larut dalam pelarut polar. Namun, semakin panjang rantai karbon maka kelarutannya dalam pelarut polar akan semakin berkurang. Ketika rantai karbon lebih dari 10 atom maka gugus asam karboksilat hampir tidak larut dalam pelarut polar (Wade and Simek, 2016). *Hydroxycitronellal* atau $C_{10}H_{20}O_2$ termasuk ke dalam gugus fungsi asam

karboksilat memiliki sifat larut pada alkohol. Namun, rantai karbon yang panjang menyebabkan kelarutannya pada pelarut metanol cenderung menghasilkan komposisi rendah yaitu antara 1-2% dan pelarut etil asetat yaitu mencapai 6% (Burdock, 2016). Etil-asetat merupakan pelarut semi-polar yang dapat digunakan untuk mengekstrak senyawa aktif polar maupun non polar (Warni, Marliah and Erida, 2021)

N-heksana memiliki sifat non-polar, tetapi memiliki interaksi molekul yang rendah karena tidak adanya ikatan hidrogen (Petrucci H., 1992). Senyawa aktif sitronelal terdeteksi juga pada pelarut n-heksana memiliki sifat kelarutannya pada pelarut non-polar. Namun, sitronelal hanya terdeteksi pada kadar air 60-70% yaitu sebanyak 25,85% dan tidak muncul pada kadar air yang lain. Hal ini dikarenakan tidak adanya ikatan kuat antara n-heksana dengan sitronelal. Ikatan hidrogen yang lemah antara pelarut dan senyawa yang terekstrak menjadi mudah dipisahkan sehingga sitronelal mudah mengalami penguapan ketika *capillary force* daun sudah mengalami kerusakan struktur daun (Gomarjoyo, 2015). Etil-asetat merupakan pelarut semi-polar yang dapat mengekstrak senyawa aktif polar maupun non polar (Warni, Marliah and Erida, 2021). Oleh karena itu, sitronelal juga terdeteksi pada pelarut etil-asetat pada kadar air 30-40%.

Tabel 1. Komposisi Senyawa Aktif Ekstrak Daun Jeruk Purut

Nama Senyawa Aktif	Komposisi (%)											
	Metanol			Etil Asetat			N-Heksana			Distilasi Uap		
	60-70%	30-40%	10-20%	60-70%	30-40%	10-20%	60-70%	30-40%	10-20%	60-70%	30-40%	10-20%
<i>Carbitol</i>	-	-	-	26,9	2,83	3,02	-	-	-	-	-	-
<i>Pentadecanoic</i>	-	-	-	9,59	2,56	2,9	-	-	-	-	-	-
<i>Cetyl Glycidyl Ether</i>	-	-	-	6,88	0,67	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydroxycitronellal</i>	1,67	2,62	1,33	6,22	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>1-Tetradecene</i>	-	23,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>1-Decanol</i>	35,12	18,44	75,4	1,09	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicyclohexylamine</i>	8,03	11,61	7,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heptan-3-γL Butyrate</i>	32,96	-	-	-	-	-	27,31	41,45	30,95	-	-	-
Sitronelal	-	-	-	-	36,36	31,64	25,85	-	-	63,11	73,98	74,16
<i>n-Butyl Lactate</i>	-	-	-	-	11,29	7,93	-	-	-	-	-	-
Sitronelol	-	-	-	-	7,3	7,61	-	-	-	-	-	-
Phytol	-	-	-	0,44	5,98	6,49	-	-	-	-	-	-
<i>n-hexyl acetate</i>	-	-	-	-	-	-	24,29	40,41	30,37	-	-	-
<i>Phenethylamine</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	5,54	-	-	-
Senyawa aktif lain	22,22	43,36	15,7	48,9	33,01	40,41	22,55	18,14	33,14	36,89	26,02	25,84

Sitronelal adalah senyawa mayor dalam minyak atsiri daun jeruk purut memiliki titik didih 201-207°C, mudah larut terhadap air dan non polar (Burdock, 2016). Uap yang dihasilkan pada distilasi uap akan mengisolasi minyak yang berada pada daun dan tidak merusak senyawa aktif tersebut karena bahan yang disuling tidak mudah mengalami *overheating* (Anon., 1948). Metode ekstraksi soxhlet menggunakan prinsip *like dissolve like* berdasarkan sifat kepolarannya. Oleh karena itu, komposisi senyawa sitronelal pada kadar air 10-20% lebih tinggi pada metode distilasi uap dibandingkan dengan ekstraksi Soxhlet.

Komposisi *dicyclohexylamine* mengalami kenaikan pada kadar air 30-40% dan mengalami penurunan pada kadar air 10-20% (Wade and Simek, 2016). *Dicyclohexylamine* merupakan komponen dengan gugus fungsi alkil-halida yang terekstrak pada pelarut metanol karena memiliki sifat kepolaran yang sama.

SIMPULAN

Kadar air dan jenis pelarut berpengaruh terhadap rendemen dan senyawa aktif hasil ekstraksi. Rendemen tertinggi pada ekstrak daun jeruk purut yang diperoleh pada kadar air 60-70% yaitu dengan pelarut metanol sebanyak 58,63%. Rendemen tertinggi pada kadar air 30-40% yaitu dengan pelarut etil-asetat sebanyak 30,99%, dan pada kadar air 10-20% rendemen tertinggi didapatkan dengan pelarut n-heksana sebanyak 27,41%. Rendemen tertinggi pada distilasi uap yaitu pada kadar air 10-20% sebanyak 1,1833%. Isolasi senyawa aktif *1-Decanol* dan *1-Tetradecene* lebih efektif menggunakan jenis pelarut metanol. Isolasi senyawa aktif carbitol dan sitronelal lebih efektif menggunakan jenis pelarut etil-asetat. Isolasi senyawa aktif heptan-3- γ L butyrate lebih efektif menggunakan jenis pelarut n-heksana. Sitronelal tertinggi dengan metode distilasi uap yaitu pada kadar air 10-20% sebanyak 74,158%. Hasil analisis ANOVA yaitu terdapat perbedaan yang nyata antar variabel kadar air dan tidak terdapat perbedaan yang nyata antar variabel jenis pelarut. Sedangkan, pada interaksi kedua terdapat perbedaan nyata pada interaksi antara jenis pelarut dan kadar air. Hasil analisis ANOVA metode distilasi uap yaitu terdapat perbedaan yang nyata antar variabel kadar air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya (FT-UB), melalui DIPA FT-UB, yang telah mendukung pendanaan penelitian ini

dan kepada seluruh pihak yang terlibat sehingga penelitian dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, H.N., Rana, H.E., Fadilla, I., Fajar, A., Manurung, R. and Abduh, M.Y., 2018. Determination of yield and chemical composition of eucalyptus oil from different species and locations in Indonesia. *Biological and Natural Resources Engineering Journal*, 01(01).
- Alfania, S.T. and Adisti, A.K., 2018. *Pengaruh Variasi Metode Pengeringan Daun Jeruk Purut Terhadap Rendemen dan Komposisi Minyak Atsiri Hasil Penyulingan Uap*. Universitas Brawijaya.
- Anon. 1948. The essential oils. By Ernest Guenther. Vol. I. D. Van Nostrand Company, Inc., New York, 1948. xvi + 427pp. 55 illustrations. 15 × 23.5cm. Price, \$6. *Journal of the American Pharmaceutical Association (Scientific ed.)*, 37(5). <https://doi.org/10.1002/jps.3030370518>.
- Anuchapreeda, S., Chueahongthong, F., Viriyaadhammaa, N., Panyajai, P., Anzawa, R., Tima, S., Ampasavate, C., Saiai, A., Rungrojsakul, M., Usuki, T. and Okonogi, S., 2020. Antileukemic cell proliferation of active compounds from kaffir lime (*Citrus hystrix*) leaves. *Molecules*, 25(6). <https://doi.org/10.3390/molecules25061300>
- Asfiah, S., 2020. Modifikasi deanstark upaya efisiensi proses distilasi uap minyak biji pala dalam praktikum kimia organik. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(1). <https://doi.org/10.22146/ijl.v2i1.54161>.
- Azian, M.N., Anisa, A.N.I. and Iwai, Y., 2014. Mechanisms of Ginger Bioactive Compounds Extract Using Soxhlet and Accelerated Water Extraction. *International Journal of Chemical, Molecular, Nuclear, Materials and Metallurgical Engineering*, 8(5).
- Biksono, D., 2016. Teknik Pengeringan Dasar. 2020.
- Burdock, G.A., 2016. *Fenaroli's handbook of flavor ingredients, sixth edition. Fenaroli's handbook of flavor ingredients, sixth edition.*
- Dewi, L.K., Cahyani, C., Wardani, N.P. and Sella, H., 2023. Pengaruh Kerapatan Unggun Bahan pada Distilasi Uap terhadap Rendemen dan Komposisi Minyak Jeruk Purut. *TEKNOTAN*, 17(1). <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n1.8>.

- Dilla Dertyasasa, E. and Anindito Sri Tunjung, W., 2017. Volatile Organic Compounds of Kaffir Lime (*Citrus hystrix* DC.) Leaves Fractions and their Potency as Traditional Medicine. *Biosciences, Biotechnology Research Asia*, 14(4). <https://doi.org/10.13005/bbra/2566>.
- Febrina, D., 2019. Pengaruh Perbedaan Perlakuan Pendahuluan Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Daun Jeruk Purut. *Viva Medika: Jurnal Kesehatan, Kebidanan dan Keperawatan*, 11(02). <https://doi.org/10.35960/vm.v11i02.471>.
- Gomarjoyo, H., 2015. Pengaruh jenis pelarut terhadap rendemen minyak sereh wangi (*Cymbopogon winterianus*). *ekuilibrium*, 14(2). <https://doi.org/10.20961/ekuilibrium.v14i2.2048>.
- Haiyee, Z.A. and Winitkitharoen, C., 2012. Extraction of volatile oil from kaffir lime leaves (*Citrus hystrix*) using pressurised liquid extraction. *International Journal of Food, Nutrition & Public Health*, [online] 5(1), pp.1–10. Available at: <<http://www.worldsustainable.org>>.
- Ketaren, S., 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Universitas Indonesia Press, .
- Lyklema, J., 2005. *Fundamentals of Interface and Colloid Science, Vol IV: Particulate Colloids. Fundamentals of Interface and Colloid Science, Vol Iv: Particulate Colloids*, .
- Montgomery, D.C., 2017. *Montgomery: Design and Analysis of Experiments*. John Willy & Sons.
- Pattarachotananant, N. and Tencomnao, T., 2020. Citrus *hystrix* extracts protect human neuronal cells against high glucose-induced senescence. *Pharmaceuticals*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/ph13100283>.
- Petrucci H., R., 1992. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Jilid 1. Koleksi Buku UPT Perpustakaan Universitas Negeri Malang*, .
- Samosir, P.E., Tafzi, F. and Indriyani, 2018. Pengaruh Metode Pengerinaan Daun Pedada (*Sonneratia caseolaris*) untuk Membuat Minuman fungsional sebagai Sumber Antioksidan. *PROSIDING Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Jambi tahun 2018*, 1(1).
- Suresh, A., Velusamy, S., Ayyasamy, S. and Rathinasamy, M., 2021. *Techniques for essential oil extraction from kaffir lime and its application in health care products—A review*. *Flavour and Fragrance Journal*, <https://doi.org/10.1002/ffj.3626>.
- Wade, L.G., 2013. *Organic chemistry*. Pearson.
- Wade, L.G. and Simek, J.W., 2016. *Organic Chemistry*. Pearson Education.
- Warni, J., Marliah, A. and Erida, G., 2021. Uji aktivitas bioherbisida ekstrak etil asetat teki (*Cyperus rotundus* L.) terhadap pertumbuhan gulma bayam duri (*Amaranthus spinosus* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(November).
- Warsito, W., 2018. *Derivatisasi Sitronelal*. 1st ed. [online] Malang: UB Press. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=YSiJDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false> [Accessed 12 April 2023].
- Wayan, N., Yuliantari, A., Rai, W., Dan I, W., Gede, D. and Permana, M., 2017. Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Menggunakan Ultrasonik. *Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 4(1).