

**ENGINEERING OF DISTILLATION TIME AND TEMPERATURE FOR INCREASING
LEMON PEEL ESSENTIAL OIL YIELD**

**REKAYASA WAKTU DAN TEMPERATUR PENYULINGAN UNTUK PENINGKATAN
RENDEMEN MINYAK ATSIRI KULIT JERUK LEMON (*Citrus Limon.L*)**

Abil Fadila^{1*}, Sarifah Nurjanah², S. Rosalinda²

¹Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia

²Prodi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Indonesia

Diterima 4 Agustus 2025 / Disetujui 20 Februari 2026

ABSTRACT

Lemon processing generates a substantial amount of peel waste, accounting for approximately 40-50% of the total fruit weight. The lemon peel, particularly the flavedo layer, contains essential oil compounds with the potential to be developed into value-added products through distillation. This study evaluates the influence of distillation duration and temperature parameters on the yield and physicochemical quality of essential oil derived from lemon peel waste. The experiment employed a Factorial Completely Randomized Design (CRD) with two factors: distillation time (P = 4, 5, 6, 7, and 8 hours) and distillation temperature (T = 83, 90, 100, 110, and 117°C). The observed parameters included oil yield, specific gravity, refractive index, acid value, and solubility in 70% alcohol. Data were processed using Analysis of Variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 95% confidence level. The findings indicate that distillation time significantly affects the essential oil yield, whereas temperature variations within the tested range do not show a significant impact. The highest yield of 0.84% was achieved at a distillation time of 8 hours at 100°C. The resulting essential oil exhibited a specific gravity of 0.851 g/mL, a refractive index of 1.473, an acid value of 5.60 mg KOH/g, and a 1:10 solubility in 70% alcohol, all of which meet quality standards. These results demonstrate that optimizing distillation conditions can enhance yield while maintaining the quality of lemon peel essential oil.

Keywords : *Distillation, Essential Oil, Lemon Peel, Temperature, Time*

ABSTRAK

Pengolahan buah lemon menghasilkan limbah kulit dalam jumlah besar yang mencapai sekitar 40–50% dari total bobot buah. Bagian kulit jeruk lemon, khususnya lapisan flavedo, mengandung senyawa minyak atsiri yang berpotensi dikembangkan sebagai produk bernilai tambah melalui proses distilasi. Penelitian ini mengkaji pengaruh parameter suhu dan lama penyulingan terhadap rendemen serta kualitas fisikokimia minyak atsiri yang berasal dari limbah kulit jeruk lemon. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan dua faktor, yaitu lama penyulingan (P= 4, 5, 6, 7, dan 8 jam) serta suhu penyulingan (T= 83, 90, 100, 110, dan 117°C). Parameter yang diamati meliputi rendemen minyak, bobot jenis, indeks bias, bilangan asam, dan kelarutan dalam alkohol 70%. Data dianalisis menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa lama penyulingan berpengaruh nyata terhadap rendemen minyak atsiri, sedangkan variasi suhu tidak memberikan pengaruh signifikan pada rentang perlakuan yang digunakan. Rendemen tertinggi sebesar 0,84% diperoleh pada

* Korespondensi Penulis :

Email: abil.fadila@faperta.unsika.ac.id

penyulingan selama 8 jam pada suhu 100°C. Minyak atsiri yang dihasilkan memiliki bobot jenis 0,851 g/mL, indeks bias 1,473, bilangan asam 5,60 mg KOH/g, serta kelarutan 1:10 dalam alkohol 70%, yang memenuhi standar mutu. Temuan ini menunjukkan bahwa pengaturan kondisi distilasi yang tepat mampu meningkatkan rendemen sekaligus mempertahankan kualitas minyak atsiri kulit jeruk lemon.

Kata kunci : Kulit Jeruk Lemon, Minyak Atsiri, Penyulingan, Suhu, Waktu

PENDAHULUAN

Lemon adalah salah satu buah-buahan tropis yang banyak dihasilkan di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (2020) saat ini total area tanaman jeruk di Indonesia lebih dari 57.000 hektar dengan produksi 2,5 juta ton. Kandungan yang dimiliki jeruk lemon diantaranya: vitamin C, polifenol, bioflavonoid, flavonoid, asam sitrat, kumarin, dan minyak atsiri (minyak *volatile*) (*limonene* sekitar 70%, *α-pinene*, *β-pinene*, *α-terpinene*) yang terkandung dalam kulit buahnya (Kamaliroosta et al., 2016). Kulit jeruk lemon memiliki 2 lapisan yaitu flavedo dan albedo (Colodel et al., 2018). Flavedo menghasilkan minyak atsiri paling dominan. Albedo merupakan jaringan mesokarpium pada jeruk lemon yang memiliki tekstur menyerupai spons dan kaya akan kandungan selulosa, memisahkan bagian flavedo dengan daging buah (Auta et al., 2018). Kulit jeruk lemon mengandung beberapa senyawa yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut, salah satunya kandungan minyak atsiri.

Minyak atsiri terbentuk karena reaksi antara berbagai persenyawaan kimia dengan adanya air (Paw et al., 2020). Proses produksi minyak atsiri dapat dilakukan dengan berbagai cara dimulai proses pengepresan, ekstraksi baik secara dingin atau panas, dan terakhir ialah penyulingan. Proses penyulingan pada umumnya terbagi menjadi 3 macam yakni kohobasi (perebusan), kukus, dan penyulingan uap (Bouzenna et al., 2016). Senyawa yang terdapat pada kulit jeruk lemon mengandung senyawa golongan *terpene*, aldehida, ester, dan sterol. Namun senyawa yang dominan ialah *limonene* dengan jumlah 70-92% (Fadila et al., 2024). Pengolahan kulit jeruk lemon menjadi minyak atsiri Memiliki peluang yang cukup besar. Tren perdagangan minyak atsiri Indonesia memperlihatkan perkembangan yang konsisten. Pada 2014 nilai ekspor tercatat 156.301 ribu US\$, meningkat pada 2017 menjadi 160.368 ribu US\$, dan pada 2018 mencapai 199.266 ribu US\$ (Badan Pusat Statistik, 2020), sehingga menunjukkan adanya peningkatan kontribusi komoditas tersebut dalam perdagangan. Tren peningkatan ini mencerminkan permintaan pasar yang terus bertambah serta potensi pengembangan industri minyak atsiri yang prospektif.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperoleh minyak atsiri adalah melalui proses penyulingan. Kualitas dan jumlah rendemen minyak atsiri yang dihasilkan sangat ditentukan oleh kondisi proses penyulingan, terutama lama waktu ekstraksi dan suhu yang digunakan. Pada penelitian (Amaliah et al., 2022) bahan baku daun nilam dengan waktu penyulingan 5jam dan 3 jam menghasilkan rendemen masing-masing 2,5% dan 1,76%. Sedangkan terkait suhu proses, pada penelitian (Azzahra, 2018) melakukan dengan faktor berbeda yakni suhu pemanasan yang digunakan pada saat penyulingan dengan suhu 98 dan 102°C menghasilkan rendemen masing-masing 0,143% dan 0,098%. Untuk pengaruh waktu penyulingan semakin lama dan suhu pemanasan tinggi akan mengakibatkan aroma minyak atsiri akan tidak optimal melainkan menghasilkan aroma gosong serta kualitas mutunya akan ikut berpengaruh (Ferhat et al., 2016). Meskipun penelitian terdahulu telah menguji faktor waktu dan suhu secara terpisah, aspek kebaruan dalam penelitian ini adalah pendekatan komprehensif untuk mencari titik keseimbangan (*sweet spot*) antara waktu dan suhu pada ekstraksi kulit jeruk lemon. Hal ini krusial untuk mengisi celah pengetahuan mengenai kondisi proses yang mampu mempertahankan aroma alami tanpa kerusakan termal, namun tetap menghasilkan rendemen tinggi. Berlandaskan urgensi tersebut, tujuan dari riset ini adalah untuk mengkaji sejauh

mana variasi waktu dan suhu dalam proses penyulingan memengaruhi perolehan rendemen serta karakteristik fisikokimia minyak atsiri berdasarkan standar mutu yang berlaku.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini jeruk lemon yang berasal dari Desa Suntenjaya, Lembang berbentuk lonjong, bulat dengan diameter 5-7 cm, dengan warna hijau kekuningan varietas California (Hou *et.al.*, 2019). Bagian dari jeruk lemon yang digunakan pada penelitian ini ialah kulit jeruk dari produksi pure jeruk lemon. Sedangkan untuk bahan baku pendukung terdiri dari: etanol 96% teknis, etanol p.a, indikator *phenolphthalein* (PP), KOH, akuades, Na_2SO_4 *anhidrat analytical grade*, dan bahan kimia lainnya.

Alat yang digunakan pada tahap penelitian adalah oven *blower Merck Binder FD56*, lemari oven gelas ukur, labu ukur, *erlenmeyer*, *hot plate*, gelas kimia, pisau, refraktometer, *vortex*, neraca analitik OHAUS, *stopwatch*, batang pengaduk, kertas saring, corong kaca, buret, statif, piknometer 5 mL, alat penyulingan, dan alat penunjang lainnya

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu lama waktu penyulingan (P) dan suhu penyulingan (T). Faktor lama waktu penyulingan terdiri atas lima taraf, yaitu 4, 5, 6, 7, dan 8 jam, sedangkan faktor suhu penyulingan terdiri atas lima taraf, yaitu 83, 90, 100, 110, dan 117 °C.

Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali, sehingga diperoleh 75 satuan percobaan. Analisis statistik dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh faktor utama dan interaksi antara lama waktu dan suhu penyulingan terhadap rendemen dan mutu minyak atsiri kulit jeruk lemon.

Pelaksanaan Penelitian

1. Proses *pretreatment* Bahan baku

Pelaksanaan penelitian meliputi persiapan bahan baku dimulai dengan proses *pretreatment* terlebih dahulu. Pertama kulit jeruk lemon dilakukan sortasi antara yang bagus dan busuk kemudian dilanjutkan dengan mencucinya menggunakan sistem semprot supaya tidak terlalu banyak air yang masuk kedalam kulit. Selanjutnya setelah dilakukan pencucian masuk ke proses perajangan dengan ukuran seragam dan masuk ke proses pengeringan dengan suhu 45 °C selama 24 jam sampai kadar airnya berada pada rentang 8-10% (Lee *et al.*, 2016). Setelah semua proses *pretreatment* selesai kemudian masuk proses penyulingan.

2. Proses Penyulingan Minyak Atsiri

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini berupa kulit jeruk lemon kering sebanyak 2.000 gram (2 kg). Proses ekstraksi minyak atsiri dilakukan melalui metode penyulingan uap dengan variasi waktu dan suhu sesuai perlakuan yang telah ditetapkan. Pada proses tersebut, uap air berdifusi ke dalam jaringan bahan sehingga senyawa volatil yang terkandung dalam kulit jeruk lemon terbawa bersama aliran uap. Uap yang mengandung komponen minyak atsiri selanjutnya mengalami proses kondensasi dan menghasilkan destilat berupa campuran minyak atsiri dan air.

Tahap berikutnya dilakukan pemanasan destilat pada suhu 70°C guna memperoleh pemisahan antara fraksi minyak dan fase air. Meskipun demikian, hasil pemisahan masih mengandung sisa kadar air sehingga dilakukan proses pengeringan menggunakan natrium sulfat (Na_2SO_4) anhidrat dengan perbandingan bahan pengering terhadap minyak sebesar 1:10. Campuran tersebut selanjutnya

disaring menggunakan kain monel untuk memperoleh minyak atsiri kulit jeruk lemon dalam bentuk murni (*absolute*) (Damayanti et al., 2020).

Variabel yang diamati

Analisis penelitian mencakup pengukuran rendemen total dan kualitas minyak atsiri melalui parameter bobot jenis, bilangan asam, kelarutan dalam alkohol 70%, serta indeks bias sesuai standar SNI 06-2385-2006. Evaluasi mutu minyak atsiri dilakukan pada kondisi perlakuan optimal, yaitu kombinasi waktu dan suhu penyulingan yang menghasilkan rendemen tertinggi berdasarkan analisis statistik. Pendekatan ini bertujuan untuk merepresentasikan kualitas minyak atsiri pada kondisi proses yang paling efisien. Pendekatan ini digunakan untuk efisiensi analisis dan untuk memperoleh gambaran mutu minyak atsiri yang paling potensial diaplikasikan pada skala industri.

- Rendemen Total (Nur et al., 2019)

Rendemen total merupakan perbandingan volume minyak yang dihasilkan dengan jumlah bahan sebelum diolah dari kulit jeruknya melalui persamaan (1).

$$\text{Rendemen (g/g\%)} = \frac{\text{Berat minyak yang dihasilkan (gram)}}{\text{Berat bahan baku sebelum diolah (gram)}} \times 100\% \quad (1)$$

- Indeks Bias (SNI 06-2385-2006)

Air dialirkan melalui refraktometer hingga alat mencapai suhu pengukuran yang ditetapkan. Suhu pengukuran dijaga agar tidak menyimpang lebih dari $\pm 2^\circ\text{C}$ terhadap suhu referensi dan harus dipertahankan dengan toleransi sebesar $\pm 0,2^\circ\text{C}$. Sebelum dilakukan pengukuran, sampel minyak terlebih dahulu disesuaikan suhunya sehingga sama dengan suhu kerja alat untuk menjamin ketelitian hasil pengukuran. Pembacaan dilakukan bila suhu sudah stabil.

$$\text{Indeks bias } n_D^t = n_D^{t_1} + 0,0004 (t_1 - t) \quad (2)$$

Keterangan:

t_1 = suhu referensi atau standar yang ditetapkan pada saat pengukuran

T = suhu aktual saat proses pengamatan atau pengerjaan dilakukan

0,0004 = nilai konstanta koreksi per derajat Celcius untuk indeks bias spesifik pada minyak kulit jeruk lemon

- Bobot Jenis (SNI 06-2385-2006)

Karakteristik komponen penyusun dalam minyak atsiri kulit jeruk lemon dapat ditentukan melalui analisis berat/bobot jenis sebagai salah satu parameter mutunya. Pengukuran bobot jenis dilakukan menggunakan metode piknometer. Perhitungan bobot jenis dilakukan berdasarkan persamaan berikut.

$$\text{Bobot jenis minyak atsiri} = \frac{(m_2 - m)}{(m_1 - m)} \quad (3)$$

Keterangan:

m = massa piknometer kosong (gram)

m_1 = massa, piknometer berisi air pada 25°C (gram)

m_2 = massa, piknometer berisi contoh pada 25°C (gram).

- Bilangan Asam (SNI 06-2385-2006)

Kandungan asam lemak bebas dalam minyak atsiri dapat diidentifikasi melalui nilai bilangan asam, yang menjadi indikator tingkat oksidasi atau kerusakan minyak. Nilai bilangan asam yang diperoleh digunakan sebagai indikator mutu minyak atsiri yang dihasilkan. Penentuan bilangan asam dilakukan melalui metode titrasi, dan nilai bilangan asam dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$\text{Bilangan asam} = \frac{V \times N \times 56,1}{m} \quad (4)$$

Untuk membuat larutan KOH 0,1 N, maka yang perlu dipersiapkan adalah dengan menimbang 56,1 gram KOH lalu larutkan kedalam 1 L akuades.

Keterangan:

56,1 = bobot setara KOH

V = volume larutan KOH yang diperlukan (mL)

N = normalitas larutan KOH (N)

M = massa contoh yang diuji.

- **Kelarutan Alkohol 70% (SNI 06-2385-2006)**

Tempatkan 1 mL contoh minyak dan diukur dengan teliti di dalam tabung reaksi. Tambahkan alkohol 70 %, setetes demi setetes. Kocoklah setelah setiap penambahan sampai diperoleh suatu larutan yang sebening mungkin pada suhu 20 °C

- **Analisis Data**

Pendekatan analisis data dilakukan melalui analisis ragam (ANOVA) dengan dukungan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 22 pada taraf kepercayaan 95%. Sebelum pelaksanaan analisis ANOVA, data terlebih dahulu diuji untuk memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas ragam. Apabila hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), maka pengujian dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) untuk mengidentifikasi perbedaan nyata antar perlakuan. Standar mutu minyak atsiri mengacu pada ISO 855-2003 yang meliputi parameter bobot jenis sebesar 0,849–0,858, indeks bias 1,473–1,479, bilangan asam minimal 2 mg KOH/g, serta kelarutan dalam alkohol 70% sebesar 1:10.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Lama Waktu Penyulingan pada Rendemen Minyak Kulit Jeruk Lemon

Sebelum dilakukan analisis statistik menggunakan ANOVA, data rendemen minyak atsiri terlebih dahulu diuji terhadap asumsi normalitas dan homogenitas ragam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data memenuhi kedua asumsi tersebut, sehingga analisis ANOVA dapat dilakukan secara valid dan hasilnya dapat diinterpretasikan secara statistik.

Hasil analisis rendemen total minyak atsiri kulit jeruk lemon pada berbagai lama waktu penyulingan disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil ANOVA yang dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT), lama waktu penyulingan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rendemen minyak atsiri yang dihasilkan. Huruf superskrip yang berbeda pada Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan

Rendemen minyak atsiri mengalami peningkatan seiring bertambahnya lama waktu penyulingan. Perlakuan P5 dengan waktu penyulingan 8 jam menghasilkan rendemen tertinggi sebesar $0,84 \pm 0,02\%$, sedangkan rendemen terendah diperoleh pada waktu penyulingan 4 jam terlihat juga pada Gambar 1. Peningkatan rendemen ini disebabkan oleh semakin lamanya waktu kontak antara uap air dan bahan baku, sehingga proses difusi senyawa volatil dari jaringan kulit jeruk lemon berlangsung lebih optimal. Semakin lama proses penyulingan, semakin banyak sel minyak yang terdisrupsi dan melepaskan minyak atsiri (Hidayati et al., 2015).

Hasil penelitian ini sejalan dengan (Amaliah et al., 2022) dan Rienoviar et al. (2022) yang melaporkan bahwa peningkatan waktu penyulingan secara signifikan dapat meningkatkan rendemen minyak atsiri hingga mencapai titik optimum. Namun demikian, pemanjangan waktu penyulingan yang berlebihan berpotensi menyebabkan dekomposisi senyawa volatil akibat paparan panas yang

terlalu lama (Susilo et al., 2016). Penelitian ini, menunjukkan peningkatan rendemen masih terjadi hingga waktu penyulingan 8 jam, yang menyebabkan titik optimum belum terlampaui. Berdasarkan hasil penelitian, nilai rendemen minyak kulit jeruk lemon menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan bertambahnya waktu penyulingan yang digunakan. Kondisi ini menunjukkan bahwa durasi proses penyulingan berperan dalam meningkatkan jumlah minyak atsiri yang diperoleh. Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan Uwadiae et al. (2019) yang melaporkan bahwa peningkatan durasi ekstraksi atau penyulingan cenderung meningkatkan rendemen minyak atsiri secara signifikan.

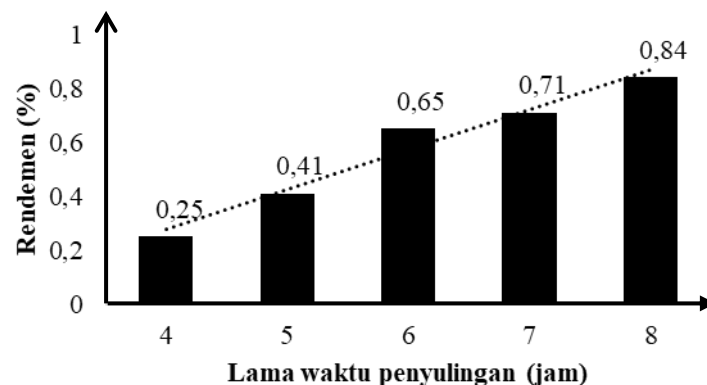
Analisis statistik menggunakan ANOVA menunjukkan angka signifikansi sebesar 0,000, sehingga hipotesis nol ditolak karena nilai tersebut di bawah 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perubahan waktu dalam proses penyulingan secara nyata memengaruhi rendemen total minyak atsiri. Tabel 1. Pengaruh waktu penyulingan terhadap rendemen minyak atsiri kulit jeruk lemon

Perlakuan	
Waktu Penyulingan (jam)	Rendemen (%)
P ₁ = 4	0,25 ± 0,010 ^a
P ₂ = 5	0,41 ± 0,086 ^a
P ₃ = 6	0,65 ± 0,110 ^b
P ₄ = 7	0,71 ± 0,135 ^{b,c}
P ₅ = 8	0,84 ± 0,020 ^c

Keterangan:

Data disajikan sebagai nilai rata-rata ± standar deviasi (n = 3).

Huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.



Gambar 1. Pengaruh Waktu Penyulingan Terhadap Rendemen

Pengaruh Suhu Penyulingan pada Rendemen Minyak Kulit Jeruk Lemon

Berdasarkan analisis ANOVA terhadap data pada Tabel 2, perlakuan variasi suhu penyulingan pada rentang 83–117 °C tidak berpengaruh signifikan terhadap rendemen minyak atsiri kulit jeruk lemon ($p > 0,05$). Hal ini ditunjukkan oleh kesamaan huruf superskrip pada seluruh perlakuan suhu.

Meskipun secara statistik tidak berbeda nyata, rendemen tertinggi secara numerik diperoleh pada suhu 100 °C dengan nilai sebesar 0,65 ± 0,11% terlihat juga pada Gambar 2. Pola rendemen yang fluktuatif pada berbagai suhu menunjukkan bahwa peningkatan suhu tidak selalu diikuti oleh peningkatan rendemen minyak atsiri. Fenomena ini mengindikasikan bahwa pada rentang suhu

tersebut, proses pelepasan minyak atsiri telah berlangsung relatif optimal, sehingga suhu bukan merupakan faktor pembatas utama dalam menentukan jumlah rendemen.

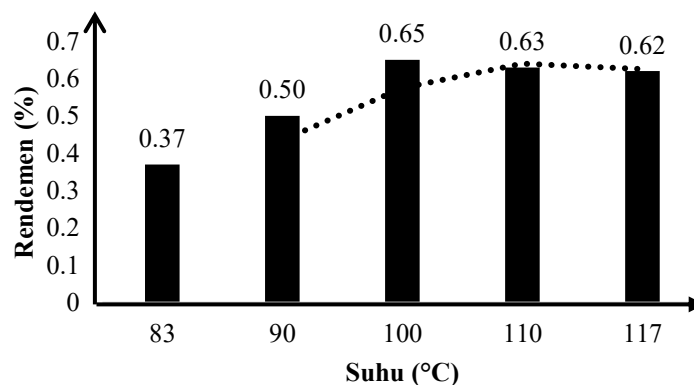
Tabel 2. Hasil analisis rendemen total terhadap suhu

Perlakuan	
Suhu (°C)	Rendemen (%)
T ₁ = 83	0,37±0,015 ^a
T ₂ = 90	0,50±0,230 ^a
T ₃ = 100	0,65±0,112 ^a
T ₄ = 110	0,63±0,216 ^a
T ₅ = 117	0,62±0,025 ^a

Keterangan:

Data disajikan sebagai nilai rata-rata ± standar deviasi (n = 3).

Huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.



Gambar 2. Pengaruh Suhu Terhadap Rendemen

Hasil ini sejalan dengan Azzahra (2018) dan Bustamante et al. (2016) yang menyatakan bahwa suhu penyulingan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi senyawa volatil serta terbentuknya senyawa hasil degradasi termal yang justru menurunkan efisiensi ekstraksi minyak atsiri. Dengan demikian, meskipun suhu tidak berpengaruh signifikan terhadap rendemen, pengendalian suhu tetap penting untuk menjaga kestabilan komponen minyak atsiri yang dihasilkan.

Proses yang terjadi pada kondisi tersebut di alami karena pada kondisi suhu yang semakin panas atau tinggi akan merusak komponen yang terdapat pada kulit jeruk lemon dan proses difusi akan semakin cepat berproduksi yang dimana akan menghasilkan rendemen yang tidak optimal karena bercampur dengan komponen lain seperti minyak yang gosong atau ada komponen bahan baku yang menjadi abu gosong (Bustamante et al., 2016). Hasil analisis ragam (ANOVA) mengonfirmasi bahwa tidak ada pengaruh signifikan dari variabel suhu terhadap rendemen minyak atsiri yang diperoleh ($p > 0,05$). Nilai p sebesar 0,191 mengindikasikan bahwa fluktuasi suhu antarperlakuan tidak menyebabkan perbedaan rendemen yang signifikan secara statistik.

Lama waktu dan suhu penyulingan tidak hanya memengaruhi rendemen minyak atsiri yang dihasilkan, tetapi juga menentukan komposisi senyawa kimia penyusunnya. Durasi penyulingan yang lebih panjang dapat meningkatkan maupun menurunkan jumlah senyawa terpen yang terekstraksi dalam minyak atsiri. Selain itu, penggunaan suhu yang terlalu tinggi berpotensi menyebabkan degradasi komponen minyak atsiri kulit jeruk lemon. Kondisi suhu yang berlebihan selama proses

penyulingan dapat mempercepat difusi bahan baku, sehingga berisiko menimbulkan kegosongan, merusak komponen minyak, bahkan memengaruhi kinerja alat penyulingan (Palmieri et al., 2021).

Pengaruh Lama Waktu dan Suhu Penyulingan pada Mutu Minyak Kulit Jeruk Lemon

Sifat fisikokimia merupakan indikator utama dalam penentuan standar dan konsistensi mutu minyak atsiri. Setiap jenis minyak atsiri menunjukkan karakteristik fisikokimia yang spesifik. Adanya praktik pemalsuan, pencampuran, maupun degradasi produk dapat menyebabkan perubahan sifat fisikokimia sehingga memengaruhi kualitas minyak atsiri (Martínez-Abad et al., 2020). Mutu minyak atsiri merupakan parameter penting yang menentukan nilai komersial dan kesesuaian produk dengan standar mutu. Pada penelitian ini, pengujian mutu minyak atsiri dilakukan pada kondisi optimal, yaitu kombinasi lama waktu penyulingan 8 jam dan suhu 100 °C, berdasarkan hasil analisis rendemen tertinggi dan pertimbangan kestabilan proses. Hasil analisis mutu minyak atsiri kulit jeruk lemon disajikan pada Tabel 3. Nilai bobot jenis minyak atsiri sebesar 0,851 g/mL, indeks bias 1,473, kelarutan dalam alkohol 70% pada perbandingan 1:10, serta bilangan asam sebesar 5,60 mg KOH/g. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit jeruk lemon yang dihasilkan telah memenuhi kriteria mutu berdasarkan SNI 06-2385-2006 sebagai acuan mutu minyak atsiri.

Tabel 3. Analisis mutu minyak atsiri kulit jeruk lemon

Parameter	Hasil
Bobot jenis	0,851 g/mL
Indeks bias	1,473
Kelarutan alkohol 70%	Larutan jernih atau opalesensi ringan dengan perbandingan 1:10
Bilangan asam	5,60 mg KOH/g

Uji kelarutan dalam etanol digunakan untuk mengetahui kemampuan minyak atsiri dalam bercampur dengan pelarut alkohol. Tingkat kelarutan minyak dalam etanol mencerminkan kandungan senyawa polar yang terdapat di dalamnya, mengingat etanol sebagai pelarut semi-polar cenderung melarutkan komponen minyak atsiri yang memiliki gugus fungsi polar (Asbahani et al., 2015). Standar kelarutan dalam alkohol 70% sebesar 1:10 menunjukkan bahwa 1 ml minyak kulit jeruk lemon dapat larut sempurna dalam 10 ml etanol. Kehadiran gugus hidroksil (OH) pada alkohol memungkinkan terjadinya interaksi dengan komponen minyak atsiri sehingga meningkatkan kelarutan (Asbahani et al., 2015). Bobot jenis merupakan salah satu parameter penting dalam penentuan mutu minyak atsiri. Secara umum, berat jenis minyak atsiri pada suhu 25°C berada pada kisaran 0,696–1,188 g/ml dan umumnya lebih rendah dibandingkan berat jenis air sebesar 1,00 (Ayala et al., 2017). Nilai bobot jenis minyak atsiri kulit jeruk lemon yang diperoleh sebesar 0,851 menunjukkan karakteristik densitas yang sesuai dengan standar mutu minyak atsiri. Indeks bias merupakan perbandingan antara sinus sudut datang dan sinus sudut bias cahaya yang melewati suatu medium. Nilai indeks bias dipengaruhi oleh struktur kimia, khususnya panjang rantai karbon dan jumlah ikatan rangkap pada komponen penyusun minyak atsiri (Fadila et al., 2024). Panjang rantai karbon dan jumlah ikatan rangkap dalam suatu senyawa cenderung memengaruhi nilai indeks bias, di mana peningkatan kedua faktor tersebut akan diikuti oleh kenaikan nilai indeks bias. Nilai indeks bias sebesar 1,473 menunjukkan bahwa komponen penyusun minyak memiliki karakteristik optik yang khas. Variasi komposisi kimia minyak jeruk, terutama perbedaan kandungan senyawa volatil, berpengaruh terhadap perubahan nilai indeks bias minyak atsiri (Xu et al., 2016). Minyak atsiri kulit jeruk lemon menghasilkan bilangan asam sebesar 5,60 mg KOH/g. Nilai bilangan asam yang tinggi menunjukkan terjadinya degradasi trigliserida menjadi asam lemak bebas akibat proses hidrolisis dan

oksidasi selama pengolahan maupun penyimpanan minyak (Nasyiya et al., 2021). Hasil analisis mutu minyak atsiri membuktikan bahwa pengaruh lama waktu penyulingan dan suhu dapat meningkatkan kualitas minyak kulit jeruk lemon sesuai dengan standar minyak atsiri. Dalam proses penelitian diperlakukan analisis secara menyeluruh untuk mendapatkan kondisi optimal pada setiap perlakuannya.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik yang telah dilakukan, dapat disimpulkan durasi proses penyulingan terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah rendemen minyak atsiri yang diekstrak dari kulit jeruk lemon, sedangkan suhu penyulingan pada rentang 83-117 °C tidak berpengaruh signifikan secara statistik terhadap rendemen, namun tetap berperan dalam menjaga kestabilan mutu minyak atsiri yang dihasilkan. Rendemen minyak atsiri tertinggi diperoleh pada lama waktu penyulingan 8 jam, yaitu sebesar $0,84 \pm 0,02\%$, sedangkan secara numerik rendemen tertinggi pada variasi suhu diperoleh pada suhu 100 °C sebesar $0,65 \pm 0,11\%$. Kombinasi lama waktu penyulingan 8 jam dan suhu 100 °C dipilih sebagai kondisi optimal berdasarkan pertimbangan rendemen tertinggi dan kestabilan proses. Pada kondisi optimal tersebut, mutu minyak atsiri kulit jeruk lemon memenuhi standar mutu minyak atsiri berdasarkan SNI 06-2385-2006, dengan nilai bobot jenis 0,851 g/mL, indeks bias 1,473, kelarutan dalam alkohol 70% pada perbandingan 1:10, serta bilangan asam sebesar 5,60 mg KOH/g. Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian lama waktu dan suhu penyulingan yang tepat tidak hanya meningkatkan rendemen, tetapi juga mampu menghasilkan minyak atsiri dengan mutu yang sesuai standar.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar proses penyulingan minyak atsiri kulit jeruk lemon dilakukan dengan lama waktu penyulingan mendekati kondisi optimal, yaitu 7–8 jam, dan suhu penyulingan sekitar 100 °C, guna memperoleh rendemen dan mutu minyak atsiri yang baik serta stabil. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi pengaruh faktor lain seperti ukuran partikel bahan baku, rasio bahan terhadap air, serta metode penyulingan yang berbeda terhadap rendemen dan mutu minyak atsiri kulit jeruk lemon. Selain itu, penerapan metode Response Surface Methodology (RSM) dapat dilakukan untuk memperoleh kondisi proses yang lebih presisi dan efisien secara statistic

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliah, N., Candra, K. P., Parytha, V. B., Kurniawan, A., Amrullah, T., Saragih, B., Syahrumsyah, H., dan Yuliani, Y. 2022. Rendemen dan kualitas minyak nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) dari Kalimantan Timur serta analisis tekno-ekonominya. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 16(2), 296–304. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v16i2.12421>
- Asbahani, A. El, Miladi, K., Badri, W., Sala, M., Addi, E. H. A., Casabianca, H., Mousadik, A. El, Hartmann, D., Jilale, A., Renaud, F. N. R., and Elaissari, A. 2015. Essential oils: From extraction to encapsulation. *International Journal of Pharmaceutics*, 483(1), 220–243. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.12.069>
- Auta, M., Musa, U., Tsado, D. G., Faruq, A. A., Isah, A. G., Raji, S., and Nwanisobi, C. 2018. Optimization of citrus peels D-limonene extraction using solvent-free microwave green

- technology. *Chemical Engineering Communications*, 205(6), 789–796. <https://doi.org/10.1080/00986445.2017.1419206>
- Ayala, J. R., Montero, G., Campbell, H. E., García, C., Coronado, M. A., León, J. A., Sagaste, C. A., and Pérez, L. J. 2017. Extraction and Characterization of Orange Peel Essential Oil from Mexico and United States of America. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 20(4), 897–914.
- Azzahra, P. 2018. *Pengaruh suhu dan volume air pada destilasi penyulingan minyak atsiri tipe uap dan air pada tanaman sirih hijau (Piper betle L.)* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Badan Pusat Statistik. 2020. Produksi tanaman buah-buahan. <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html>. Diakses pada 27 Mei 2025.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 06-2385-2006. Minyak Nilam. Jakarta
- Bouzenna H, Dhibi S, Samout N, Rjeibi I, Talarmin H, Elfeki A, and Hfaiedh N. 2016. The protective effect of *Citrus limon* essential oil on hepatotoxicity and nephrotoxicity induced by aspirin in rats, *Biomedicine and Pharmacotherapy*. Elsevier Masson SAS, 83, 1327–1334. doi: 10.1016/j.biopha.2016.08.037
- Bustamante, J., van Stempvoort, S., García-Gallarreta, M., Houghton, J. A., Briers, H. K., Budarin, V. L., Matharu, A. S., and Clark, J. H. 2016. Microwave assisted hydro-distillation of essential oils from wet citrus peel waste. *Journal of Cleaner Production*, 137, 598–605. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.108>
- Colodel, C., Vriesmann, L. C., Teófilo, R. F., and de Oliveira Petkowicz, C. L. 2018. Extraction of pectin from ponkan (*Citrus reticulata* Blanco cv. Ponkan) peel: Optimization and structural characterization. *International Journal of Biological Macromolecules*, 117, 385–391. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.05.048>
- Damayanti, M., Nurjanah, S., Bunyamin, A., dan Pujiyanto, T. 2020. Ekstraksi Minyak Atsiri Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) dengan Lama Waktu Penyulingan yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(4), 653–656.
- Fadila, A., Nurjanah, S., dan Rosalinda, S. R. 2024. Perbandingan antara metode hydrodistillation dan hydro steam distillation terhadap jumlah rendemen dan karakteristik aroma minyak terbang kulit jeruk lemon (*Citrus limon* L). *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 18(4), 1027–1035.
- Ferhat, M. A., Boukhatem, M. N., Hazzit, M., Meklati, B. Y., and Chemat, F. 2016. Cold pressing, hydrodistillation and microwave dry distillation of citrus essential oil from Algeria: A comparative study. *Electronic Journal of Biology S*, 1, 30–41.
- Hidayati, N., Ilmawati, H., dan Sara, E. 2015. Penyulingan minyak biji pala: pengaruh ukuran bahan, waktu dan tekanan penyulingan terhadap kualitas dan rendemen minyak. *Prosiding Simposium Nasional RAPI XIV-2015 FT UMS (K220-K226)*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kamaliroosta, L., Zolfaghari, M., Shafiee, S., Larijani, K., and Zojaji, M. 2016. Chemical Identifications of Citrus Peels Essential Oils. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 6(2), 69–76. www.SID.ir
- Lee, S. H., Park, J. G., Lee, D. Y., Kandpal, L. M., Cho, B.-K., Hong, S., & Jun, S. 2016. Drying Characteristics of Agricultural Products under Different Drying Methods: A Review. *Journal of Biosystems Engineering*, 41(4), 389–395. <https://doi.org/10.5307/jbe.2016.41.4.389>
- Martínez-Abad, A., Ramos, M., Hamzaoui, M., Kohnen, S., Jiménez, A., and Garrigós, M. C. 2020.

- Optimisation of Sequential Microwave-Assisted Extraction of Essential Oil and Pigment from Lemon Peels Waste. *Foods*, 9(10), 1493. <https://doi.org/10.3390/foods9101493>
- Nasyiya, N., Jemi, R., Mujaffar, A., Nuwa, N., dan Herianto, H. 2021. Uji aktivitas antibakteri minyak atsiri dan ampas dari kulit kayu *Cinnamomum sintoc* Blume terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Hutan Tropika*, 16(1), 45–53
- Nur, S., Aryanto Baitanu, J., Departemen, S. A. G., Farmasi, K., Tinggi, S., dan Farmasi Makassar, I. 2019. Pengaruh Tempat Tumbuh Dan Lama Penyulingan Secara Hidrodestilasi Terhadap Rendemen Dan Profil Kandungan Kimia Minyak Atsiri Daun Kemangi (*Ocimum canum* Sims L.). In *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 6 (2).
- Palmieri, S., Maggio, F., Pellegrini, M., Ricci, A., Serio, A., Paparella, A., and Lo Sterzo, C. 2021. Effect of the distillation time on the chemical composition, antioxidant potential and antimicrobial activity of essential oils from different *Cannabis sativa* L. cultivars. *Molecules*, 26(16), 4770.
- Paw, M., Begum, T., Gogoi, R., Pandey, S. K., and Lal, M. 2020. Chemical Composition of *Citrus limon* L. Burmf Peel Essential Oil from North East India. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23(2), 337–344. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2020.1757514>
- Rienoviar, Irawadi, T., Setyaningsih, D., and Ismayana, A. 2022. 'Distillation Delayed Time on the Characteristics of Lemon Peel Oil and Activity against *Staphylococcus aureus*', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 950(1).
- Susilo, B., Sumarlan, S. H., Wibisono, Y., Puspitasari, N., Keteknikan, J., Teknologi, P.-F., Brawijaya, P.-U., Veteran, J., dan Korespondensi, P. 2016. Pengaruh Pretreatment dan Lama Waktu Ekstraksi terhadap Karakteristik Ekstrak Kulit Jeruk Purut (*Citrus hystrix* D.C) Menggunakan Ultrasonic Assisted Extraction (UAE). In *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 4 (3).
- Uwadiae, S. E., Aifesome, H., and Ayodele, B. V. 2019. Effect of extraction temperature, time and volume of diluent on oil yield from ginger (*Zingiber officinale*) in a batchmode process. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 23(4), 611.
- Xu, J.-G., Liu, T., Hu, Q.-P., and Cao, X.-M. 2016. Chemical Composition, Antibacterial Properties and Mechanism of Action of Essential Oil from Clove Buds against *Staphylococcus aureus*. *Molecules*, 21(9), 1194. <https://doi.org/10.3390/molecules21091194>