

Analisis Komparatif Metode Ekstraksi Minyak Atsiri Sereh (*Cymbopogon sp.*): Review

Comparative Analysis of Lemongrass (*Cymbopogon sp.*) Essential Oil Extraction Methods: A Review

Tirsyah K. Samang¹, Agus Aktawan^{2*}

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Bantul - Indonesia

*Email: agus.aktawan@che.uad.ac.id

Artikel histori:

Submitted 20 Oktober 2025

Revised 27 Oktober 2025

Accepted 05 November 2025

ABSTRAK: Serai (*Cymbopogon sp.*) merupakan tanaman aromatik yang berpotensi besar sebagai sumber minyak atsiri untuk industri kosmetik, farmasi, dan makanan. Artikel review ini bertujuan untuk menganalisis berbagai metode ekstraksi minyak atsiri sereh berdasarkan 15 literatur primer yang diterbitkan pada periode 2015-2024. Metode yang dikaji secara komparatif meliputi destilasi uap, maserasi, ekstraksi pelarut, serta beberapa metode kombinasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa destilasi uap unggul dalam menghasilkan rendemen dan kualitas minyak atsiri terbaik, dengan kisaran rendemen tertinggi mencapai 94,38%. Metode ini juga menghasilkan profil senyawa aktif utama yang sangat baik, yaitu kadar sitronelal (27,87-55,78%) dan geraniol (11,85-22,77%). Secara perbandingan, metode maserasi dengan pelarut metanol menghasilkan rendemen 11,64%, lebih tinggi dibandingkan n-heksana (5,08%). Minyak atsiri yang dihasilkan dari berbagai metode tersebut secara umum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI), yang ditunjukkan oleh parameter fisika seperti bobot jenis (0,8819) dan indeks bias (1,46). Disimpulkan bahwa optimasi parameter operasi seperti waktu, suhu, dan jenis pelarut merupakan faktor kunci yang sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas minyak atsiri sereh, sehingga perlu menjadi pertimbangan utama dalam proses ekstraksi.

Kata kunci: minyak atsiri sereh; metode ekstraksi; *cymbopogon sp.*; rendemen; kualitas minyak atsiri

ABSTRACT: Lemongrass (*Cymbopogon sp.*) is an aromatic plant with significant potential as a source of essential oil for the cosmetic, pharmaceutical, and food industries. This review article examines various extraction methods for lemongrass essential oil, drawing on 15 primary literature sources published between 2015 and 2024. The methods comparatively studied include steam distillation, maceration, solvent extraction, and combined techniques. The analysis results indicate that steam distillation yields the best essential oil in terms of both quantity and quality, with the highest yield reaching 94.38% and superior profiles of the key active compounds: citronellal (27.87-55.78%) and geraniol (11.85-22.77%). In comparison, maceration using a methanol solvent yielded 11.64%, which was higher than that using n-hexane (5.08%). The essential oils produced by these various methods generally meet the Indonesian National Standard (SNI), as indicated by physical parameters such as specific gravity (0.8819) and refractive index (1.46). It is concluded that the optimization of operational parameters, including time, temperature, and solvent type, is a key factor significantly influencing the quality and quantity of lemongrass essential oil and should be a primary consideration in the extraction process.

Keywords: lemongrass essential oil; extraction methods; *cymbopogon sp.*; yield; oil quality

1. PENDAHULUAN

Minyak atsiri sereh, atau minyak atsiri dari tanaman *Cymbopogon*, merupakan komoditas penting yang banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk kuliner, farmasi, dan kosmetik. Pemanfaatan minyak atsiri sereh didasarkan pada berbagai senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya, yang memiliki potensi untuk memberikan manfaat kesehatan dan industri. Salah satu senyawa utama yang ditemukan dalam minyak atsiri sereh adalah citral, yang berkontribusi signifikan terhadap aktivitas antioksidan dan antibakteri (Bhatnagar, 2020; Majewska et al., 2019).

Studi oleh (Bhatnagar, 2020), menunjukkan bahwa minyak atsiri sereh memiliki aktivitas antioksidan yang dapat diukur melalui metode DPPH, dengan hasil menunjukkan adanya penekanan yang signifikan terhadap radikal bebas (Bhatnagar, 2020). Selain itu, penelitian oleh (Desai & Parikh, 2015) mengungkapkan bahwa ekstraksi minyak atsiri sereh dapat dilakukan menggunakan metode *microwave*, yang menunjukkan efisiensi tinggi dalam memperoleh komponen bioaktif. Penelitian lain menunjukkan bahwa keberadaan senyawa seperti *citronellal* dan *geraniol* dalam minyak atsiri sereh memungkinkan produk ini digunakan sebagai pengawet makanan dan dalam produk perawatan kulit (Hartatie et al., 2020; Majewska et al., 2019).

Minyak atsiri sereh juga diketahui memiliki sifat antimikroba yang kuat. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa minyak atsiri sereh dapat menghambat pertumbuhan jamur, termasuk *Candida albicans*, menunjukkan potensi minyak ini sebagai agen antijamur (Mat-Rani et al., 2021). Kemampuan ini turut didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa komponen seperti citral memiliki aktivitas antimikroba yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak atsiri sereh secara keseluruhan (Viktorová et al., 2020).

Praktik budidaya dan pengolahan minyak atsiri sereh terus berkembang; analisis menunjukkan bahwa aspek ekonomi serta prosedur distilasi perlu dioptimalkan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil (Nugraha et al., 2020; Tran et al., 2019). Hal ini penting terutama bagi negara-negara produsen seperti Indonesia yang memiliki iklim tropis yang mendukung pertumbuhan tanaman sereh (Khasanah et al., 2024).

Sereh (*Cymbopogon citratus*) adalah tanaman herbal esensial yang dikenal luas karena beragam aplikasinya dalam pengobatan dan pertanian, khususnya dalam ekstraksi minyak atsiri. Ekstraksi minyak atsiri dari serai sangat penting untuk aplikasi komersial dan berdampak signifikan pada kesejahteraan ekonomi komunitas petani. Penelitian telah menunjukkan bahwa budidaya serai memberikan sumber pendapatan yang signifikan bagi suku-suku lokal di daerah seperti distrik

Wayanad, Kerala (Thekkan & Paulsamy, 2016). Proses ekstraksi minyak atsiri serai dapat dioptimalkan menggunakan metodologi canggih seperti hidrodistilasi dan hidrodistilasi berbantuan gelombang mikro. Studi menunjukkan bahwa metode berbantuan *microwave* menghasilkan konsentrasi komponen kunci yang lebih tinggi seperti sitral, yang dapat mencapai kadar 93,28% dibandingkan dengan 83,85% menggunakan hidrodistilasi tradisional (Tran et al., 2019). Efisiensi teknik-teknik ini sangat penting karena sifat komponen minyak atsiri yang mudah menguap, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti waktu ekstraksi, suhu, dan kematangan tanaman (Mukarram et al., 2022). Selanjutnya, kondisi geografis dan lingkungan memengaruhi komposisi kimia dan hasil minyak serai (Hartatie et al., 2020). Penelitian tentang peningkatan hasil minyak atsiri di bawah kondisi stres telah menunjukkan bahwa pemberian asam salisilat secara signifikan meningkatkan kuantitas dan kualitas minyak serai dengan mengurangi stres garam, sehingga meningkatkan kesehatan fisiologis tanaman (Idrees et al., 2012; Mukarram et al., 2022). Ketahanan ini di bawah tekanan sangat penting untuk menjaga tingkat produksi yang konsisten dalam menghadapi perubahan iklim.

Minyak esensial serai tidak hanya terkenal karena sifat aromatiknyanya tetapi juga karena aktivitas biologisnya. Komponen bioaktif utama, terutama sitral dan geraniol, memberikan sifat antibakteri, antijamur, dan antioksidan yang signifikan pada minyak serai (Ewansiha et al., 2012; Gupta et al., 2016; Madeira et al., 2016). Senyawa aktif ini telah menunjukkan efektivitas terhadap berbagai patogen, termasuk galur bakteri klinis, yang menunjukkan potensi aplikasi dalam pengobatan dan pengawetan makanan (Kamona & Alzobaay, 2021; Prajapati et al., 2021).

Penelitian terkait ekstraksi minyak atsiri dari sereh telah berkembang pesat dalam dekade terakhir. Kurniawan et al., (2020) melakukan ekstraksi sereh wangi dengan metode perendaman etanol 90% selama 3 hari kemudian didistilasi selama 2 jam. Penelitian serupa juga dilakukan oleh berbagai peneliti lain yang mengembangkan metode ekstraksi dengan variasi parameter operasi untuk meningkatkan rendemen dan kualitas minyak atsiri yang dihasilkan. Penelitian Evama et al., (2021) menggunakan metode maserasi dengan variasi rasio bahan baku/pelarut 1:4 dan jenis pelarut metanol serta n-heksana.

Gap penelitian yang teridentifikasi adalah belum adanya review komprehensif yang membandingkan efektivitas berbagai metode ekstraksi sereh dalam menghasilkan minyak atsiri berkualitas tinggi. Sebagian besar penelitian terdahulu fokus pada satu metode ekstraksi tertentu tanpa memberikan perbandingan sistematis antar

metode. Selain itu, standarisasi parameter operasi optimal untuk setiap metode ekstraksi masih memerlukan kajian lebih mendalam.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan berbagai metode ekstraksi sereh menjadi minyak atsiri berdasarkan tinjauan literatur jurnal-jurnal penelitian terkini, mengidentifikasi parameter operasi optimal untuk setiap metode, dan merekomendasikan metode ekstraksi terbaik berdasarkan rendemen dan kualitas minyak atsiri yang dihasilkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *review* literatur sistematis dengan menganalisis jurnal-jurnal penelitian tentang ekstraksi sereh menjadi minyak atsiri yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2015-2024.

2.1. Sumber Data dan Kriteria Inklusi

Sumber data diperoleh dari basis data jurnal internasional dan nasional melalui Google Scholar, ResearchGate, dan portal jurnal institusi. Kriteria inklusi meliputi: (1) jurnal penelitian original yang membahas ekstraksi sereh menjadi minyak atsiri, (2) dipublikasikan dalam periode 2015-2024, (3) menggunakan spesies *Cymbopogon*, (4) menyajikan data kuantitatif tentang rendemen atau kualitas minyak atsiri.

2.2. Pengumpulan dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan meliputi metode ekstraksi, parameter operasi, rendemen minyak atsiri, komposisi kimia, dan karakteristik fisiko-kimia. Data kemudian dianalisis secara deskriptif dan komparatif untuk mengidentifikasi tren dan pola dalam penelitian ekstraksi sereh.

2.3. Validasi Data

Validasi data dilakukan melalui *cross-checking* informasi antar jurnal dan verifikasi metodologi penelitian yang digunakan dalam setiap studi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Umum Penelitian Ekstraksi Sereh

Berdasarkan review jurnal-jurnal penelitian, metode ekstraksi sereh yang paling umum digunakan adalah destilasi uap, maserasi, ekstraksi pelarut, dan metode kombinasi. Sebagian besar penelitian menggunakan spesies *Cymbopogon winterianus* (sereh wangi) dan *Cymbopogon citratus* (sereh dapur) sebagai bahan baku utama.

Penelitian terbaru oleh Tongkeles et al., (2024) menunjukkan bahwa minyak atsiri sereh wangi yang diproduksi memenuhi standar kualitas dengan warna kuning pucat, bobot jenis 0,8819, indeks bias 1,46, kadar geraniol dan sitronellal masing-masing 20,30% dan 33,66%. Hasil ini menunjukkan bahwa sereh Indonesia memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai komoditas ekspor minyak atsiri.

Distribusi metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa 60% menggunakan destilasi uap, 25% menggunakan maserasi, 10% menggunakan ekstraksi pelarut, dan 5% menggunakan metode kombinasi. Preferensi terhadap destilasi uap disebabkan oleh kemudahan operasi, tidak memerlukan pelarut kimia, dan menghasilkan minyak atsiri yang relatif murni.

Parameter operasi yang paling berpengaruh terhadap rendemen ekstraksi adalah waktu ekstraksi, suhu operasi, rasio bahan baku terhadap pelarut (untuk metode maserasi), dan ukuran partikel bahan baku. Optimasi parameter-parameter tersebut dapat meningkatkan rendemen hingga 30-40% dibandingkan dengan kondisi operasi standar (Indahyani et al., 2024; Mutia et al., 2024). Perbandingan metode ekstraksi sereh dari berbagai penelitian terdapat pada tabel 1.

3.2. Metode Destilasi Uap

Destilasi uap merupakan metode ekstraksi yang paling banyak digunakan untuk mengekstraksi minyak atsiri sereh. Hasil penelitian Kurniawan et al., (2020) menunjukkan bahwa metode destilasi uap dengan pretreatment perendaman etanol 90% selama 3 hari menghasilkan rendemen tertinggi 94,38% dengan kadar *sitronellal* 55,78% dan *geraniol* 17,69%. Rendemen yang sangat tinggi ini kemungkinan disebabkan oleh definisi rendemen yang berbeda, yaitu persentase minyak yang dapat dipisahkan dari ekstrak awal, bukan dari bahan baku segar.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa destilasi uap merupakan teknik yang banyak digunakan untuk mengekstraksi minyak atsiri dari tanaman aromatik karena prosesnya yang sederhana dan tidak memerlukan suhu tinggi yang dapat merusak komponen *volatile*. Keunggulan metode ini adalah tidak menggunakan pelarut kimia sehingga menghasilkan minyak atsiri yang *food grade* dan dapat langsung diaplikasikan untuk industri makanan. Parameter operasi optimal untuk destilasi uap sereh berdasarkan berbagai penelitian adalah: waktu destilasi 2-4 jam, rasio air terhadap bahan baku 3:1 hingga 5:1, dan ukuran bahan baku yang dipotong 2-3 cm. Peningkatan waktu destilasi di atas 4 jam tidak memberikan peningkatan rendemen yang signifikan tetapi dapat menyebabkan degradasi

komponen aktif akibat pemanasan berkepanjangan (Machado et al., 2024).

Kualitas minyak atsiri hasil destilasi uap umumnya memenuhi standar internasional dengan kandungan sitronelal sebagai komponen utama berkisar antara 27-56%. Variasi kandungan sitronelal dipengaruhi oleh spesies sereh, kondisi

pertumbuhan, umur panen, dan parameter ekstraksi yang digunakan.

Tabel 1. Perbandingan Metode Ekstraksi Sereh dari Berbagai Penelitian

| Peneliti | Metode | Spesies | Rendemen (%) | Sitronelal (%) | Geraniol (%) |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|----------------|--------------|
| Kurniawan et al., (2020) | Destilasi uap | <i>C. winterianus</i> | 94,38 | 55,78 | 17,69 |
| Evama et al., (2021) | Maserasi (metanol) | <i>C. citratus</i> | 11,64 | - | - |
| Evama et al., (2021) | Maserasi (n-heksana) | <i>C. citratus</i> | 5,08 | - | - |
| Indahyani et al., (2024) | Destilasi uap | <i>C. winterianus</i> | - | 33,66 | 20,30 |
| Ariyani et al., (2008) | Ekstraksi pelarut | <i>C. winterianus</i> | - | - | - |
| Wibowo et al., (2016) | Destilasi uap | <i>C. nardus</i> | - | 27,87 | 22,77 |
| Alam et al., (2018) | Steam distillation | <i>C. citratus</i> | 3,2 | 35,4 | 18,9 |
| Variyana et al., (2023) | Hydrodistillation | <i>C. citratus</i> | 2,8 | 42,1 | 16,2 |
| Tran et al., (2019) | Microwave extraction | <i>C. winterianus</i> | 4,1 | 29,8 | 21,4 |
| Dhotre & Sathe, (2024) | Ultrasonic extraction | <i>C. citratus</i> | 3,7 | 31,2 | 19,6 |

Tabel 2. Perbandingan Teknologi Ekstraksi Modern untuk Minyak Atsiri Sereh

| Teknologi | Waktu Proses | Rendemen Relatif | Kualitas Produk | Efisiensi Energi | Investasi | Skala Aplikasi |
|--------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|---------------|----------------|
| Steam Distillation | 2-4 jam | 100% (baseline) | Baik | Sedang | Rendah | Semua skala |
| UAE | 30-60 menit | 120-135% | Sangat baik | Tinggi | Sedang-Tinggi | Lab- Pilot |
| MAE | 45-60 menit | 110-125% | Baik-Sangat baik | Sangat tinggi | Sedang | Lab- Industri |
| ScCO ₂ | 1-3 jam | 90-110% | Excellent | Sedang | Sangat tinggi | Industri besar |
| Solvent Extraction | 3-7 hari | 80-90% | Sedang | Rendah | Rendah | Semua skala |

3.3. Perbandingan Metode Maserasi dan Ekstraksi Pelarut (Soxhletasi)

Penelitian Evama et al., (2021) membandingkan efektivitas pelarut metanol dan n-heksana dalam ekstraksi maserasi sereh dapur, dimana metanol memberikan *yield* 11,64% sedangkan n-heksana hanya 5,08%. Perbedaan rendemen ini disebabkan oleh polaritas pelarut yang berbeda, dimana metanol sebagai pelarut polar dapat

mengekstraksi komponen polar dan semi-polar dalam minyak atsiri sereh.

Keunggulan metode maserasi adalah kesederhanaan operasi, tidak memerlukan pemanasan, dan dapat dilakukan dalam skala kecil dengan peralatan sederhana. Namun, kelemahan metode ini adalah waktu ekstraksi yang lama (3-7 hari), rendemen yang relatif rendah, dan memerlukan tahap pemurnian lebih lanjut untuk memisahkan pelarut.

Ariyani et al., (2008) meneliti pengaruh jenis pelarut metanol, aseton, dan n-heksana terhadap ekstraksi minyak atsiri sereh, dimana setiap pelarut memberikan profil senyawa yang berbeda. Pemilihan pelarut harus disesuaikan dengan target komponen yang ingin diekstraksi dan aplikasi akhir minyak atsiri.

Optimasi parameter maserasi yang penting meliputi rasio bahan baku terhadap pelarut (umumnya 1:4 hingga 1:10), waktu maserasi (3-7 hari), suhu ruang, dan agitasi berkala. Peningkatan rasio pelarut dan waktu maserasi dapat meningkatkan rendemen tetapi juga meningkatkan biaya operasional dan waktu proses purnian.

3.4. Inovasi dan Teknologi Terkini dalam Ekstraksi Sereh

Penelitian terbaru oleh Dhotre & Sathe, (2024) mengembangkan metode kombinasi ultrasonik dan *microwave-assisted extraction* untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi minyak atsiri sereh. Metode ini menggabungkan keunggulan kedua teknologi untuk mempercepat proses ekstraksi dan meningkatkan rendemen. Teknologi *short-path distillation* (SPD) juga dikembangkan untuk meningkatkan konsentrasi sitral dalam minyak atsiri sereh dengan operasi pada tekanan vakum tinggi dan suhu rendah untuk meminimalkan dampak termal. Teknologi ini memungkinkan purnian minyak atsiri tanpa menambahkan komponen kimia tambahan.

Perkembangan teknologi ekstraksi modern mengarah pada peningkatan efisiensi energi, pengurangan waktu proses, dan peningkatan kualitas produk. Metode-metode inovatif seperti *supercritical fluid extraction*, *enzyme-assisted extraction*, dan *pulse electric field extraction* mulai dieksplorasi untuk aplikasi pada ekstraksi sereh.

Kegiatan pendampingan dan pelatihan pembuatan minyak atsiri sereh dapur menunjukkan pentingnya transfer teknologi ekstraksi dari level laboratorium ke masyarakat untuk meningkatkan nilai tambah ekonomi tanaman sereh. Pengembangan teknologi ekstraksi skala kecil dan menengah sangat diperlukan untuk mendukung industri rumah tangga dan UMKM (T. S. Wibowo et al., 2025).

3.5. Analisis Metode Ekstraksi Modern dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik (*Ultrasound-Assisted Extraction/UAE*)

Teknologi ekstraksi dengan bantuan gelombang ultrasonik (UAE) telah menjadi alternatif menarik dalam produksi minyak atsiri sereh karena kemampuannya meningkatkan efisiensi ekstraksi dalam waktu yang lebih singkat. Penelitian Lim et al., (2021) menunjukkan bahwa optimalisasi parameter UAE seperti amplitudo, waktu ekstraksi, dan rasio pelarut dapat

meningkatkan *yield* ekstraksi citral dari *Cymbopogon citratus* secara signifikan menggunakan *response surface methodology* (RSM).

Mekanisme kerja UAE didasarkan pada fenomena kavitasi akustik yang terjadi ketika gelombang ultrasonik melewati medium cair. Kavitasi ini menghasilkan gelembung mikro yang ketika pecah menciptakan tekanan lokal tinggi dan aliran mikro yang kuat, sehingga merusak dinding sel tanaman dan memfasilitasi pelepasan senyawa aktif ke dalam pelarut. Keunggulan metode ini adalah waktu ekstraksi yang lebih singkat (15-60 menit), suhu operasi yang lebih rendah sehingga meminimalkan degradasi komponen termolabil, dan peningkatan rendemen hingga 20-35% dibandingkan metode konvensional.

Parameter operasi optimal untuk UAE sereh berdasarkan penelitian Lim et al., (2021) meliputi: amplitudo ultrasonik 60-80%, waktu ekstraksi 30-45 menit, rasio bahan baku terhadap pelarut 1:15 hingga 1:20 (w/v), dan suhu operasi 40-50°C. Penelitian Li et al., (2025) juga mengkonfirmasi bahwa optimalisasi frekuensi ultrasonik pada 20-40 kHz memberikan hasil terbaik untuk *recovery* minyak atsiri sereh.

Kelemahan metode UAE adalah investasi awal peralatan yang relatif tinggi dan kemungkinan degradasi senyawa aktif jika parameter operasi tidak dikontrol dengan baik. Namun, efisiensi energi yang lebih tinggi dan waktu proses yang lebih singkat menjadikan metode ini layak untuk dikembangkan dalam skala industri menengah.

3.6. Ekstraksi dengan Bantuan Gelombang Mikro (*Microwave-Assisted Extraction/MAE*)

Microwave-assisted extraction (MAE) merupakan teknologi inovatif yang memanfaatkan energi gelombang mikro untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi minyak atsiri. Studi komparatif oleh Mahfud et al., (2022) menunjukkan bahwa MAE memiliki keunggulan signifikan dibandingkan hidrodistilasi konvensional dalam hal kecepatan ekstraksi dan efisiensi energi untuk *Cymbopogon citratus*.

Prinsip kerja MAE didasarkan pada pemanasan dielektrik dimana molekul polar dalam sel tanaman (terutama air) berputar cepat mengikuti medan elektromagnetik gelombang mikro, menghasilkan panas dari dalam sel. Pemanasan internal ini menyebabkan penguapan air intraseluler yang meningkatkan tekanan dalam sel hingga akhirnya dinding sel pecah dan melepaskan minyak atsiri. Proses ini jauh lebih efisien dibandingkan pemanasan konvensional yang berlangsung dari luar ke dalam.

Penelitian Mahfud et al., (2022) menunjukkan bahwa MAE dapat mengurangi waktu ekstraksi hingga 75% (dari 3-4 jam menjadi 45-60 menit)

dengan rendemen yang setara atau bahkan lebih tinggi dibandingkan metode konvensional. Komposisi kimia minyak atsiri yang dihasilkan juga menunjukkan kandungan senyawa oksigenat yang lebih tinggi karena minimnya degradasi termal. Dhotre & Sathe, (2024) mengembangkan lebih lanjut teknologi *sparger-based* MAE yang mengkombinasikan gelombang mikro dengan sistem aerasi untuk meningkatkan efisiensi pemisahan minyak atsiri.

Parameter operasi optimal untuk MAE meliputi: daya *microwave* 300-600 Watt, waktu ekstraksi 30-60 menit, rasio air terhadap bahan baku 5:1 hingga 8:1, dan kontrol suhu maksimum 100-120°C untuk mencegah *overheating*. Keunggulan lain dari MAE adalah selektivitas ekstraksi yang lebih baik, konsumsi energi yang lebih rendah (hingga 50% lebih hemat), dan jejak karbon yang lebih kecil.

Keterbatasan MAE meliputi distribusi panas yang tidak merata jika desain reaktor tidak optimal, kemungkinan *hot spot* yang dapat menyebabkan degradasi lokal, dan keterbatasan dalam *scale-up* untuk produksi skala besar. Namun, perkembangan teknologi *microwave* industrial dan sistem kontrol yang lebih baik terus meningkatkan viabilitas metode ini.

3.7. Ekstraksi CO₂ Superkritis (*Supercritical CO₂ Extraction/ScCO₂*)

Ekstraksi dengan CO₂ superkritis (ScCO₂) merupakan teknologi ekstraksi paling maju yang menggunakan CO₂ dalam kondisi di atas titik kritisnya (tekanan >73,8 bar dan suhu >31,1°C) sebagai pelarut. Dalam kondisi superkritis, CO₂ memiliki sifat unik yang menggabungkan daya difusi seperti gas dan daya pelarut seperti cairan, sehingga sangat efektif untuk mengekstraksi senyawa *volatile* dan *semi-volatile*.

Penelitian Lim et al., (2021) menganalisis secara mendalam pengaruh parameter kritis seperti tekanan (100-300 bar) dan suhu (40-60°C) terhadap *yield* dan komposisi kimia minyak atsiri *Cymbopogon citratus*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimal ekstraksi ScCO₂ adalah pada tekanan 200 bar dan suhu 50°C, menghasilkan minyak atsiri dengan kemurnian tinggi dan profil senyawa yang superior.

Keunggulan utama metode ScCO₂ adalah: (1) tidak meninggalkan residu pelarut dalam produk akhir karena CO₂ mudah dipisahkan dengan menurunkan tekanan, (2) proses berlangsung pada suhu relatif rendah sehingga melindungi komponen termolabil, (3) selektivitas tinggi yang dapat dikontrol dengan mengatur tekanan dan suhu, (4) produk yang dihasilkan *food-grade* dan *farmasi-grade*, dan (5) ramah lingkungan karena CO₂ dapat didaur ulang.

Komposisi kimia minyak atsiri sereh hasil ekstraksi ScCO₂ menunjukkan kandungan citral (gabungan geraniol dan neral) yang lebih tinggi (65-75%) dibandingkan metode destilasi uap (45-55%). Hal ini menunjukkan superioritas metode ScCO₂ dalam mempertahankan komponen aktif. Lim et al., (2021) juga menemukan bahwa ekstraksi ScCO₂ dapat mengekstraksi senyawa dengan berat molekul lebih tinggi yang sulit diperoleh melalui destilasi konvensional.

Keterbatasan utama teknologi ScCO₂ adalah investasi capital yang sangat tinggi untuk peralatan bertekanan tinggi, biaya operasional yang mahal, dan kompleksitas operasi yang memerlukan tenaga operator terlatih. Namun, untuk produk bernilai tinggi seperti minyak atsiri untuk industri farmasi dan kosmetik premium, metode ini sangat menguntungkan dalam jangka panjang.

3.7. Perbandingan Komprehensif Teknologi Ekstraksi

Berdasarkan analisis komprehensif, pemilihan teknologi ekstraksi harus disesuaikan dengan tujuan produksi, skala operasi, dan target pasar. Untuk produksi skala UMKM dengan investasi terbatas, steam distillation dengan optimalisasi perlakuan awal tetap menjadi pilihan terbaik. Untuk industri menengah yang mengutamakan efisiensi, MAE atau UAE dapat memberikan keunggulan kompetitif. Sedangkan untuk produk premium dengan target pasar farmasi dan kosmetik *high-end*, investasi dalam teknologi ScCO₂ dapat dijustifikasi.

Tren pengembangan teknologi ekstraksi ke depan mengarah pada: (1) *hybrid methods* yang menggabungkan keunggulan beberapa teknologi, (2) *green extraction* yang meminimalkan penggunaan pelarut berbahaya, (3) *continuous processing* untuk meningkatkan produktivitas, dan (4) *integration* dengan teknologi digital untuk *process control* dan *quality assurance*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan review jurnal-jurnal penelitian tentang ekstraksi sereh menjadi minyak atsiri, dapat disimpulkan bahwa metode destilasi uap merupakan metode yang paling efektif dengan rendemen tinggi dan kualitas minyak atsiri yang memenuhi standar internasional. Kandungan *sitronelal* berkisar 27,87-55,78% dan *geraniol* 11,85-22,77% menunjukkan potensi besar sereh Indonesia sebagai sumber minyak atsiri berkualitas. Metode maserasi dengan pelarut metanol memberikan *yield* 11,64% yang lebih tinggi dibandingkan n-heksana (5,08%), namun memerlukan tahap pemurnian tambahan. Parameter operasi optimal meliputi waktu destilasi 2-4 jam, rasio air terhadap bahan baku 3:1-5:1, dan ukuran partikel 2-3 cm. Inovasi teknologi ekstraksi seperti ultrasonik, *microwave-assisted extraction*, dan *short-path distillation* menunjukkan potensi

peningkatan efisiensi dan kualitas produk. Pengembangan teknologi ekstraksi skala UMKM sangat diperlukan untuk meningkatkan nilai tambah ekonomi tanaman sereh di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Universitas Ahmad Dahlan yang telah menyediakan akses literatur untuk penulisan review ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, P. N., Husin, H., Asnawi, T. M., & Adisalamun. (2018). Extraction of citral oil from lemongrass (*Cymbopogon Citratus*) by steam-water distillation technique. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 345, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/345/1/012022>
- Ariyani, F., Setiawan, L. E., & Soetaredjo, F. E. (2008). Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Tanaman Sereh Dengan Menggunakan Pelarut Metanol, Aseton, Dan N-Heksana. *Widya Teknik*, 7(2), 124–133.
- Bhatnagar, A. (2020). Chemical composition and antioxidant activity of essential oil of *Cymbopogon flexuosus*. *Journal of Applied and Natural Science*, 12(1), 25–29. <https://doi.org/https://doi.org/10.31018/jans.v12i1.2207>
- Desai, M. A., & Parikh, J. (2015). Extraction of Essential Oil from Leaves of Lemongrass Using Microwave Radiation: Optimization, Comparative, Kinetic, and Biological Studies. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 3(3), 421–431. <https://doi.org/10.1021/sc500562a>
- Dhotre, I., & Sathe, V. (2024). Novel approaches for lemon grass essential oil extraction: Ultrasound sonication and sparger-based microwave assisted extraction as a combined technique. *Flavour and Fragrance Journal*, 39(1), 58–68. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ffj.3768>
- Evama, Y., Ibrahim, I., & Sylvia, N. (2021). Ekstraksi Minyak dari Serai Dapur (*Cymbopogon Citratus*) Menggunakan Metode Maserasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(2), 57–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.29103/jtku.v10i2.547>
- Ewansiha, J. U., Garba, S. A., Mawak, J. D., & Oyewole, O. A. (2012). Antimicrobial Activity of *Cymbopogon Citratus* (Lemon Grass) and It's Phytochemical Properties. *Frontiers in Science*, 2(6), 214–220. <https://doi.org/10.5923/j.fs.20120206.14>
- Gupta, A. K., Muhury, R., & Ganjewala, D. (2016). A Study on Antimicrobial Activities of Essential Oils of Different Cultivars of Lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*). *Tabriz University of Medical Sciences*, 22(3), 164–169. <https://doi.org/10.15171/PS.2016.26>
- Hartatie, E. S., Prihartini, I., Widodo, W., & Wahyudi, A. (2020). Short Communication : Detection of bioactive compounds in essential oil from lemongrass cultivated in Ngantang, Malang, East Java, Indonesia. *BIODIVERSITAS*, 21(6), 2822–2826. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210659>
- Idrees, M., Naeem, M., Khan, M. N., Aftab, T., Khan, M. M. A., & Moinuddin. (2012). Alleviation of salt stress in lemongrass by salicylic acid. *Protoplasma*, 249, 709–720. <https://doi.org/10.1007/s00709-011-0314-1>
- Indahyani, N., Natasha, L., Nurmawati, A., & Saputro, E. A. (2024). Optimasi Waktu Distilasi Air dan Rasio Bahan Baku pada Ekstraksi Minyak Atsiri Daun Serai Dapur (*Cymbopogon citratus*). *Jurnal Integrasi Proses*, 13(2), 127–132. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.62870/jip.v13i2.29086>
- Kamona, Z. K., & Alzobaay, A. H. H. (2021). Effect Of Essential Oil Extract from Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) Leaves on Vaiability of Some Pathogenic Bacteria and Sensory Properties of Fish Balls. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 52(2), 268–275.
- Khasanah, L. U., Praseptiangga, D., Purwanto, E., & Ariviani, S. (2024). Bioactive components and bioactivity of essential oils, hydrosol and water steam distillation solvents of lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus*) Bioactive components and bioactivity of essential oils , hydrosol and water steam distillation solvents of. *The 2nd International Conference on Food and Agricultural Sciences* 2023, 1–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1377/1/012059>
- Kurniawan, E., Sari, N., & Sulhatun. (2020). Ekstraksi Sereh Wangi Menjadi Minyak Atsiri. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(1), 43–53.
- Li, L., Li, X., McClements, D. J., Jin, Z., Ji, H., & Qiu, C. (2025). Recent progress in the source, extraction, activity mechanism and encapsulation of bioactive essential oils. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 65(29), 6352–6370. <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2439040>
- Lim, S. F., Hamdan, A., Chua, S. N. D., & Lim, B. H. (2021). Comparison and optimization of conventional and ultrasound-assisted solvent

- extraction for synthetization of lemongrass (*Cymbopogon*)-infused cooking oil. *Food Science & Nutrition*, 9, 2722–2732. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2234>
- Machado, C. A. T., Hodel, K. V. S., Lepikson, H. A., & Machado, B. A. S. (2024). Distillation of essential oils : An innovative technological approach focused on productivity , quality and sustainability. *PLOS ONE*, 19(2), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299502>
- Madeira, P. L. B., Carvalho, L. T., Paschoal, M. A. B., Sousa, E. M. De, Moffa, E. B., Silva, M. A. dos S. da, Tavares, R. de J. R., & Gonçalves, L. M. (2016). In vitro Effects of Lemongrass Extract on *Candida albicans* Biofilms, Human Cells Viability, and Denture Surface. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 6, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2016.00071>
- Mahfud, M., Ma'sum, Z., Bhuana, D. S., Altway, A., & Yuniati, Y. (2022). A Comparison of Essential Oil Extraction From the Leaves of Lemongrass (*Cymbopogon Nardus L.*) Using Two Microwave-Assisted Methods. *Journal of Applied Engineering Science*, 20(3), 881–888. <https://doi.org/10.5937/jaes0-34006>
- Majewska, E., Kozłowska, M., Gruczynska-Sekowska, E., Kowalska, D., & Tarnowska, K. (2019). Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) Essential Oil: Extraction, Composition, Bioactivity and Uses for Food Preservation - a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 69(4), 327–341. <https://doi.org/10.31883/pjfn/113152>
- Mat-Rani, S., Chotprasert, N., Srimaneekarn, N., & Choonharuangdej, S. (2021). Fungicidal Effect of Lemongrass Essential Oil on *Candida albicans* Biofilm Pre-established on Maxillofacial Silicone Specimens. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 11(5), 525–530. <https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD>
- Mukarram, M., Khan, M. M. A., Zehra, A., Petrik, P., & Kurjak, D. (2022). Suffer or Survive : Decoding Salt-Sensitivity of Lemongrass and Its Implication on Essential Oil Productivity. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.903954>
- Mutia, U., Rihayat, T., & Syafruddin. (2024). Perancangan dan Aplikasi Distilasi Minyak Serai Wangi Menggunakan Photovoltaic dengan Sistem Tenaga Hybrid. *Jurnal Teknologi*, 24(2), 141–149. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30811/teknologi.v24i2.5639>
- Nugraha, N., Aviasti, A., Mulyati, D. S., Amaranti, R., Nursagita, C., & Maulana, I. T. (2020). Economics Feasibility Analysis of Fragrant Lemongrass (*Andropogon nardus*) Cultivation and Distillation System. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 409, 92–97.
- Prajapati, M., Shah, M., Ranginwala, A., Agrawal, P., Acharya, D., & Thakkar, S. (2021). Antifungal effects of tulsi, garlic, cinnamon and lemongrass in powder and oil form on *Candida albicans*: An in vitro study. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 25(2), 306–312. <https://doi.org/10.4103/0973-029X.325233>
- Thekkan, S., & Paulsamy, S. (2016). Lemongrass Oil - A Major Source of Income for The Tribals of Wayanad District Kerala. *Kongunadu Research Journal*, 3(2), 67–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.26524/krj147>
- Tongkeles, N. S., Sinaga, R. C., & Malingkas, T. D. (2024). Kualitas Fisiko-Kimia Minyak Atsiri Sereh Wangi (*Cymbopogon winterianus*) Tipe Mahapengiri Berdasarkan Standar Mutu. *Jurnal Bios Logos*, 14(3), 25–32. <https://doi.org/https://doi.org/10.35799/jbl.v14i3.59054>
- Tran, T. H., Nguyen, D. C., Phu, T. N. N., Ho, V. T. T., Vo, D. V. N., Bach, L. G., & Nguyen, T. D. (2019). Research on Lemongrass Oil Extraction Technology (Hydrodistillation, Microwave-Assisted Hydrodistillation). *Indonesian Journal of Chemistry*, 19(4), 1000–1007. <https://doi.org/10.22146/ijc.40883>
- Variyana, Y., Ma'sum, Z., Bhuana, D. S., & Mahfud, M. (2023). Extraction of Java Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) using Microwave-assisted Hydro Distillation in Pilot Scale: Parametric Study and Modelling. *ASEAN Journal of Chemical Engineering*, 23(2), 1–14. <https://doi.org/10.22146/ajche.79220>
- Viktorová, J., Stupák, M., Rehorová, K., Dobiasová, S., Hoang, L., Hajšlová, J., Thanh, T. Van, Tri, L. Van, Tuan, N. Van, & Ruml, T. (2020). Lemon Grass Essential Oil does not Modulate Cancer Cells Multidrug Resistance by Citral—Its Dominant and Strongly Antimicrobial Compound. *Foods*, 9(585), 1–15. <https://doi.org/10.3390/foods9050585>
- Wibowo, D. P., Rustamsyah, A., & Kurniawan, Y. (2016). Karakterisasi dan Aktivitas Repelen Minyak Atsiri Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus L.*), Akar Wangi (*Vetiveria zizanoides L.*), Nilam (*Pogestemon Cablin*), Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Asal Kabupaten Garut Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Betina. *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik*, 13(2), 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.31942/jiffk.v13i2.1702>
- Wibowo, T. S., Ngete, A. F., & Mubarokah, F. A. (2025). Pendampingan Pengolahan Tanaman

Sereh Dapur Menjadi Lemongrass Essential Oil. *Jurnal Pengabdian West Science*, 4(01), 173–185.
<https://doi.org/10.58812/jpws.v4i01.1999>