

EKSTRAKSI LIMBAH KULIT JERUK PAHIT (CITRUS AURANTIUM) DENGAN VARIASI PROSES PERENDAMAN DAN DAYA MICROWAVE MENGGUNAKAN METODE *MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION* (MAE)

EXTRACTION OF BITTER ORANGE PEEL WASTE (CITRUS AURANTIUM) WITH VARIATIONS OF SOAKING PROCESS AND MICROWAVE POWER USING MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION (MAE) METHOD

Ihza Zaki safari*, Muyassaroh,
Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional,
Jl. Raya Karanglo KM 2 Karangploso, Kota Malang, 65145, Indonesia
*Email: Ihzazakisafari05@gmail.com

Abstrak

Minyak atsiri, atau yang dikenal sebagai minyak eteris (Aetheric Oil), merupakan senyawa volatil yang memiliki berbagai manfaat di industri farmasi, kosmetik, dan aromaterapi. Kandungan senyawa aktif dalam minyak atsiri menjadikannya bahan bernilai tinggi yang banyak digunakan dalam berbagai produk kesehatan dan kecantikan. Dalam penelitian ini, kulit jeruk (*Citrus Aurantium*) dipilih sebagai bahan utama untuk diekstraksi menjadi minyak esensial menggunakan metode Microwave Assisted Extraction (MAE). Metode ini dipilih karena mampu meningkatkan efisiensi ekstraksi serta mempertahankan kualitas senyawa aktif dalam minyak atsiri. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh rendemen minyak atsiri yang optimal dengan kualitas terbaik. Variasi daya microwave yang digunakan dalam proses ekstraksi meliputi 100 W, 150 W, 200 W, 280 W, dan 399 W, dengan durasi perendaman selama 3, 4, dan 5 hari. Untuk menilai kualitas minyak atsiri yang diperoleh, dilakukan serangkaian analisis, termasuk uji organoleptik (warna), pengukuran rendemen, indeks bias, densitas, serta analisis komposisi menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum dicapai pada daya microwave 280 W dengan waktu perendaman selama 5 hari. Pada kondisi ini, rendemen minyak atsiri yang diperoleh cukup tinggi, dengan indeks bias sebesar 1,040 dan densitas 1,039. Warna minyak atsiri yang dihasilkan berwarna kuning tua, menandakan kualitas yang baik. Berdasarkan analisis GC-MS, senyawa limonene, yang merupakan komponen utama minyak atsiri jeruk, terdeteksi dalam jumlah signifikan, yaitu 1,30% pada waktu retensi 3,675 menit, 1,80% pada waktu retensi 4,240 menit, dan 0,28% pada waktu retensi 12,750 menit. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa metode MAE merupakan teknik ekstraksi yang efektif dalam menghasilkan minyak atsiri berkualitas tinggi dari kulit jeruk. Dengan pemilihan daya microwave dan durasi perendaman yang optimal, metode ini dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi serta mempertahankan kandungan senyawa aktif dalam minyak atsiri. Penelitian ini memberikan wawasan lebih lanjut dalam pengembangan teknik ekstraksi yang lebih efisien dan berpotensi diaplikasikan dalam skala industri.

Kata Kunci: Jeruk pahit (*citrus aurantium*), *Microwave Assisted Extraction*, limonene. Rendemen. Aetheric Oil.

Abstract

Essential oils, or known as etheric oils, are volatile compounds that have various benefits in the pharmaceutical, cosmetic, and aromatherapy industries. The content of active compounds in essential oils makes them high-value ingredients that are widely used in various health and beauty products. In this study, orange peel (*Citrus Aurantium*) was chosen as the main ingredient to be extracted into essential oils using the Microwave Assisted Extraction (MAE) method. This method was chosen because it can increase extraction efficiency and maintain the quality of active compounds in essential oils. This study aims to obtain optimal essential oil yields with the best quality. The variations in microwave power used in the extraction process include 100 W, 150 W, 200 W, 280 W, and 399 W, with soaking durations of 3, 4, and 5 days. To assess the quality of the essential oil obtained, a series of analyzes were carried out, including organoleptic tests (color), yield measurements, refractive index, density, and composition analysis using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). The results showed that the optimum conditions were achieved at 280 W microwave power with a soaking time of 5 days. Under these conditions, the yield of essential oil obtained was quite high, with a refractive index of 1.040 and a density of 1.039. The color of the essential oil produced was dark yellow, indicating good quality. Based on GC-MS analysis, limonene compounds, which are the main components of orange essential oil, were detected in significant amounts, namely 1.30% at a retention time of 3.675 minutes,

1.80% at a retention time of 4.240 minutes, and 0.28% at a retention time of 12.750 minutes. The results of this study prove that the MAE method is an effective extraction technique in producing high-quality essential oils from orange peel. By selecting the optimal microwave power and soaking duration, this method can increase the extraction efficiency and maintain the content of active compounds in essential oils. This study provides further insight into the development of more efficient extraction techniques that have the potential to be applied on an industrial scale.

Keywords: Bitter orange (*citrus aurantium*), Microwave Assisted Extraction, limonene. Yield. Aetheric Oil

Pendahuluan

Tanaman jeruk pahit (*citrus aurantium*) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang mudah dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Dimana tanaman ini berasal dari daerah tropis dan subtropic, jenis jeruk pahit ini masuk pada golongan tumbuhan kerajaan Plantae dengan Spesies *Cirtus Aurantium* dengan nama Binomial *Cirtus Aurantium* L dan dikenal sebagai buahan yang memiliki kaya akan vitamin C dan rasa segar dan asam^[1].

Dalam buah jeruk pahit (*citrus aurantium*) tersusunan bagian -bagian utama seperti kulit, segmen segmen, dan core. Pada kulit jeruk tersusun atas bagian epidermis, flavedo, kelenjar minyak, dan bagian paling dalam ikatan pembuluh. Pada segemen segmen jeruk terdiri dari dinding segmen, rongga cairan serta biji jeruk. Kemudian pada core jeruk adalah bagian tengah yang terdiri dari ikatan pembuluh dan jaringan parenkim.^[2] Pada kulit jeruk terdapat minyak atsiri yang diperoleh dari hasil pemerasan kulit buah tersebut dari terluar jeruk. Minyak ini berupa cairan yang berwarna kuning muda atau coklat kekuningan^[3], memiliki bau khas aromatis. Komposisi isinya yaitu d-Limonen lebih dari 90%, dan 5% campuran sitral, sitronel dan metil ester dari asam antranilat^[4] Kandungan minyak atsiri pada Jeruk Pahit (*Citrus Aurantium*) dilaporkan komponen volatil utama yang teridentifikasi adalah *hidrokarbon monoterpena* dan *monoterpena teroksigenasi* terutama: *limonene*, *linalool*, *linalil asetat*, *mirsen*, *geranial*, *neral*, *β-pinene*, *γ-terpinene*, *sabinene geranyl asetat* dan *β-kariofilen*^[5]

Kemudian dalam menghasilkan produk minyak atsiri perlu dilakukan proses ekstraksi yang memisahkan satu atau lebih komponen dalam suatu campuran homogen dengan menggunakan pelarut cair, ataupun solvent, sebagai pemisah. Menurut sebuah studi yang telah dilakukan dalam pembuktiannya penelitian kulit jeruk yang diekstraksi memiliki sifat antioksidan dan bersifat fenolik^[6] Dalam pemanfaat minyak atsiri sering di pergunakan pada produk – produk industry kecantikan, Kesehatan dan industry makanan serta minuman^[7]

Tujuan pada ekstraksi adalah memisahkan, mengambil zat atau senyawa tertentu dari suatu bahan mentah menggunakan pelarut atau metode fisik tertentu^[8]. salah satunya ialah *Microwave assisted extraction (MAE)* merupakan metode ekstraksi non konvensional yang digunakan untuk mengekstraksi sebuah bahan.^[9]

Teori

Pada klasifikasi jeruk pahit (*Citrus Aurantium*) adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Citrus Aurantium

Tabel 1. Klasifikasi Pada Jeruk Pahit

Kerajaan	Plantae
Ordo	Sapindales
Genus	Citrus

Spesies	C. x Aurantium
Nama Binomial	Citrus x Aurantium L

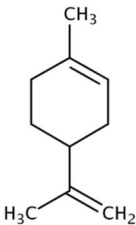
Buah jeruk Pahit (*Citrus Aurantium*) merupakan buah *citrus* yang biasa dikenal dengan rasa segar dan kandungan vitamin C yang tinggi, namun kaya akan antioksidan, serat, dan berbagai nutrisi lainnya^[1]. Pada jenis jeruk pahit atau dikenal (*Cirtus Aurantium*) buah ini biasanya digunakan untuk minyak atsiri, parfum, dan minuman^[1]. Dan jenis jeruk pahit (*Cirtus Aurantium*) ini tersebar di kawasan asia tenggara yang terletak dibagian tenggara benua asia. ^[10]

Dalam pengolahan Industri skala kecil minuman sari jeruk pahit (*Citrus Aurantium*) akan menghasilkan limbah berupa bagian ampas daging, biji dan kulit jeruk. Keberadaan limbah tersebut cukup melimpah di perindustrian local dan hal ini akan menciptakan adanya alternatif mendaur ulang limbah tersebut menjadi sebuah yang bernilai ekonomis Kemudian pada komposisi senyawa yang sedikit berbeda dari minyak atsiri kulit (*Citrus aurantium*) dilaporkan komponen volatil utama yang teridentifikasi adalah *hidrokarbon monoterpena* (51%) dan *monoterpena teroksigenasi* (46%) terutama: *limonene* (49%), *linalool* (32%), *linalil asetat* (12%), *mirsen* (1,2%), *geranial* (1%), *neral* (0,5%), *β-pinene* (0,5%), *γ-terpinene* (0,4%), *sabinene* (0,3%), *geranyl asetat* (0,2%), dan *β-kariofilen* (0,1%)^[5]

Limonene merupakan golongan monoterpena yang terbentuk dari unit senyawa isoprene, serta kaya akan senyawa-senyawa seperti komponen volatil utama yang teridentifikasi seperti *hidrokarbon monoterpena* dan *monoterpena teroksigenasi* terutama: *limonene*, *linalool*, *linalil asetat*, *mirsen*, *geranial*, *neral*, *β-pinene*, *γ-terpinene*, *sabinene*, *geranyl asetat* dan *β-kariofilen*^[5].

Pengaruh senyawa ini memberikan manfaat yang baik bagi kesehatan dan kecantikan, Kulit jeruk (*Citrus Aurantium*) dianggap sebagai produk aman yang umum digunakan dalam berbagai industry dalam industri kosmetik, parfum, produk perawatan tubuh, dan sabun (karena aromanya yang dapat dipasarkan) dan dalam industri makanan, minuman, dan es krim sebagai zat penyedap dan pengasaman^[7]

Pada bentuk limonenen berupa cairan bening sampai kekuningan^[6]. Kemudian pada sktruktur kimia senyawa pada limonene tercantum pada gambar 2. berikut :



Gambar 2. Senyawa Limonene

Tabel 2. Sifat senyawa limonene

Keterangan	
Rumus Molekul	C ¹⁰ H ¹⁶
Berat Jenis	0,842-0,860 (kg/L)
Putaran Optic (25°C)	+88°0’-+99°
Indek Bias (20°C)	1,4723-1,476
Residu Penguapan	3,5-5,5%
Kelarutan	Larut dalam 7 bagian etanol 90%

Titik Didih	173 °C
Rasa	Pahit
Bau	Khas Jeruk
Warna	Orange sampai Kekuningan Tua

Metode Eksperimen pada Pengambilan Minyak Atsiri

Pada proses pengambilan produk minyak atsiri dari kulit jeruk perlu dilakukan proses ekstraksi yang memisahkan satu atau lebih komponen dalam suatu campuran homogen dengan menggunakan pelarut cair, ataupun solvent, sebagai pemisah.^[12] Dalam penelitian ini metode yang digunakan ialah *Microwave assisted extraction (MAE)* merupakan metode ekstraksi non konvensional yang digunakan untuk mengekstraksi senyawa bioaktif dari berbagai tanaman karena mempunyai keuntungan seperti tingkat pengeringan yang lebih tinggi, efisiensi energi lebih tinggi, pelarut yang digunakan lebih sedikit dan waktu ekstraksi cepat.^[12]

Kemudian pada aspek lain dalam pengambilan minyak atsiri secara optimal perlu adanya pelarut dalam kombinasi metode *Microwave assisted extraction (MAE)* dalam penelitian ini pelarut yang digunakan ialah n-heksana. Untuk membedakan antara pelarut dengan zat yang dilarutkan, pelarut biasanya terdapat dalam jumlah yang lebih besar.

Table 3. Sifat n-Heksana

Keterangan	
Rumus Molekul	C ₆ H ₁₄
Berat Jenis	86,18 g/mol
Bentuk Fisik	Cair
Warna	Tidak Berwarna
Bau	Seperti Hidrokarbon
Densitas (25°C)	0,66 g/cm ³
Titik Didih	69°C

n-Heksana dipergunaan sebagai pelarut dalam metode ini, terutama untuk ekstraksi senyawa non-polar seperti minyak atsiri, lipid, dan komponen hidrokarbon lainnya. Kombinasi n-heksana dengan metode *Microwave assisted extraction (MAE)* dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi karena gelombang mikro membantu dalam mempercepat pelepasan senyawa^[11]

Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode dengan jenis *Microwave assisted extraction (MAE)* dengan 2 (dua) perlakuan aspek yaitu pada daya *microwave* (100, 150, 200, 280 dan 399 watt) dan perlakuan pada proses perendaman dengan menggunakan pelarut (n-Heksana) pada variasi waktu selama 3, 4, dan 5 hari dengan sampel kulit jeruk pahit. Pada rangkaian peralatan dan peralatan pendukung lainnya dalam penelitian meliputi antara lain Labu leher dua, Statif, Klem, Pengatur daya, kondensor, Gelas *Erlenmeyer*, *Microwave assisted extraction*, corong pemisah dan gelas ukur.

Pada tahapan penelitian ini melakukan preparasi bahan dasar pada kulit jeruk pahit (*citrus aurantium*) dan peralatan. Pada bagian kulit jeruk pahit dilakukan proses pengangin – angikan selama 3 hingga 4 hari, selanjutnya pemotongan dengan ukuran 1 hingga 2 cm pada kulit jeruk pahit setelah dianginkan. Kemudian pada tahap eksperimen dilakukannya penimbangan kulit jeruk pahit pada ratio 1 : 2 (bahan : Pelarut) selanjutnya merendamkan kulit jeruk pahit dengan n-heksana didalam gelas beaker dan ditutup dengan variasi waktu 3, 4, dan 5 hari. Hasil sampel perendaman dimasukkan pada labu ukur serta melakukan proses ekstraksi pada metode *Microwave Assisted extraction (MAE)* dengan Temperature 87 °C dengan variabel Daya *microwave* 100, 150, 200, 280 , dan 399 watt.

Deskripsi Rangkaian Peralatan



Gambar 3. Rangkaian Peralatan MAE dan Peralatan Pendukung

Hasil Uji Organoleptik

Pada hasil Uji Organoleptik yang merupakan salah satu aspek pada ketentuan warna yang didapatkan dari hasil proses Microwave Assisted extraction (MAE) pada kulit jeruk pahit (*Citrus Aurantium*) dengan perlakuan Perendaman yang bervariasi dan perlakuan daya *Microwave*.

Tabel 3. Data Hasil Uji Organoleptik

Pre-perlakuan Perendaman (Hari)	Pre-perlakuan Daya Microwave (W)	Produk (mL)	Warna
Perendaman Hari - 3	100 W	13	+
Perendaman Hari - 3	150W	15	+
Perendaman Hari - 3	200 W	19	+
Perendaman Hari - 3	280 W	21	+
Perendaman Hari - 3	399 W	27	++
Perendaman Hari - 4	100 W	16	+
Perendaman Hari - 4	150W	22	+
Perendaman Hari - 4	200 W	30	++
Perendaman Hari - 4	280 W	34	++
Perendaman Hari - 4	399 W	34	++
Perendaman Hari- 5	100 W	18	++
Perendaman Hari - 5	150W	24	++
Perendaman Hari -5	200 W	27	++++
Perendaman Hari - 5	280 W	38	++++
Perendaman Hari - 5	399 W	37	++++

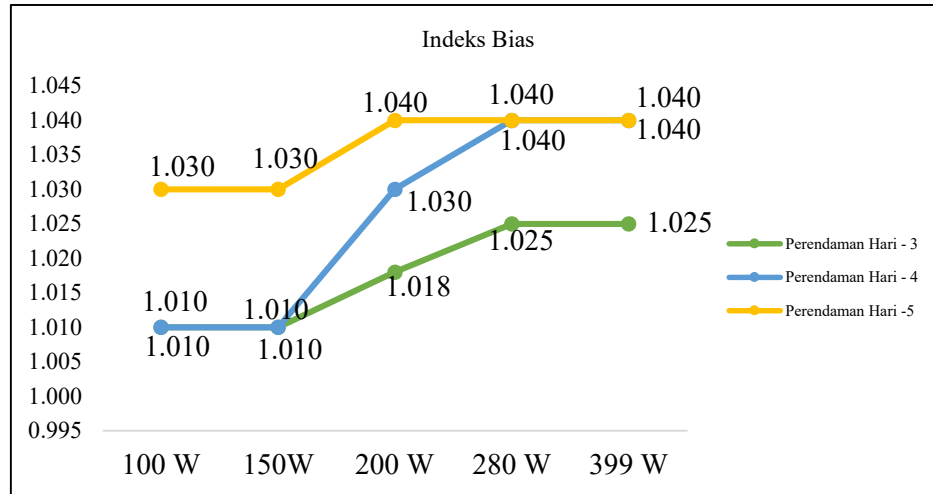
Keterangan Warna :

Kuning Muda	+
Kuning	++
Kuning Tua	++++

Hasil pada Uji organoleptic berdasarkan standar mutu minyak kulit jeruk pahit ISO : 9844:2006 diketahui parameter warna yaitu kuning muda hingga kuning tua. Pada penelitian yang di peroleh di setiap sampel memiliki warna yang berbeda-beda yakni kuning muda hingga kuning tua. Hasil Analisa warna minyak kulit jeruk pahit untuk kondisi optimum yang didapatkan yakni pada daya microwave 200 watt, 280 watt dan 399 watt pada perendaman 5 hari, sehingga masih memenuhi standar mutu ISO. Senyawa yang mempengaruhi warna pada minyak jeruk pahit berasal dari komponen senyawa citral. Adapun hal lain yang mempengaruhi warna yakni pada proses ekstraksi atau lama penyimpanan.^[5]

Indeks Bias

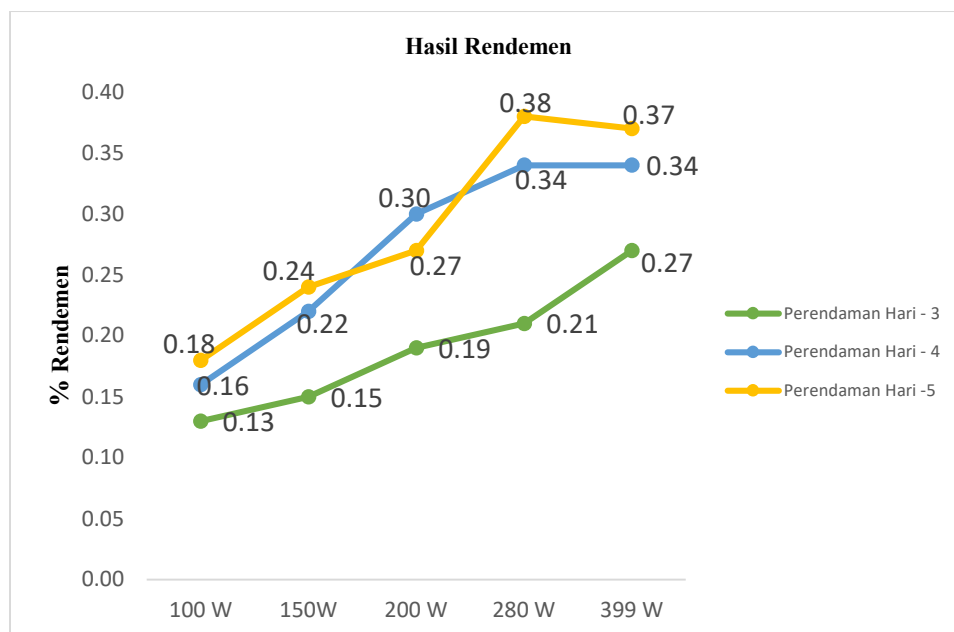
Hasil uji Indeks Bias pada Sampel Minyak kulit jeruk pahit (*Citrus Aurantium*)



Gambar 5. Grafik Hubungan antara variasi daya microwave (watt) terhadap waktu Perendaman

Hasil pada perendaman Hari ke-3 dengan variasi daya microwave tertentu diketahui hasil indeks bias yang didapatkan 1,010 hingga 1,025. Kemudian pada perendaman hari ke-4 hingga hari ke-5 indeks bias mengalami kenaikan dari 1,010 hingga 1,040 dengan perlakuan variasi daya microwave tertentu. Dalam hal ini tidak sesuai dengan sifat limonene pada indeks bias kisaran 1,4723-1,476.^[13] Dalam setiap jenis minyak atsiri memiliki rentang indeks bias yang khas. Jika nilai indeks bias berbeda secara signifikan, maka minyak tersebut kemungkinan telah tercampur dengan zat lain, atau Oksidasi.

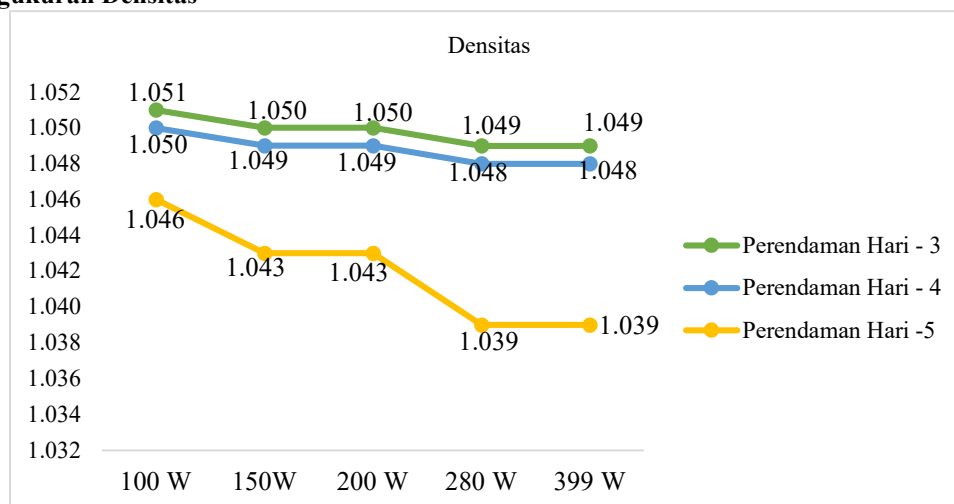
Hasil Rendemen Kulit Jeruk Pahit (*Citrus Aurantium*)



Gambar 6. Grafik kondisi Optimum pada Daya Microwave (watt) terhadap waktu Perendaman

Pada hasil rendemen diperoleh puncak optimum 0,38% pada daya microwave 280 watt dengan waktu perendaman 5 hari. Dengan perlakuan daya microwave dan variasi waktu perendaman menjelaskan pengaruh signifikan pada hasil – hasil setiap perlakuan bervariasi. Kemudian pada pelarut yang digunakan dalam penelitian yakni heksana membantu dalam reaksi organik karena tidak polar dengan kombinasi heksana dan dengan metode *Microwave assisted extraction (MAE)* dapat meningkatkan hasil ekstraksi secara optimum dengan mengurangi proses waktu dan penggunaan energi^[14]

Hasil Pengukuran Densitas



Gambar 7. Grafik pada pengukuran Densitas Minyak Atsiri Kulit Jeruk Pahit

Hasil dari pengukuran densitas diperoleh nilai 1,039 pada perendaman hari ke 5. Hal ini tidak sesuai dengan ketentuan pada MSDS (Material Safety Data Sheet) jeruk pahit (*Citrus aurantium*) pada ketentuan densitas minyak atsiri kisaran 0,842 – 0,860 g/mL. Hal tersebut disebabkan oleh besarnya jumlah komponen fraksi ringan yang terdapat dalam minyak tersebut. Hal ini disebabkan proses hidrodifusi minyak dalam bahan yang kurang merata dan penguapan yang tidak sempurna dapat menyebabkan banyaknya komponen fraksi berat yang tertinggal dalam bahan.^[15] Faktor lain yang mempengaruhi densitas ialah kemurnian pada minyak atsiri yang tercampur dalam pelarut atau tidak murni cenderung memiliki densitas yang berbeda dan indikator lain pada kualitas minyak atsiri yakni teroksidasinya yang menyebabkan pembentukan senyawa baru yang lebih berat, sehingga densitas akan meningkat.

Uji GC-MS

Minyak atsiri jeruk pahit (*Citrus aurantium*) yang dianalisa dengan menggunakan GC-MS dalam mengetahui komponen yang terdapat pada minyak atsiri tersebut, didapatkan 45 komponen volatil yang teridentifikasi terutama kelompok senyawa adalah *Furfural* (25.49%) *2-Furanmethanol* (6.45%) *Limonene* (1.30%) *Hydrogen Isocyanate*, *Hydrogen Azide* (1.14%) *Ethylenimine* (0.30%) *Furancarboxaldehyde* (14.13%) *Acetic acid Hydroxymethylfurfural* (17.49%) dan senyawa lainnya.

Table 4. Komponen Teridentifikasi oleh GC-MS

Komponen Teridentifikasi	Retention Time	Peak Area (%)
Furfural	3.042	25.49
2-Furanmethanol	3.251	6.45
Acetic Acid	3.339	8.67
Limonene	3.675	1.30
Hydrogen Isocyanate, Hydrogen Azide	3.714	1.14
Ethylenimine	3.847	0.30
Ethanone, 1-(2-Furanyl)-2-Furancarboxylic Acid, Cyclobutyl Ester, 1-Butanone, 1-(2-Furanyl)	4.077	0.95
Limonene	4.240	1.80
Ethanediol, Diacetate, Propanoic Acid, 2-Oxo-, Ethyl Ester, Acetic Anhydride	4.543	1.68
Propanoic Acid, Ethenyl Ester, Butanoic	4.892	0.72
Oxalic Acid, Butyl Propyl Ester, Di-Tert-Butyl Peroxide, Butanenitrile, 2-Hydroxy-3-Methyl, Butanone	4.956	1.18
Furancarboxaldehyde	5.036	14.13
Benzene, Propoxy, 2-Chloropropionic Acid, Phenyl Ester, (1-Methylpropoxy), Carbonic Acid, (1,1-Dimethylethoxy)	5.286	1.03
Ethylenimine, Hydrogen Azide	7.022	0.85
1,2-Benzenediol, O-(2-Furoyl)-O'-(Pentafluoropropionyl), 2-Furoic Acid, 4-Nitrophenyl Ester.	7.957	0,36
4-(2-Furamido)Phenyl 2-Furoate, 2H-Pyran-6- Carboxamide, 2-Oxo, 1,2-Benzenediol, O-(2-Furoyl)-O'-(Isobutoxycarbonyl), Diphenyl Ether	8.272	0.87
Di(1,2,5-Oxadiazolo)[3,4-B 3,4-E]Pyrazine, 4,8- Diacetyl, Hydrogen Azide, Ethyl Ester,	9.556	0.36
Benzoic Acid 2-Bromoethyl Ester, 2-Chloroethyl Benzoate, .Beta.-1,5-O-Dibenzoyl-Ribofuranose, 2- Chloroethyl Benzoate	9.918	2.48
3H-1,2,4-Triazol-3-One, 1,2-Dihydro, Tetrahydropyran Z-10-Dodecenoate, Silicon Tetrafluoride, Mefruside	10.769	0,36

Komponen Teridentifikasi	Retention Time	Peak Area (%)
1,2-Benzenediol, Mono(Methylcarbamate), Carbonic Acid, Ethyl 3-(1-Methylethoxy)Phenyl Ester, 1,3- Benzenediol, O-Butoxycarbonyl,	11.041	0.50
Hydroxymethylfurfural	11.865	17.49
Limonene	12.750	0.28
Argon, :Allene, Propyne, Cyclopropene, :3-Butynoic Acid	44.658	1.59

Dari hasil Analisa GC-MS senyawa *limonene* terdeteksi sebesar 1,30% pada waktu retensi 3,675 menit, selanjutnya sebesar 1,80% pada waktu retensi. 4,240 menit dan 0,28 % pada waktu retensi 12,750 menit. Dengan bantuan metode *Microwave assisted extraction (MAE)* akan efektif dalam mengekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk, terutama pada kondisi perlakuan variasi daya dan waktu perendaman yang optimal. Namun pada hal ini menunjukkan perbedaan, pada kandungan *limonene* beberapa studi kisaran 49%. Kemudian beberapa penelitian senyawa *limonene* juga dilaporkan sebagai komponen utama dalam sampel komersial, dengan *limonene* sebagai komponen volatil yang paling melimpah rincian senyawa yang ditemukan dalam kulit *Citrus aurantium Italia* ^[5]

Kesimpulan

Pada penelitian ini dengan menggunakan metode *Microwave assisted extraction (MAE)* pada perlakuan variasi daya microwave dan waktu perendaman. Diperoleh hasil rendemen yang optimum 0,38% pada 280 watt dengan waktu perendaman selama 5 hari, indeks bias minyak atsiri dari jeruk pahit ini di peroleh 1,040 dengan kondisi warna kuning tua, serta pada densitas 1,039. Kemudian pada hasil GC-MS senyawa limonene terdeteksi total sebesar 3.38 % pada waktu retensi yang berbeda-beda. Hasil ini terbukti efektif dalam mengekstraksi minyak atsiri terutama pada perlakuan variasi daya microwave dan waktu perendaman yang optimal.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya tunjukan kepada Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang, dan kepada Dosen – dosen yang telah memberikan kontribusi dalam penelitian. Serta bimbingan selama perjalanan perkuliahan saya serta kepada teman – teman yang selalu mendukung dan mensupport dalam pembelajaran perkuliahan.

Daftar Pustaka

- [1] Steffany Haaz, Kevin R. Fontaine, David B. Allison., Encyelopedia of Dietary Supplements Bitter Orange (Citrus Aurantium) U.S.A 2007.
- [2] Yustinah., Dan Dena Fanandara., Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Sebagai Bahan Tambahan Pada Pembuatan Sabun. Konversi 5 (1) :25-30 2016.
- [3] ISO 9844:2006(en), ISO Publishing, www.iso.org/home.html, Oil of bitter orange (Citrus aurantium L.) diakses pada 15 Februari 2025
- [4] Dewi, F. Uji Efektifitas Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Manis (Citrus sinensis) Sebagai Tabir Surya Secara Spektrofotometer UV-Vis. Skripsi. Fakultas Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar. Makassar., 2011.
- [5] Ben Hsouna A., Gargouri M., Dhifi W., Ben Saad R., Sayahi N., Mnif W., Saibi W. Kapasitas antioksidan dan profil polifenol UPLC–PDA ESI–MS dari ekstrak Citrus aurantium yang diperoleh melalui ekstraksi berbantuan ultrasonik. Environ. Toxicol 2019.
- [6] Salsabila Maharani, Endah Setyaningrum., Literature Review : Pemanfaatan Eco-Enzym Sebagai Senyawa Antibakteri Dari Limbah Kulit Jeruk (Citrus Aurantium.) Terhadap Staphylococcus Aureus., 2022.
- [7] Kementerian Perdagangan RI., *Indonesia Essential Oils : The Scents of Natural Life.*, Jakarta 2011
- [8] Robiah and S. H. A. Permana, “Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Sebagai Bahan Peluruhan Styrofoam,” Distilasi, vol. 3, no. 2, pp. 16–21, 2018.

- [9] Camel, V., Ekstraksi pelarut berbantuan gelombang mikro pada sampel lingkungan. *Trac-Trends Analytical Chemistry*. 2000.
- [10] Ipek suntar, haroon khan, seema patel, rita celano, luca rastrelli., *An Overview on Citrus Aurantium L: Its Functions As Food Ingredient and Therapeutic Agent*. 2018
- [11] Aurelia Salsabila Ananda, Tyo Firmanto, Muyassaroh., *Ekstraksi Maserasi Kulit Jeruk Manis dengan Variasi Perlakuan Bahan dan Konsentrasi Pelarut*. ISSN 2085-4218. 2022.
- [12] F. Z. Salsabila, R. K. Mahdan, G. Prihandini, R. Sudarman, and F. Yulistiani, “Pengaruh Suhu Proses Sokletasi dan Volume Pelarut n-heksana terhadap Yield Minyak Atsiri Jeruk Lemon,” *Fluida*, vol. 15, no. 2, pp. 97–105, 2022.
- [13] ISO 9844:2006(en), ISO Publishing, www.iso.org/home.html, Oil of bitter orange (*Citrus aurantium* L.) diakses pada 15 Februari 2025
- [14] Faizal, M., Noprianto, Prastya., & Amelia, Rezky., *Pengaruh Jenis Pelarut, Massa Biji, dan Jumlah Siklus Terhadap Yield Ekstraksi Minyak Biji Ketapang, Sekolah Tinggi Teknologi Minyak dan Gas Bumi Balikpapan* 2009.
- [15] Aurelia Nabila Fauzi., Muhammad Jiddan Ali Darma., Ir. Muyassaroh, MT., *Steam Distillation of lemon peel oil (Citrus Limon with variation of Temperature and Pretreatment Time)*.,VOL. 04., 2023