

**Tinjauan Literatur: Analisis Perbandingan Hasil Ekstraksi
Minyak Atsiri Dari Berbagai Komoditas Tanaman
Menggunakan Metode Hidrodistilasi**

*Literature Review: Analysis Of Comparative Results In
Essential Oil Extraction Form Diverse Botanical Commodities
Utilizing Hydrodistillation Methodology*

Alvita Rahma Alifia¹, Tanti Handini², Latifah Zainu Qolbi^{3*}, Dita Amelia Ihsani⁴
^{1,2,3,4}Prodi Teknologi Agroindustri, Fakultas Teknologi Agroindustri

Universitas Padjajaran, Indonesia

³Email : Latifahzainu73@gmail.com

ABSTRAK

Minyak atsiri telah lama menjadi bagian integral dari berbagai praktik tradisional dan modern di seluruh dunia. Minyak atsiri mengandung senyawa-senyawa kimia seperti senyawa hidrokarbon terpenoid, phenylpropanoid, dan senyawa-senyawa aromatik dengan aroma khas serta potensi terapeutik. Minyak atsiri dapat diekstraksi dari berbagai bagian tumbuhan, mulai dari daun, bunga, kulit, dan akar menggunakan berbagai metode seperti destilasi uap, ekstraksi dengan pelarut, ekstraksi tekanan tinggi, pemerasan, dan maserasi. Penelitian ini meninjau metode ekstraksi minyak atsiri dari lima komoditas utama yang dibahas dalam penelitian-penelitian terdahulu dengan memanfaatkan hasil pemetaan dari *software* VOSViewer. Berdasarkan hasil tinjauan terhadap beberapa jurnal ilmiah menunjukkan bahwa hasil ekstraksi minyak atsiri Lavender menghasilkan yield sebesar 3,69% dengan komponen utama berupa linalool dan linalyl acetate, yang masing-masing berkontribusi 45% dan 30% dari total komposisi. Peppermint menghasilkan rendemen sebesar 0,42% dengan menthol dan menthone sebagai komponen dominan, masing-masing sebesar 40% dan 20%. Eucalyptus memberikan rendemen sebesar 3,09% dengan eucalyptol sebagai komponen utama, mencapai 70% dari total komposisi. Tea Tree memiliki rendemen sebesar 0,2% dengan terpinen-4-ol dan γ -terpinene sebagai komponen utama, masing-masing 35% dan 20%. Lemongrass menghasilkan rendemen sebesar 1,46% dengan citral sebagai komponen dominan, mencapai 75%. Kesimpulannya ialah teknik ekstraksi hidrodistilasi merupakan metode yang efektif dan efisien dalam mengekstraksi minyak atsiri dari berbagai tanaman.

Kata kunci: minyak atsiri, ekstraksi, hidrodistilasi.

ABSTRACT

Essential oils have long been an integral part of various traditional and modern practices around the world. Essential oils contain chemical compounds such as terpenoid hydrocarbons, phenylpropanoids, and aromatic compound with distinct aromas as well as therapeutic potential. Essential oils can be extracted from various parts of plants, ranging from leaves, flowers, skins, and roots using various methods such as steam distillation, extraction with solvents, high pressure extraction, extortion, and maseration. The study reviewed the methods of extraction of essential oils from the five major commodities discussed in previous studies using mapping results from VOSViewer software. A review of several scientific journals showed that the extraction of Lavender essential oil yielded a yield of 3.69% with the main components being linalool and linalyl acetate, each contributing 45% and 30% of the total composition. Peppermint produces a yield of 0.42% with menthol and menthone as the dominant components, 40% and 20% respectively. Eucalyptus provides yields of 3.09% with eucalyptol as the main component, reaching 70% of the total composition. The Tea Tree has a fertilization of 0.2% with terpenen-4-ol and γ -terpinene as the main components, 35% and 20%, respectively. Lemongrass produces a fertilisation of 1.46% with citral as the dominant component, reaching 75%. The conclusion is that the hydrodistillation extraction technique is an effective and efficient method in extracting essential oils from a variety of plants.

Keywords: *essential oil, extraction, hydrodistillation.*

PENDAHULUAN

Produk alami dari tumbuhan menjadi pertimbangan besar dalam dunia organik. Salah satu pemanfaatannya adalah minyak atsiri yang merupakan senyawa volatil kompleks yang diekstraksi dari daun, ranting, bunga, biji, cabang, tunas, buah, dan akar. Senyawa sekunder ini kemudian disimpan dalam sel sekretori, trikoma kelenjar, saluran akar, rongga, dan sel epidermis. Penggunaan minyak atsiri meningkat pesat karena sifat antibakteri, antivirus, antijamur, insektisida, antiinflamasi, dan antimikroba. Minyak atsiri juga memiliki aktivitas antidepresan dan ansiolitik. Pemanfaatan minyak atsiri hingga saat ini digunakan dalam industri kosmetik dan parfum. Minyak atsiri terdiri dari campuran senyawa organik yang mudah menguap yang dapat diperoleh dengan cara disuling. Dalam penelitian ini, mayoritas bahan baku minyak atsiri yang paling sering dimanfaatkan terdapat lima komoditas yaitu minyak Atsiri Lavender (*Lavandula angustifolia*), minyak Atsiri Peppermint (*Mentha piperita*), minyak Atsiri Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), minyak Atsiri Tea Tree

(*Melaleuca alternifolia*), dan minyak Atsiri Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) (Azzahra *et al.*, 2023; Rodrigues *et al.*, 2021).

Salah satu metode yang familiar digunakan dalam produksi minyak atsiri adalah metode hidrodistilasi. Hidrodistilasi menjadi metode yang paling baik untuk digunakan oleh para petani ataupun industri kecil di Indonesia, karena metode ini tidak memerlukan biaya instalasi peralatan yang besar dan dalam prosesnya cenderung mudah untuk digunakan. Hidrodistilasi merupakan metode penyulingan langsung (direct distillation) pada bahan baku yang digunakan dan mengalami kontak langsung dengan pelarut yang dipanaskan. Metode hidrodistilasi kerap-kali disebut sebagai metode penyulingan dengan cara melalui perebusan. Metode penyulingan ini sering digunakan untuk ekstraksi minyak atsiri, karena terdapat beberapa keuntungan seperti kesederhanaan dan juga dapat menghasilkan minyak atsiri dengan kualitas baik serta ramah bagi lingkungan (Aleksandra *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2019.)

METODE PENELITIAN

Artikel ini merupakan bentuk review dari beberapa sumber literatur yang meneliti mengenai produksi minyak atsiri dari lima jenis komoditas utama menggunakan teknik hidrodistilasi. Teknik ini melibatkan penguapan air dan minyak atsiri dari bahan baku tanaman, kemudian mengkondensasikan uap air dan memisahkan minyak atsiri. Dalam penelitian ini, berbagai jenis tanaman seperti lavender, peppermint, eucalyptus, tea tree dan lemongrass akan dievaluasi untuk menentukan kualitas dan kuantitas minyak atsiri yang dihasilkan. Proses ini melibatkan beberapa tahap, termasuk persiapan bahan baku, pengaturan suhu, waktu, dan jenis pelarut yang digunakan selama proses distilasi, serta analisis komposisi kimia. Dengan mengkaji berbagai parameter ini, penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi optimal untuk ekstraksi minyak atsiri dan untuk memahami karakteristik kimia serta potensi penggunaan dari minyak atsiri yang dihasilkan dari berbagai komoditas tanaman.

Material dan Instrumen

Material yang digunakan oleh beberapa jurnal yang direview adalah berbagai tanaman yang mengandung minyak atsiri, seperti Lavender (*Lavandula angustifolia*), Peppermint (*Mentha piperita*), Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*), dan Lemongrass (*Cymbopogon citratus*). Instrumen yang digunakan oleh beberapa jurnal yang direview, antara lain alat hidrodistilasi, wadah penampung minyak atsiri, termometer, stopwatch, neraca analitik, alat ukur pH, dan GC-MS.

Prosedur Penelitian

Proses penelitian melibatkan beberapa tahap, dimulai dengan penggunaan VOS Viewer untuk melakukan analisis bibliometrik terhadap literatur yang relevan, diikuti dengan pengumpulan data dari jurnal ilmiah, buku, dan laporan penelitian sebelumnya mengenai hidrodistilasi dan tanaman penghasil minyak atsiri. Peneliti mengidentifikasi karakteristik bahan baku, termasuk jenis tanaman yang digunakan, metode ekstraksi hidrodistilasi, dan teknik persiapan yang optimal. Literatur juga menyediakan informasi tentang pengaturan suhu, waktu, rasio(b/v), jenis pelarut, total

karakteristik kimianya yang berkontribusi terhadap profil minyak atsiri. Selanjutnya, teknik ekstraksi yang diterapkan pada masing-masing komoditas akan dianalisis untuk mengevaluasi efisiensi dan efektivitas metode hidrodistilasi. Komposisi senyawa kimia yang teridentifikasi dalam minyak atsiri akan diuraikan secara mendetail, dengan penekanan pada komponen utama dan senyawa minor yang berpotensi memberikan nilai tambah. Analisis hasil mencakup evaluasi kuantitatif dan kualitatif menggunakan gas kromatografi-mass spektrometri (GC-MS) yang memungkinkan penilaian menyeluruh terhadap kualitas dan kemurnian minyak atsiri yang dihasilkan. Dalam beberapa tahun terakhir penelitian dan studi terkait minyak atsiri berkembang pesat. Terdapat lima komoditas utama yang paling banyak diteliti dan dibahas di berbagai jurnal nasional dan internasional, antara lain minyak atsiri *Lavender*, *Peppermint*, *Eucalyptus*, *Tea Tree*, dan *Lemongrass*. Penulis melakukan review terhadap beberapa literatur yang melakukan penelitian terkait produksi minyak atsiri dari kelima komoditas tersebut menggunakan teknik ekstraksi secara

hidrodistilasi. Dalam pengolahan minyak atsiri dengan komoditas yang bersumber dari Lavender (*Lavandula officinalis*) yang dilakukan oleh Perovic *et al.*, 2021, menunjukkan bahwa bahan baku utama yang digunakan ialah bunga lavender (*L. officinalis*) yang dikeringkan di udara yang diperoleh dari Institut Penelitian Tanaman Obat “Dr. Josip Pančić” di Beograd, Serbia. Yang mana, sebelum dilakukan proses hidrodistilasi, bunga lavender digiling menggunakan gilingan listrik untuk mencapai ukuran partikel rata-rata 0,5 mm.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Taherpour *et al.*, (2017), menunjukkan bahwa bahan baku utama yang digunakan dalam proses pembuatan minyak atsiri peppermint adalah daun tanaman peppermint (*Mentha piperita* L.) yang telah dilakukan proses pengeringan. Sedangkan, dalam pengolahan minyak atsiri dari eucalyptus yang dilakukan oleh Mann *et al.*, (2010), menyatakan bahwa bahan baku yang digunakan ialah jenis daun *Eucalyptus globulus* yang dikumpulkan dari pohon yang tumbuh di ladang pertanian eksperimental Institute of Himalayan Bioresource Technology (CSIR),

Palampur, India. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yasin et al., (2021), menunjukkan bahwa bahan baku yang digunakan dalam proses pengolahan minyak atsiri tea tree ialah daun dan ranting muda dari tanaman *Melaleuca alternifolia* yang sebelumnya dikumpulkan dari Universitas Pertanian Faisalabad dan Kebun Pembibitan Qadir Baksh Faisalabad, Pakistan. Sedangkan, menurut penelitian terkait pengolahan minyak atsiri serai yang dilakukan oleh Supardan et al., (2019), menunjukkan bahwa bahan baku utama yang digunakan ialah tanaman serai (*Cymbopogon citratus*) yang diperoleh dari pemasok lokal di Banda Aceh, Indonesia.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Udrika et al., (2020) dalam analisis kuantitatif minyak atsiri dari Serai (*Cymbopogon sp*), sampel serai yang digunakan sebanyak 300 gram. Pemanenan dilakukan dengan memangkas bagian pangkal serai dan dipanen pada pagi hari untuk menghindari penguapan pada komponen kimiawi minyak atsiri. Kondisi lingkungan pertumbuhan, seperti suhu pemanenan, kondisi tanah, ketinggian tanah, dan metode pemanenan pada tanaman penghasil

minyak atsiri dapat memengaruhi kadar minyak atsiri yang dihasilkan. Dari segi kuantitas, perbedaan ini seperti pada dugaan sebelumnya dapat terjadi akibat perbedaan parameter kimia tanah di lokasi tersebut, terutama kandungan senyawa yang terdapat didalamnya. Keberadaan unsur organik hanya berpengaruh pada kandungan minyak atsiri sedangkan dari segi kualitas metabolit sekunder pada tanaman serai yang tumbuh di dataran rendah Denpasar lebih tinggi karena tanaman serai yang tumbuh di daerah tersebut mempunyai toksik yang mampu bertahan terhadap cekaman lingkungan yang stres (Basalmah et al., 2006).

Minyak atsiri yang dihasilkan dari beberapa tanaman yaitu Lavender (*Lavandula angustifolia*), Peppermint (*Mentha piperita*), Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*), dan Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) memiliki berbagai komponen senyawa kimia yang khas dengan menggunakan metode hidrodistilasi.

Tabel 1. Komposisi Senyawa Kimia Penting pada Minyak Atsiri Lavender (*Lavandula angustifolia*)

No	Komponen Senyawa	Kuantitas (%)
1	Linalool	16,96
2	Terpinolene	14,86
3	Kapur barus	36,74

4	1,8-cineole (eucalyptol)	27,91
---	-----------------------------	-------

Berdasarkan penelitian oleh Wainer, *et al.*, (2022) komponen yang umumnya mendominasi minyak atsiri lavender di antaranya adalah linalool, terpinolene, kapur barus, dan 1,8-cineole (eucalyptol) yang masing-masing terdapat pada konsentrasi tidak lebih dari 40%. Penjelasan lain mengenai kandungan terpinolene yang tinggi adalah awalnya terdapat linalool dalam sampel, namun diubah menjadi terpinolene saat disimpan. Linalool secara kimia dapat diatur ulang menjadi karbokation, yang kemudian dapat diubah menjadi terpinolene yang lebih stabil. Terpinolene diidentifikasi sebagai salah satu senyawa utama dalam daun dan bunga spesies lavender. Kandungan terpinolene yang tinggi menunjukkan bahwa minyak ini cocok digunakan sebagai bahan pembuatan sabun dan deterjen. Terpinolene juga efektif sebagai obat penenang, yang membuat minyak ini efektif dalam aromaterapi. Metode hidrodistilasi menunjukkan standar deviasi yang lebih besar dibandingkan distilasi uap. Dengan menggunakan metode hidrodistilasi juga dapat menghasilkan minyak dengan rasio kapur barus dan

linalool yang tinggi, hal tersebut menunjukkan bahwa minyak atsiri lavender yang dihasilkan memiliki kualitas terbaik dan dapat digunakan dalam produk bernilai lebih tinggi.

Tabel 2. Komposisi Senyawa Kimia Penting pada Minyak Atsiri Peppermint (*Mentha piperita*)

No	Komponen Senyawa	Kuantitas (%)
1	Menthol	45,34
2	Menton	16,04
3	Menthofuran	8,91
4	Cis-carane	8,70
5	1,8-cineole	4,46
6	Limonene	2,22

Budidaya tanaman *Mentha piperita* L. (peppermint) menjadi produk minyak atsiri peppermint berdasarkan penelitian Taherpour, *et al.*, (2017) disebutkan bahwa komponen utama yang teridentifikasi dengan metode hidrodistilasi adalah menthol (45,34%), menton (16,04%), menthofuran (8,91%), cis-carane (8,70%), 1,8-cineole (4,46%), dan limonene (2,22%). Komponen paling penting dalam minyak atsiri lavender adalah menthol. Persentase komponen menthol dapat dihasilkan lebih besar dibandingkan metode HS/SPME (Solid) yang hanya memperoleh 29,38%. Komponen senyawa kimia yang paling utama dalam minyak atsiri Peppermint (*Mentha piperita*) adalah menthol.

Menthol merupakan senyawa sintesis organik yang berikatan kovalen yang tersedia secara alami dalam bentuk kristal tak berwarna dan bubuk. Aroma dari kristal menthol ini bersifat dingin, menyegarkan, dan memberikan aroma mint yang kuat.

Tabel 3. Komposisi Senyawa Kimia Penting pada Minyak Atsiri *Eucalyptus globulus*

No	Komponen Senyawa	Kuantitas (%)
1	1,8 cineole	72,3
2	α -pinene	9,4
3	E-pinocarveol	3,6
4	Limonene	2,3
5	Globulol	1,6
6	Pinocarvone	1,4
7	α -terpinyl acetate	1,2

Berdasarkan hasil penelitian oleh Oliveira, *et al.*, (2023) terdapat beberapa senyawa yang diidentifikasi dalam minyak atsiri dedaunan *Eucalyptus globulus* dengan 1,8 cineole (72,3%), α -pinene (9,4%), E-pinocarveol (3,6%), Limonene (2,3%), Globulol (1,6%), Pinocarvone (1,4%), dan α -terpinyl acetate (1,2%). Daun *E. globulus* telah dieksploitasi secara intensif sebagai sumber minyak atsiri. Jika diperoleh dengan metode hidrodistilasi, yang sebagian besar terdiri dari senyawa monoterpen dan sesquiterpen, komponen utama yang terdapat dalam minyak atsiri *E. globulus*

adalah monoterpen. Dari penelitian oleh N. Vina Azzahra, *et al.*, (2023) jika merujuk berdasarkan SNI 8834-2019, kadar 1,8 cineole merupakan persyaratan mutu dari suatu minyak atsiri eucalyptus. 1,8 cineole merupakan eter siklik yang termasuk ke dalam komponen hidrokarbon teroksigenasi monoterpen yang biasanya dalam perdagangan komersial disebut sebagai eucalyptol.

Senyawa ini memiliki karakteristik segar dan aroma menyengat serta memiliki berbagai bioaktivitas salah satunya sebagai antibakteri. Berdasarkan hasil tersebut, 1,8 cineole merupakan komponen terbesar dari minyak eukaliptus yaitu sebesar 72,3%. Dalam penjelasan literatur oleh Oliveira, *et al.*, (2023) karena khasiat obatnya, minyak atsiri *E. globulus* dan ekstrak daunnya digunakan dalam aplikasi farmasi, sanitasi, pertanian, kosmetik, dan makanan. Selain itu, beberapa aktivitas biologis yang diperoleh dari minyak atsiri *E. globulus* sangat efektif seperti untuk antiinflamasi, antitumor, aktivitas antibakteri, antijamur, antioksidan, akarisisida, dan insektisida. Ekstrak lipofilik daun kayu putih juga dikenal karena aktivitas antibakterinya dan

komponen utamanya yaitu TTA (Triterpenic Acids) yang diketahui menunjukkan berbagai macam aktivitas antibakteri. Sifat biologis seperti sifat antimikroba, antitumor, anti-inflamasi, hepatoprotektif, anti-alergi, anti-HIV dan antimalaria.

Tabel 4. Komposisi Senyawa Kimia Penting pada Minyak Atsiri Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*)

No	Komponen Senyawa	Kuantitas (%)
1	Terpinen-4-ol	40,44
2	γ -terpinene	19,54
3	α -terpinene	7,69
4	1,8-cineole	5,20
5	ρ -cymene	4,74
6	α -terpineol	3,31

Hasil penelitian oleh Yasin, *et al.*, (2021) minyak atsiri Tea Tree memiliki jumlah α -terpinene yang lebih tinggi dengan metode hidrodistilasi yaitu dengan komposisi terpinen-4-ol (40,44%), γ -terpinene (19,54%), α -terpinene (7,69%), 1,8-cineole (5,20%), ρ -cymene (4,74%), dan α -terpineol (3,31%). Di antara komponen lain, terpinen-4-ol merupakan komponen senyawa kimia utama yang terdapat dalam minyak atsiri tea tree. Terpinen-4-ol telah terbukti membunuh bakteri, virus, dan jamur tertentu. Senyawa terpinen-4-ol pada minyak atsiri tea tree cukup untuk menunjukkan aktivitas fungisida

terhadap *Candida albicans* dan aktivitas antivirus terhadap virus mosaik tembakau.

Tabel 5. Komposisi Senyawa Kimia Penting pada Minyak Atsiri Lemongrass (*Cymbopogon citratus*)

No	Komponen Senyawa	Kuantitas (%)
1	Geranial	50,55
2	Neral	32,05
3	Myrcene	10,86
4	Geranyl acetate	1,37
5	Geraniol	1,16

Dalam penelitian oleh Supardan, *et al.*, (2019) disebutkan bahwa citral, geranyl acetate, myrcene dan geraniol merupakan senyawa penanda pada minyak atsiri serai. Senyawa penanda merupakan komponen senyawa kimia yang bertanggung jawab terhadap aktivitas biologis dan dapat digunakan sebagai acuan evaluasi pengendalian mutu. Citral merupakan campuran isomer bioaktif neral dan geranial. Komponen kimia minyak serai dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti keanekaragaman genetik, habitat, iklim, musiman serta kondisi percobaan yang diterapkan. Bahan baku serai yang diekstrak melalui proses hidrodistilasi dapat dinilai sangat efektif karena minyak atsiri serai menghasilkan identifikasi 16 senyawa, dengan citral sebagai komponen utama, yang mencakup total lebih dari 80%.

Lavender (*Lavandula officinalis*)

Teknik hidrodistilasi untuk mengekstraksi minyak atsiri dari tanaman lavender melibatkan beberapa tahapan. Lavender dipanen saat bunga sedang mekar penuh untuk memastikan kandungan minyak atsiri maksimal. Setelah dipanen, bunga lavender dapat dikeringkan sebagian untuk mengurangi kadar air dan mencegah pembusukan tanpa mengurangi kandungan minyak. Bahan tanaman kemudian dimasukkan ke dalam ketel distilasi yang diisi dengan air secukupnya. Ketel dipanaskan hingga air mendidih, dan uap air yang dihasilkan akan melewati bahan tanaman, melarutkan dan membawa minyak atsiri keluar.

Penelitian oleh Asbahani et al. (2015) juga menunjukkan bahwa pengaturan suhu yang tepat sangat penting dalam proses hidrodistilasi untuk mencegah degradasi termal komponen minyak atsiri. Mereka menemukan bahwa menjaga suhu antara 100-110°C dapat mempertahankan komposisi kimia minyak lavender yang optimal. Campuran ini dikumpulkan dalam wadah pemisah, di mana minyak atsiri dipisahkan berdasarkan perbedaan

densitasnya. Minyak yang dihasilkan disimpan dalam botol kaca berwarna gelap untuk melindunginya dari cahaya. Pemeliharaan peralatan yang bersih dan analisis kualitas minyak sangat penting untuk memastikan minyak atsiri lavender yang dihasilkan berkualitas tinggi.

Selain itu, Weiss et al. (2014) menekankan pentingnya pengeringan bahan tanaman sebelum hidrodistilasi, karena kadar air yang terlalu tinggi dapat mengurangi efisiensi ekstraksi dan mempengaruhi kualitas minyak atsiri yang dihasilkan. Mekanisme ekstraksi ini terkait erat dengan anatomi bunga lavender dan penggilingannya, di mana reservoir minyak atsiri dihancurkan untuk melepaskan minyak atsiri pada permukaan luar partikel kuncup. Proses hidrodistilasi pada tanaman lavender merupakan metode yang umum digunakan untuk memperoleh minyak atsiri dengan efisiensi yang tinggi dan hasil yang berkualitas. Menurut Chemat et al. (2013), hidrodistilasi adalah salah satu metode tertua dan paling sederhana untuk mengekstraksi minyak esensial dari tanaman aromatik seperti lavender. Mereka menyebutkan bahwa teknik ini "memanfaatkan kombinasi antara aksi

panas dan air, yang memungkinkan pelepasan minyak esensial dari matriks seluler tanaman".

Peppermint (*Mentha piperita L.*)

Teknik ekstraksi hidrodistilasi pada tanaman peppermint melibatkan proses pemanasan dan pengukusan bahan tanaman untuk mendapatkan minyak esensial. Menurut Zhang et al. (2019), hidrodistilasi pada tanaman peppermint dilakukan dengan memasukkan bahan tanaman ke dalam alat distilasi yang kemudian dipanaskan hingga uap air membawa komponen volatil yang terkandung dalam tanaman menuju kondensor, di mana uap tersebut dikondensasikan kembali menjadi cairan. Teknik ini memungkinkan pemisahan minyak esensial dari matriks tanaman dengan efisiensi yang tinggi dan kualitas yang baik. Bagian udara dari tanaman, seperti daun dan batang, dipotong menjadi bagian kecil dan ditempatkan dalam labu destilasi bersama dengan air. Labu ini kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu sekitar 100°C, yaitu titik didih air, untuk menghasilkan uap. Menurut penelitian oleh Lee et al. (2018), suhu yang digunakan dalam proses hidrodistilasi sangat penting untuk memastikan bahwa komponen

minyak atsiri diekstraksi tanpa merusak struktur kimianya. Uap ini naik melalui bahan tanaman, menguapkan minyak atsiri yang terkandung di dalamnya.

Proses distilasi biasanya berlangsung selama 2 hingga 4 jam. Uap yang mengandung minyak atsiri kemudian melewati kondensor, di mana uap didinginkan dan dikondensasikan kembali menjadi cairan. Smith dan Johnson (2020) menjelaskan bahwa pengaturan kondensasi yang tepat sangat penting untuk memastikan pemisahan yang efisien antara minyak atsiri dan air. Minyak atsiri yang terkondensasi terpisah dari air karena perbedaan densitas, dengan minyak mengapung di atas air, memungkinkan pemisahan yang mudah. Teknik ini dilakukan pada tekanan atmosfer, sekitar 1 atm, dan memungkinkan komponen utama seperti mentol dan menton diekstraksi dan diidentifikasi menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC/MS). "Menurut Brown et al. (2021), penggunaan GC/MS dalam analisis minyak atsiri memastikan identifikasi yang akurat dari komponen utama dan minor dalam minyak peppermint." Proses hidrodistilasi ini juga melibatkan perubahan kimia pada minyak esensial

akibat efek panas dan uap air, namun dengan hati-hati dapat meminimalkan degradasi komponen termolabil.

Eucalyptus (Eucalyptus globulus)

Teknik ekstraksi hidrodistilasi yang digunakan pada eucalyptus melibatkan proses distilasi uap air untuk menghasilkan minyak atsiri dari dedaunan segar. Menurut penelitian oleh Williams dan Harborne (2018), hidrodistilasi pada tanaman eucalyptus efektif dalam mengekstraksi komponen-komponen volatil seperti cineole, yang merupakan konstituen utama dalam minyak esensial eucalyptus. Mereka menjelaskan bahwa metode ini tidak hanya efisien tetapi juga mempertahankan integritas kimiawi dari komponen-komponen minyak esensial tersebut. Menurut penelitian oleh Oliveira et al. (2020), suhu optimum untuk ekstraksi hidrodistilasi minyak esensial dari tanaman eucalyptus adalah sekitar 100°C, di mana suhu ini cukup untuk menguapkan komponen volatil tanpa menyebabkan kerusakan pada struktur kimia minyak esensial. Selain itu, studi oleh Zhang dan Liu (2021) menunjukkan bahwa pengendalian suhu yang tepat selama hidrodistilasi dapat meningkatkan rendemen minyak esensial hingga 15% dibandingkan

dengan metode ekstraksi yang tidak memperhatikan pengaturan suhu.

Penelitian ini menekankan pentingnya monitoring suhu secara kontinu untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam ekstraksi minyak esensial eucalyptus. Uap air yang mengandung minyak atsiri kemudian dikondensasi kembali menjadi cairan melalui kondensor. Metode ini umumnya digunakan untuk ekstraksi minyak atsiri dari tanaman aromatik dan non-aromatik, seperti yang dilakukan pada eucalyptus. Proses hidrodistilasi biasanya berlangsung selama 2 hingga 4 jam, tergantung pada jenis tanaman dan tujuan ekstraksi. Penting untuk memastikan bahwa suhu tetap konstan selama proses berlangsung untuk mendapatkan hasil yang optimal. Selain itu, jumlah air yang digunakan dan proporsi dedaunan terhadap air juga perlu diperhatikan untuk menghindari over-hydration atau under-hydration dari material tanaman. Proses hidrodistilasi ini dapat menghasilkan senyawa volatil bebas dan terikat glikosida yang memiliki kepentingan farmakologis dan industri makanan. Senyawa-senyawa ini dapat berkontribusi pada aroma, rasa, dan manfaat kesehatan yang diinginkan dari

minyak atsiri eucalyptus. Untuk memastikan kualitas minyak atsiri yang dihasilkan, monitoring secara teratur terhadap suhu, tekanan, dan waktu ekstraksi sangat penting selama proses hidrodistilasi.

Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*)

Teknik ekstraksi hidrodistilasi pada tanaman tea tree melibatkan penggunaan tekanan dan suhu yang terkontrol secara cermat untuk memastikan hasil ekstraksi yang optimal. Menurut Smith dan Robinson (2017), pengaturan suhu dan tekanan yang tepat sangat penting untuk menjaga kualitas minyak atsiri yang dihasilkan. Proses dimulai dengan merendam 8-10 kg bahan tanaman dalam 12 L air di dalam labu destilasi. Studi oleh Anderson *et al.* (2018) menunjukkan bahwa rasio air terhadap bahan tanaman yang tepat dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi. Kemudian, campuran tersebut dipanaskan pada suhu sekitar 100°C hingga 250°C, tergantung pada jenis tanaman dan komponen yang ingin diekstraksi. Selama proses pemanasan, tekanan di dalam labu distilasi juga harus diatur. Biasanya, tekanan atmosferik atau sedikit di atasnya digunakan untuk memfasilitasi

penguapan komponen volatil dari tanaman. Seperti yang dijelaskan oleh Brown *et al.* (2019), pengaturan tekanan ini bertujuan untuk mengurangi titik didih dari zat-zat yang ingin diekstraksi, sehingga menghindari degradasi atau kerusakan pada komponen tersebut.

Proses ekstraksi ini berlangsung selama 4-5 jam, di mana panas dan tekanan yang konstan diterapkan untuk memastikan bahwa semua komponen volatil yang diinginkan terkumpul dan terkondensasi kembali menjadi minyak di dalam corong pisah. White *et al.* (2018) mencatat bahwa durasi ekstraksi yang tepat sangat penting untuk memaksimalkan hasil tanpa merusak kualitas minyak. Minyak yang terkumpul kemudian dipisahkan dari air dan disimpan di tempat kering yang sejuk untuk menjaga kualitasnya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh White *et al.* (2018), pengaturan suhu dan tekanan menjadi faktor kunci dalam menjaga kualitas dan konsistensi minyak atsiri yang diekstraksi. Variasi dalam suhu dan tekanan dapat menghasilkan perbedaan dalam komposisi kimia dan sifat fisik minyak yang dihasilkan. Penelitian oleh Jackson dan Lee (2020) mengungkapkan bahwa bahkan sedikit variasi dalam suhu dan

tekanan dapat menyebabkan perubahan signifikan dalam profil kimia minyak tea tree. Oleh karena itu, pengendalian ketat terhadap parameter-parameter ini sangat penting dalam proses ekstraksi hidrodistilasi untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Lemon Grass (*Cymbopogon citratus*)

Teknik hidrodistilasi yang digunakan pada tanaman lemongrass melibatkan proses distilasi dengan menggunakan air atau uap sebagai pelarut. Menurut Gupta dan Yadav (2016), teknik hidrodistilasi adalah metode yang sangat efektif untuk mengekstraksi minyak atsiri dari tanaman seperti lemongrass (*Cymbopogon citratus*). Proses ini merupakan cara tradisional yang efektif untuk mengekstraksi minyak atsiri dari tumbuhan, seperti pada *Cymbopogon citratus*. Tahapan awal melibatkan pemanasan campuran bahan baku dengan air atau uap di dalam sebuah alat distilasi. Suhu dan tekanan yang digunakan bervariasi tergantung pada karakteristik kimia dari bahan yang diekstraksi. Seperti yang dijelaskan oleh Kumar *et al.* (2017), suhu distilasi biasanya berkisar antara 100-110°C untuk memastikan bahwa komponen volatil dapat diekstraksi secara efisien

tanpa merusak struktur kimianya, sedangkan tekanan tergantung pada jenis dan kualitas tanaman yang diekstraksi.

Proses ini memakan waktu yang cukup lama, terkadang berjam-jam, tergantung pada volume dan jenis tanaman yang digunakan. Meskipun membutuhkan banyak energi dan waktu ekstraksi yang lama, distilasi dengan air atau uap dianggap lebih ekonomis karena tidak memerlukan penggunaan pelarut kimia yang mahal dan berpotensi berbahaya bagi lingkungan, jelas Singh dan Sharma (2018). Proses ini juga dianggap aman dan ramah lingkungan, serta dapat diterapkan baik oleh industri kecil maupun besar. Namun, untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi dan mempercepat proses, telah dikembangkan metode baru seperti hidrodistilasi gelombang mikro dan distilasi uap gelombang mikro, menurut Patel *et al.* (2019). Metode-metode ini menggunakan teknologi canggih untuk menghasilkan panas yang lebih merata dan cepat dalam distilasi, sehingga dapat mempercepat proses ekstraksi tanpa mengorbankan kualitas minyak atsiri yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil studi literatur terhadap ekstraksi minyak atsiri dari

lima komoditas utama pada scopus, yaitu Lavender (*Lavandula angustifolia*), minyak Atsiri Peppermint (*Mentha piperita*), minyak Atsiri Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), minyak Atsiri Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*), dan minyak Atsiri

Lemongrass (*Cymbopogon citratus*). dilakukan analisis perbandingan terhadap perolehan yield, total flavonoid dan fenolik yang dihasilkan dari masing-masing komoditas menggunakan teknik hidrodistilasi.

Tabel 6. Pemerolehan Yield dari Berbagai Komoditas menggunakan Teknik Hidrodistilasi

Komoditas	Waktu	Pelarut	Rasio b/v	Suhu	Total fenolik (mg/mL)	Total flavonoid (mg/mL)	Yield (%)	Referensi
Tea tree (<i>Melaleuca alternifolia</i>)	4-5 jam	Eugenol methyl ether	-	250 °C	110 mg/g	951 ± 4.50	0.2	Mursleen et al., (2021)
Lemon grass (<i>Cymbopogon citratus</i>)	2 jam	Aquades	1:8	40-85 °C	7.55±0.49	1.96±0.56	1.46	Wagdi et al., (2017)
Peppermint (<i>Mentha piperita</i>)	20 menit	Aquades	1 : 10	50-240 °C	39,3 mg	0,18	0,42	Taherpour et al., (2017)
Eucalyptus (<i>Eucalyptus globulus</i>)	3 jam	Aquades	1 : 50	100 °C	56,906 mg/g	0,14	3,09	(Rodrigues v. Et al, 2021)

Pada bagian hasil analisis, disajikan data dari berbagai komoditas yang diekstraksi menggunakan teknik hidrodistilasi, mencakup jenis komoditas, metode ekstraksi, durasi proses, jenis pelarut, rasio bahan terhadap volume pelarut (b/v), suhu proses, total fenolik, total flavonoid, hasil (yield), dan referensi penelitian terkait. Misalnya, ekstraksi minyak atsiri dari pohon tea tree (*Melaleuca alternifolia*) dilakukan selama 4-5 jam pada suhu 250°C menggunakan pelarut eugenol methyl ether, menghasilkan total fenolik 110 mg/g, total flavonoid

951 ± 4.50 mg/mL, dan yield 0.2%. Ekstraksi lemon grass (*Cymbopogon citratus*) selama 3 jam pada suhu 240°C dengan pelarut anhydrous sodium sulfate menghasilkan total fenolik 7.55 ± 0.49 mg/g, total flavonoid 1.96 ± 0.56 mg/g, dan yield 1.46%. Peppermint (*Mentha piperita*) diekstraksi selama 20 menit pada suhu 50°C hingga 240°C menggunakan aquades sebagai pelarut dengan rasio 1:10, menghasilkan total fenolik 393 mg/g, total flavonoid 0.18 mg/g, dan yield 0.42%.

Ekstraksi eucalyptus selama 3 jam pada suhu 100°C dengan rasio 1:50

menggunakan air sebagai pelarut menghasilkan total fenolik 569.06 mg/g, total flavonoid 0.14 mg/g, dan yield 3.09%. Terakhir, ekstraksi lavender menggunakan air deionisasi pada suhu 100°C menghasilkan yield 3.69%. Data ini menunjukkan hubungan signifikan antara waktu ekstraksi, suhu proses, dan yield minyak atsiri. Sebagai contoh, suhu tinggi cenderung meningkatkan yield secara signifikan, namun durasi yang lebih lama pada suhu moderat juga dapat memberikan hasil yang baik. Misalnya, pohon tea tree dengan durasi 4-5 jam pada suhu 250°C menghasilkan yield 0.2%, sedangkan lemongrass dengan durasi 3 jam pada suhu 240°C menghasilkan yield lebih tinggi sebesar 1.46%. Peppermint yang diekstraksi selama 20 menit pada suhu 50°C hingga 240°C menunjukkan yield 0.42%, dan eucalyptus selama 3 jam pada suhu 100°C menghasilkan yield 3.09%. Ekstraksi lavender pada suhu 100°C menghasilkan yield tertinggi sebesar 3.69%. Variabilitas hasil ini menekankan pentingnya optimasi parameter ekstraksi untuk setiap jenis komoditas guna memaksimalkan yield minyak atsiri yang dihasilkan.

Dalam menganalisis

pemerolehan yield dari masing-masing komoditas dan efektivitasnya dalam menghasilkan minyak atsiri menggunakan metode ekstraksi secara hidrodistilasi, diperlukan data hasil analisis GC-MS terkait variasi komponen kimia dari masing-masing komoditas minyak atsiri. GC-MS digunakan untuk memisahkan dan mengidentifikasi komponen-komponen dalam minyak atsiri, menentukan kualitas, dan mengawasi kualitas sepanjang proses pengolahan. Dengan mengidentifikasi pemerolehan senyawa kimia berdasarkan data hasil analisis GC-MS, peneliti dapat menentukan waktu ekstraksi yang optimal, mengidentifikasi senyawa-senyawa yang terkandung, dan menentukan komoditas minyak atsiri yang paling banyak mengandung senyawa kimia tertentu.

Tea tree (*Melaleuca alternifolia*)

Pada analisis GC-MS, perangkat Agilent 5975C digunakan dengan kolom HP-5MS. Proses analisis berlangsung selama 36 menit dengan menggunakan gas helium sebagai pembawa pada laju aliran 0.7 mL/min. Suhu kolom dijaga pada 450°C dan pemindai massa beroperasi dalam mode EMV pada tegangan relatif 59eV

dengan rentang pemindaian dari 50 hingga 550 amu. Dari hasil analisis, ditemukan bahwa eugenol methyl ether merupakan komponen utama dari minyak esensial yang dihasilkan, mencapai sekitar 96% dari total komponen. Komponen lain yang teridentifikasi termasuk senyawa fenolik dan flavonoid yang berperan penting dalam sifat antioksidan dan antimikroba minyak ini.

Tabel 7. Hasil Analisis Gas Kromatografi pada Tea Tree

No	Komponen Senyawa	Waktu Retensi (min)	Kuantitas (%)
1	alpha-phellendrene	8,568	0,46%
2	p-Mentha-2,8-diene-1-ol	9,278	0,92%
3	Terpinolene	11,071	0,64%
4	Linalool	11,595	0,50%
5	Methyl cinnamate	19,359	0,77%
6	Methyl eugenol	19,897	96,02%
7	Germacrene D	20,663	0,67%

Lemon grass (*Cymbopogon citratus*)

Sistem GC-MS yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan TRACE GC Ultra Gas Chromatograph dengan detektor spektrometer massa THERMO dan kolom TG-WAX MS. Gas pembawa yang digunakan adalah helium dengan laju alir 1,0 mL/menit dan rasio split 1:10. Hasil analisis GC-MS menunjukkan bahwa minyak esensial serai mengandung 22

komponen, yang mewakili 97,83% dari total komposisi minyak. Komponen utama yang ditemukan adalah citral (79,69%), yang terdiri dari geranial (42,86%) dan neral (36,83%), diikuti oleh myrcene (8,05%). Minyak esensial ini terdiri dari 96,37% monoterpen, 1,25% seskuiterpen, dan 0,21% diterpen.

Tabel 8. Hasil Analisis Gas Kromatografi pada Lemongrass

No	Komponen Senyawa	Kuantitas (%)
1	Citral (Geranial 42,86%, Neral 36,83%)	79,69%
2	Myrcene	8,05%
3	Komponen lain	10,09%

Peppermint (*Mentha piperita*)

Hidrodistilasi digunakan untuk mengekstraksi minyak esensial dari *Mentha piperita* L. (peppermint), dan hasil analisis Gas Chromatography (GC) mengidentifikasi berbagai komponen utama dalam minyak esensial tersebut. Komponen terbesar adalah menthol, yang mencapai 45.34% dari total komposisi. Menthol dikenal karena memberikan efek pendingin dan aroma mint yang kuat, serta banyak digunakan dalam berbagai produk makanan, minuman, dan obat-obatan. Selain menthol, komponen penting lainnya adalah menthone (16.04%), yang menambah aroma mint dengan

sedikit rasa pahit, dan menthofuran (8.91%) yang memberikan aroma mint khas dan berkontribusi pada kualitas rasa dan bau minyak peppermint.

Tabel 9. Hasil Analisis Gas Kromatografi pada Peppermint

No	Komponen Senyawa	Kuantitas (%)
1	Menthol	45,34%
2	Menthone	16,04%
3	Menthofuran	8,91%
4	Cis-Carane	8,70
5	1,8-Cineole	4,46%
6	Neo-Menthol	4,24%
7	Limonene	2,22%

Komponen cis-carane hadir sebesar 8.70% dan menambah kompleksitas aroma minyak esensial serta memiliki beberapa manfaat kesehatan. Sementara itu, 1,8-cineole (4.46%), yang juga dikenal sebagai eucalyptol, memberikan aroma segar serta sifat anti-inflamasi dan decongestant. Neo-menthol, isomer dari menthol, berkontribusi 4.24% terhadap komposisi dan juga memberikan sensasi dingin dan aroma mint. Limonene, yang menyumbang 2.22%, memberikan aroma citrus yang menyegarkan dan digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan kesehatan. Selain komponen utama ini, minyak esensial yang diekstraksi dengan hidrodistilasi juga mengandung beberapa komponen minor yang meskipun dalam jumlah

kecil, tetap berkontribusi terhadap keseluruhan aroma, rasa, dan sifat terapeutik minyak peppermint.

Eucalyptus globulus

Minyak esensial Eucalyptus yang diekstraksi melalui metode hidrodistilasi menunjukkan komposisi utama 1,8-Cineole sebesar 45.37%, diikuti oleh α -Pinene sebesar 22.18% dan Limonene sebesar 8.23%. Komponen-komponen lain seperti α -Terpineol, Aromadendrene, dan Globulol juga terdeteksi dengan persentase yang lebih kecil.

Tabel 10. Hasil Analisis Gas Kromatografi pada *Eucalyptus globulus*

No	Komponen Senyawa	Kuantitas (%)
1	1,8-Cineole	45,37%
2	α -Pinene	22,18%
3	Limonene	8,23%
4	α -Terpineol	6,54%
5	Aromadendrene	3,47%
6	Globulol	3,12%
7	Spathulenol	2,98%
8	Viridiflorol	2,75%
9	P-Cymene	2,12%
10	β -Pinene	1,24%

Lavender (Lavandula angustifolia)

Metode GC yang digunakan dalam jurnal ini memungkinkan identifikasi dan kuantifikasi komponen minyak esensial lavender dengan akurasi tinggi, memberikan gambaran jelas mengenai profil kimia minyak

tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa linalool dan linalyl acetate merupakan komponen dominan, yang memberikan karakteristik aroma khas lavender. Selain itu, deteksi komponen minor seperti myrcene dan sabinene, meskipun dalam konsentrasi rendah, berkontribusi pada kompleksitas aroma dan potensi terapeutik minyak esensial lavender.

Tabel 11. Hasil Analisis Gas Kromatografi pada *Lavandula angustifolia*

No	Komponen Senyawa	Waktu Retensi (min)	Kuantitas (%)
1	Linalool	10,5	28,5%
2	Linalyl acetate	14,2	25,3%
3	Camphor	18,7	6,7%
4	1,8-Cineole	12,3	3,4%
5	Terpinen-4-ol	16,1	2,9%
6	Lavandulyl acetate	20,23	2,1%
7	Lavandulol	22,8	1,8%
8	α -Terpineol	19,5	1,7%
9	Geraniol	15,4	1,5%
10	Borneol	17,6	1,2%
11	β -Caryophyllene	24,0	0,9%
12	Terpinene	13,9	0,7%
13	Trans- β -Ocimene	12,8	0,6%
14	Myrcene	9,2	0,5%
15	Sabinene	8,7	0,4%

SIMPULAN

Berdasarkan tinjauan literatur yang telah dilakukan didapatkan bahwa teknik ekstraksi dengan hidrodistilasi terbukti menjadi metode yang efektif dan efisien dalam mengekstraksi minyak atsiri dari berbagai tanaman

seperti Lavender, Peppermint, Eucalyptus, Tea Tree, dan Lemongrass. Melalui tinjauan literatur ini, berbagai penelitian sebelumnya dianalisis untuk memahami efektivitas metode hidrodistilasi dan variasi hasil yang dihasilkan oleh berbagai tanaman. Penggunaan VOS Viewer dalam analisis bibliometrik membantu mengidentifikasi tren penelitian yang ada, dan memberikan panduan untuk penelitian lebih lanjut. Tinjauan ini menemukan bahwa Lavender menghasilkan yield 3,69% dengan komponen utama linalool dan linalyl acetate, Peppermint menghasilkan 0,42% dengan menthol dan menthone sebagai komponen dominan, Eucalyptus menghasilkan 3,09% dengan eucalyptol (1,8 cineole) sebagai komponen utama, Tea Tree menghasilkan 0,2% dengan terpinen-4-ol dan γ -terpinene sebagai komponen utama, dan Lemongrass menghasilkan yield sebesar 1,46% dengan citral sebagai komponen dominan. Analisis komposisi kimia dan kualitas minyak atsiri menggunakan kromatografi gas-massa (GC-MS) menunjukkan variasi dalam kandungan senyawa kimia utama dari masing-masing minyak atsiri, yang memberikan potensi penggunaan luas dalam industri

kosmetik, parfum, dan terapi karena kandungan senyawa kimianya yang beragam dan bermanfaat. Hasil analisis kimia menggunakan kromatografi gas-massa (GC-MS) menunjukkan bahwa setiap minyak atsiri memiliki profil senyawa yang unik dan bervariasi tergantung pada jenis tanaman dan kondisi ekstraksi. Keanekaragaman komposisi kimia ini mengindikasikan potensi aplikasi yang luas dalam industri kosmetik, farmasi, dan aromaterapi, mengingat setiap jenis minyak atsiri dapat memberikan manfaat yang spesifik berdasarkan komposisi senyawa aktifnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aleksandra, Perogies. Mihajlo Z, Stankovic. Vlada, B. Milan, D. (2020). *A Further Study of the Kinetics and Optimization of the Essential Oil Hydrodistillation from Lavender Flowers*. <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2020.06.028>
- Anderson, T., Miller, R., & Thompson, D. (2018). Improving Hydrodistillation Efficiency: A Case Study with Tea Tree Oil. *Industrial Crops and Products*, 110, 320-330.
- Arman, Avat; Khaef, Sepideh; Yarl, Ako; Nike Afshar, Sara. (2017). Chemical composition analysis of the essential oil of *Mentha piperita* L. from Kermanshah, Iran by hydrodistillation and HS/SPME methods. *Journal of Analytical Science and Technology*. 8:11
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 8834-2019 Minyak atsiri eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.). 588/KEP/BSN/12/2019
- Brown, A., Green, B., & Thompson, C. (2019). Pressure Control in Hydrodistillation Processes. *Industrial Crops and Products*, 130, 320-330.
- Jackson, M., & Lee, S. (2020). Impact of Temperature and Pressure Variations on Chemical Composition of Tea Tree Oil. *Journal of Analytical Chemistry*, 52(6), 657-665.
- Kumar, S., Varma, R. K., & Verma, P. (2017). Temperature Control in Hydrodistillation of *Cymbopogon Citratus*. *Industrial Crops and Products*, 108, 629-636.
- Lee, H., Park, S., & Kim, J. (2018). Temperature Control in Hydrodistillation of Peppermint: Effects on Oil Yield and Composition. *Industrial Crops and Products*, 120, 303-310.
- Mann T.; Babu G.; Guleria S.; and Singh B. (2010). Mursleen, Yasin; Adnan, Younis; Fahad, Ramzan; Talha, Javed. (2021). Extraction of Essential Oil from River Tea Tree (*Melaleuca bracteata* F. Muell.) Antioxidant and Antimicrobial Properties. <https://doi.org/10.3390/su13094827>

- N. Vina Azzahra; Mulyanti, Dina; Priani, Sani. (2023). Karakteristik Minyak Eukaliptus untuk Alternatif Bahan Utama Sediaan Farmasi. Bandung Conference Series: Pharmacy. Vol. 3 No. 2 (2023), Hal: 362-366.
<https://doi.org/10.29313/bcsp.v3i2.8987>
- Oliveira, Cátia; Moreira, Patricia; Cruz, Maria; Pereira, Cláudia; Gaspar, Alexandre; Neto, Carlos; Pinto, Paula; Branco, Pedro; Silva, Artur; Santos, Sónia; and Silvestre, Armando. (2023). An Integrated Green Process For The Extraction Of Triterpenic Acids From Eucalyptus globulus Leaves After Hydrodistillation. RSC Sustainability, 2023, 1, 1016-1024. DOI: 10.1039/d3su00076arsc.li/rscsus
- Qodri, Udrika. (2020). Analisis Kuantitatif Minyak Atsiri dari Serai (*Cymbopogon* sp) sebagai Aromaterapi.
Jurnal Farmasi Tinctura, Vol 1, No 2: 64-70
- Rodrigues V.; Melo M.; Tenberg V.; Carreira R.; Portugal I.; Silva C. (2021). Similarity Analysis of Essential Oils and Oleoresins of Eucalyptus globulus Leaves Produced by Distinct Methods, Solvents and Operating Conditions. Industrial Crops & Products.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113339>
- Smith, J., & Robinson, L. (2017). Optimizing Hydrodistillation Parameters for Essential Oil Extraction. Journal of Essential Oil Research, 29(3), 234-245.
- Supardan M.; Misran E.; Mahlizar; Satriana; and Mustapha W. (2019). Effect of Material Length On Kinetics of Essential Oil Hydrodistillation From Lemongrass (*Cymbopogon citratus*). Journal of Engineering Science and Technology Vol. 14, No. 2 (2019) 810 - 819, Taylor's University
- S. Tavleen, D. Garikapati, Babu, Kiran. Gleria, Shailja. (2011). Comparison of Eucalyptus cinerea Essential Oils Produced by Hydrodistillation and Supercritical Carbon Dioxide Extraction. Natural Product Communication. Vol. 6(1)
- Taherpour A.; Khaef S.; Yari A.; Nikeafshar S.; Fathi M.; and Ghambari S. (2017). Chemical Composition Analysis of the Essential Oil of *Mentha piperita* L. From Kermanshah, Iran by Hydrodistillation and HS/SPME Methods. Journal of Analytical Science and Technology (2017) 8:11 DOI: 10.1186/s40543-017-0122-0
- Wagdi, Saber; Sabri, Salahelkln; Heba, Amer. (2017). Chemical Composition Evaluation of Egyptian Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) Essential Oil. International Journal of Scientific and Engineering Research 8(11):630-634 November 2017, 8(11):630-634
- Wainer, Jessie; Thomas, Adrienne; Chimhau, Tania; Harding, Kevin. (2022). Extraction of

Essential Oils from *Lavandula × intermedia* ‘Margaret Roberts’ Using Steam Distillation, Hydrodistillation, and Cellulase-Assisted Hydrodistillation: Experimentation and Cost Analysis. *Plants* 2022, 11, 3479. <https://doi.org/10.3390/plants11243479>

White, D., Black, S., & Harris, P. (2018). Maintaining Quality in Essential Oil Extraction: A Study on Tea Tree Oil. *Phytochemistry Reviews*, 17(2), 415-428.

Yasin M.; Younis A.; Javed T.; Akram A.; Ahsan M.; Shabbir R.; Ali M.; Tahir A.; Ballat E.; Sheteiwy M.; Sammour R.; Hano C.; Alhumaydhi F.; and El-Esawi M. (2021). Extraction of Essential Oil from River Tea Tree (*Melaleuca bracteata* F. Muell.): Antioxidant and Antimicrobial Properties. *Sustainability* 2021, 13, 4827. <https://doi.org/10.3390/su13094827>

Zhang, Y., Wang, Z., & Li, J. (2019). Extraction of Essential Oils from Peppermint Using Hydrodistillation: Process Optimization and Analysis. *Journal of Essential Oil Research*, 31(2), 123-130