

Ekstraksi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Lemon (*Citrus limon* (L.) Burm.f.) dengan *Pretreatment Microwave* dan Distilasi Air-Uap

Extraction of Lemon (Citrus limon (L.) Burm.f.) Peel Essential Oil by Microwave Pretreatment and Water-Steam Distillation

Elvianto Dwi Daryono*, Dwi Ana Anggorowati, Firyaa Putri Verdina, Vina Nur Laily
Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional Malang, Kampus 2: Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang, 65143, Indonesia

*Email: elviantodaryono@lecturer.itn.ac.id

Article history:

Diterima : 12 Juli 2023
Direvisi : 6 Agustus 2023
Disetujui : 23 Agustus 2023
Mulai online : 28 September 2023

E-ISSN: 2337-4888

How to cite:

Elvianto Dwi Daryono, Dwi Ana Anggorowati, Firyaa Putri Verdina, dan Vina Nur Laily. (2023). Ekstraksi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Lemon (*Citrus limon* (L.) Burm.f.) dengan *Pretreatment Microwave* dan Distilasi Air-Uap. Jurnal Teknik Kimia USU, 12(2), 116-123.

ABSTRAK

Kulit buah jeruk lemon merupakan limbah yang mengandung minyak atsiri yang bisa digunakan sebagai penambah aroma pada makanan dan minuman serta sebagai aromaterapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daya dan waktu *pretreatment microwave* pada ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk lemon. Tahapan penelitian diawali dengan *pretreatment microwave*, yaitu kulit jeruk lemon dimasukkan ke dalam *microwave* dengan waktu *pretreatment* 2 menit, 4 menit, 6 menit, 8 menit, dan 10 menit dengan daya *microwave* sebesar 100 W, 200 W, dan 300 W yang dilanjutkan dengan distilasi air-uap 150 g kulit jeruk lemon. Selanjutnya, distilat dimasukkan ke dalam corong pemisah selama ± 12 jam untuk memisahkan minyak atsiri dan air. Lapisan atas yaitu minyak atsiri ditambahkan ± 5 g natrium sulfat (Na_2SO_4) untuk menjerap air. Kondisi terbaik proses ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk lemon adalah pada daya *microwave* 300 W dan waktu *pretreatment* 2 menit yang menghasilkan minyak atsiri kulit jeruk lemon berwarna jernih kekuningan berbau khas lemon dengan rendemen sebesar 4,88%, kadar limonen sebesar 27,501%, dan indeks bias sebesar 1,48.

Kata kunci: kulit jeruk lemon, *pretreatment microwave*, distilasi air-uap, rendemen, limonen

ABSTRACT

Lemon peel is a waste containing essential oils which can be used as an aroma enhancer in food and drinks as well as aromatherapy. This study aims to determine the effect of microwave pretreatment power and time on the extraction of lemon peel essential oil. The research phase began with microwave pretreatment, namely lemon peel was put into the microwave with pretreatment times of 2 minutes, 4 minutes, 6 minutes, 8 minutes, and 10 minutes with microwave power of 100 W, 200 W, and 300 W followed by water-steam distillation 150 g of lemon peel. Furthermore, the distillate is put in a separatory funnel for ± 12 hours to separate the essential oil and water. The top layer is essential oil added ± 5 g of sodium sulfate (Na_2SO_4) to adsorb water. The best conditions for the extraction process of lemon peel essential oil was at 300 W microwave power and 2 minutes of pretreatment which produces clear yellowish lemon peel essential oil with a distinctive lemon smell with a yield of 4.88%, limonene content of 27.501%, and refractive index of 1.48.

Keyword: lemon peel, *microwave pretreatment*, water-steam distillation, yield, limonene



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International.
<https://doi.org/10.32734/jtk.v12i2.12923>

1. Pendahuluan

Limbah organik dalam jumlah besar akan berpengaruh pada lingkungan seperti bau busuk serta menimbulkan pencemaran. Salah satu limbah organik adalah kulit jeruk lemon. Kulit buah jeruk lemon merupakan hasil samping dari perasan jeruk yang hanya dibuang dan dibiarkan begitu saja tanpa mengetahui khasiat yang ada di dalam kulit tersebut. Secara umum, kandungan yang ada di dalam kulit jeruk adalah asam sitrat, asam amino, dan minyak atsiri [1]. Kandungan minyak atsiri pada kulit jeruk lemon adalah limonen ($C_{10}H_{16}$) (94%), *myrcene* (2%), *linalool* (0,5%), *octanal* (0,5%), *decanal* (0,4%), *sitronellal* (0,1%), *neral* (0,1%), dan *geranial* (0,1%) [2]. Minyak atsiri pada kulit jeruk dimanfaatkan pada industri parfum, aroma makanan dan minuman, serta sebagai antioksidan dan anti kanker [3].

Desa Sumberejo Kota Batu adalah sentra penghasil sayur dan buah di Jawa Timur. Salah satu buah yang dihasilkan adalah jeruk lemon yang dibudidayakan untuk dijual dan juga untuk digunakan sendiri. Limbah kulit jeruk lemon di Desa Sumberejo Kota Batu masih belum dimanfaatkan dan hanya dibuang sebagai limbah, sehingga perlu solusi untuk mengatasi masalah tersebut.

Teknologi yang digunakan untuk pengambilan minyak atsiri telah berkembang dari semula penyulingan dengan alat yang sederhana hingga menggunakan bantuan *microwave* untuk mendapatkan *yield* yang lebih baik [3]. Rendemen ekstrak minyak atsiri pada ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk manis dengan metode *steam distillation* sebesar 1,05% dengan kadar limonen sebesar 97,57% pada waktu distilasi 7 jam dan lama pengeringan bahan dengan oven selama 12 jam [3]. Distilasi air-uap kulit jeruk peras selama 6 jam mendapatkan rendemen sebesar 2,18% dan kadar limonen sebesar 56,96% pada rasio 400 g kulit jeruk/1000 mL air dengan sifat fisik minyak atsiri, yaitu densitas sebesar 0,8484 g/mL, warna kekuning-kuningan, aroma khas jeruk, dan tekstur licin [1]. Ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk sunkist dengan pelarut n-heksana 30 mL memperoleh *yield* sebesar 3,07% [4]. Pada ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk dengan pelarut etanol 500 mL, *yield* yang diperoleh sebesar 0,78% serta kadar limonen sebesar 96,79% pada waktu ekstraksi 3 jam, kecepatan pengaduk 500 rpm, dan massa bahan 300 g [5]. Hasil penelitian proses distilasi yang telah dilakukan adalah *yield* yang relatif kecil dengan waktu proses lama, tetapi sifat fisik minyak atsiri sesuai dengan tanaman aslinya. Pada ekstraksi dengan menggunakan *solvent*, *yield* yang diperoleh relatif lebih besar dengan waktu proses lebih singkat, tetapi tidak ada penjelasan sifat fisik minyak atsiri yang dihasilkan.

Ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk juga dilakukan menggunakan bantuan *microwave*. Kondisi optimum yang diperoleh pada hidrodistilasi minyak atsiri kulit jeruk bali dengan *microwave* adalah pada massa bahan 150 g dan daya 600 W dengan sifat fisik minyak atsiri yaitu densitas sebesar 0,81 g/mL, larut pada alkohol 95% dengan rasio 1:6, dan kadar limonen sebesar 93,99% [6]. Hidrodistilasi minyak atsiri kulit jeruk manis dengan *microwave* bertekanan vakum dapat menghasilkan rendemen sebesar 0,22% pada kondisi optimum massa bahan 50 g dan waktu reaksi 8 menit dengan sifat fisik minyak atsiri yaitu densitas sebesar 0,84 g/mL, larut pada alkohol 70%, dan kadar limonen sebesar 96,69% [7]. Ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk manis dengan metode *microwave hydrodiffusion and gravity* (MHG) dapat memperoleh rendemen sebesar 0,293% pada waktu ekstraksi 35 menit, daya 100 W, dan massa bahan 400 g [8]. Pada ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk manis dengan metode *microwave assisted hydrodistillation* (MAHD), rendemen yang diperoleh sebesar 2,9 mL/400 g bahan pada waktu ekstraksi 75 menit, daya 100 W, dan volume air 200 L [9]. Dari hasil-hasil penelitian ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk dengan bantuan *microwave* yang telah dilakukan, rendemen yang diperoleh belum memuaskan jika ditinjau dari waktu reaksi dan daya *microwave*, sehingga perlu diupayakan metode lain yang lebih efisien.

Kombinasi *pretreatment microwave* yang dilanjutkan dengan proses distilasi adalah solusi untuk mengatasi permasalahan di atas. *Pretreatment microwave* akan memecahkan struktur dinding sel tanaman, sehingga minyak atsiri mudah dikeluarkan [7], sedangkan dengan proses distilasi akan diperoleh minyak atsiri sesuai tanaman aslinya. Pada *pretreatment microwave* yang dilanjutkan dengan proses distilasi air-uap minyak atsiri buah pala, *yield* dan densitas yang diperoleh secara berurutan sebesar 0,11% dan 0,844-0,9 g/mL dengan minyak kuning jernih pada waktu *pretreatment* 5 menit, daya 400 W, dan laju alir uap 300 mL/jam [10]. Kelebihan distilasi air-uap dibanding ekstraksi dengan pelarut maupun dengan bantuan *microwave* adalah lebih ekonomis dari segi alat, bahan, dan energi yang digunakan, sehingga bisa diterapkan untuk skala industri kecil. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi terbaik waktu dan daya pada *pretreatment microwave* minyak atsiri kulit jeruk lemon yang dilanjutkan dengan proses distilasi air-uap.

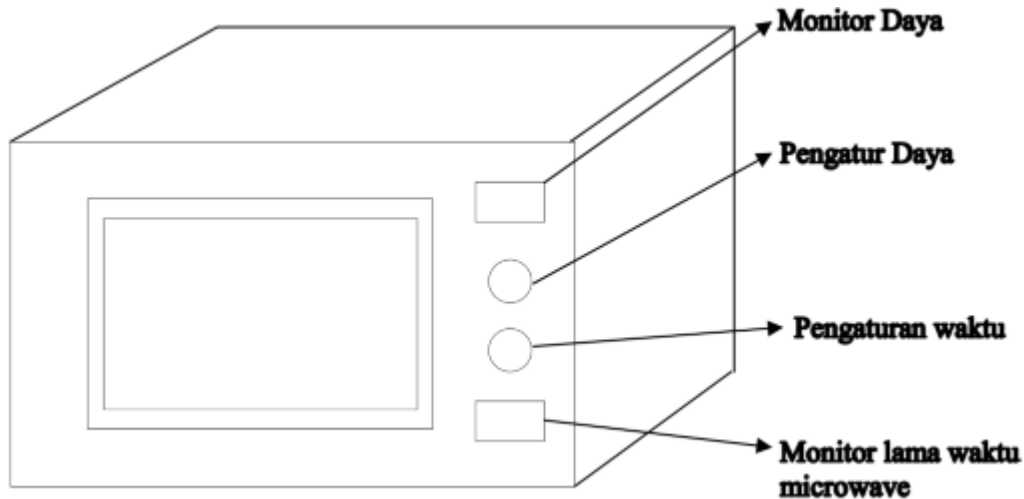
2. Metode

Bahan dan Peralatan

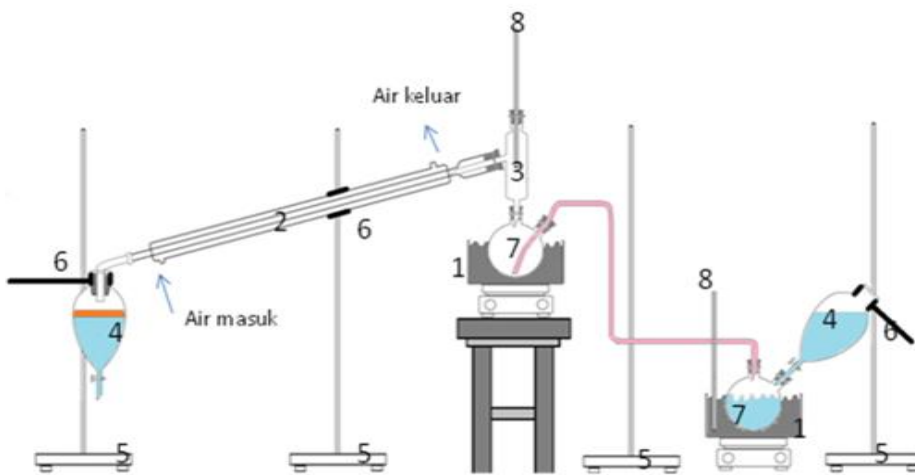
Bahan yang digunakan adalah Kulit Jeruk Lemon California umur 48 hari dari Desa Sumberejo Batu – Jawa Timur, *aquadest* (H_2O), dan natrium sulfat (Na_2SO_4). Peralatan yang digunakan adalah *microwave* merk

Sharp model R-220MA-WH, pisau, labu leher tiga, neraca analitik, *beaker glass*, termometer, kondensor, bak pendingin, *aerator*, *erlenmeyer*, selang, statif, klem, *hot plate*, dan corong pemisah.

Rangkaian dan Deskripsi Alat



Gambar 1. Microwave dengan tombol pengaturnya



Keterangan:

1. Panci berisi minyak sebagai media pemanas
2. Kondensor Liebig
3. Sambungan
4. Corong pemisah
5. Statif
6. Klem-holder
7. Labu leher dua tanpa warna (untuk menempatkan sampel kulit jeruk lemon) dengan warna biru (tempat *aquadest* sebagai penghasil *steam*)
8. Termometer

Gambar 2. Rangkaian alat distilasi air-uap

Pretreatment dengan Microwave

Kulit jeruk lemon segar yang sudah dicuci dan diserut sebanyak 300 g dimasukkan ke dalam *microwave* dengan variabel waktu *pretreatment* 2 menit, 4 menit, 6 menit, 8 menit, dan 10 menit dengan daya *microwave* sebesar 100 W, 200 W, dan 300 W. Kulit jeruk lemon tidak dilakukan penjemuran untuk menghindari minyak atsiri menguap selama pengeringan. Penggunaan daya *microwave* disesuaikan dengan setelan daya pada *microwave* yang digunakan.

Proses Distilasi Air-Uap

Proses pembuatan *steam* dimulai dengan memasukkan *aquadest* ke dalam labu leher dua warna biru (7) dan dididihkan sampai terbentuk uap air. Sebanyak 150 g kulit jeruk lemon dimasukkan ke dalam labu distilasi dan kemudian diisi *aquadest* sebagai media distilasi. *Steam* yang telah terbentuk pada labu leher dua warna biru (7) kemudian dialirkan ke dalam labu distilasi. *Aquadest* panas ditambahkan pada labu distilasi secara terus menerus selama 3 jam ketika jumlah *aquadest* semakin berkurang, sehingga jumlah total *aquadest* yang digunakan 700 mL. Distilat ditampung pada *beaker glass*, kemudian dilakukan proses pemisahan.

Tahap Pemisahan

Distilat dimasukkan ke dalam corong pemisah dan didiamkan selama ± 12 jam untuk memisahkan minyak atsiri dan air. Setelah 12 jam, dua lapisan akan terbentuk, yaitu lapisan atas adalah minyak atsiri dan lapisan bawah adalah air. Lapisan atas dan lapisan bawah kemudian dipisahkan. Lapisan atas berupa minyak atsiri yang mengandung air dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan ± 5 g natrium sulfat (Na_2SO_4) untuk menjerap air. Campuran diaduk hingga Na_2SO_4 menggumpal karena menjerap air. Minyak atsiri bebas air kemudian ditampung dalam botol sampel.

Menghitung Rendemen

Minyak kulit jeruk lemon ditimbang untuk tiap sampel. Rendemen minyak kulit jeruk lemon dihitung dengan persamaan (1).

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Massa minyak atsiri kulit jeruk lemon}}{\text{Massa kulit jeruk lemon (150 g)}} \times 100\% \quad (1)$$

Analisis Ekstrak Minyak Atsiri Kulit Jeruk Lemon

Analisis ini meliputi uji organoleptik berupa warna dan bau, indeks bias, dan *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk melihat kandungan minyak atsiri kulit jeruk lemon. Uji indeks bias dilakukan dengan refraktometer merk Bioeopeak model RFT-P18.

Cara uji organoleptik adalah:

- Uji warna: warna minyak atsiri kulit jeruk lemon dibandingkan dengan warna minyak atsiri lemon murni.
- Uji bau: bau minyak atsiri kulit jeruk lemon yang diperoleh dibandingkan dengan bau kulit jeruk lemon aslinya.

Prosedur uji indeks bias sebagai berikut:

- Refraktometer dibersihkan menggunakan tisu mengarah ke bawah dan kemudian *aquadest* diteteskan pada bagian prisma refraktometer.
- Refraktometer kemudian dibersihkan menggunakan tisu. Setelah itu, bahan yang akan diukur diteteskan pada bagian prisma refraktometer.
- Refraktometer ditutup secara hati-hati dengan mengembalikan pelat ke posisi awal.
- Indeks bias diukur dengan melihat ke dalam ujung refraktometer dan mengarahkan ke sumber cahaya agar nilai dapat terbaca serta mencatat angka yang terlihat pada refraktometer.
- Refraktometer kemudian dibersihkan hingga kering menggunakan tisu atau kain lembut.

Analisis komponen minyak atsiri dilakukan dengan GC-MS Agilent 6890 N, MS Agilent 5973 Inert MSD, *Head Space Sampler 7697 A HSS* yang dilakukan di Unit Layanan Pengujian (ULP) Fakultas Farmasi Universitas Airlangga Surabaya.

3. Hasil

Analisis organoleptik minyak atsiri kulit jeruk lemon yang dilakukan meliputi warna dan bau seperti disajikan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat dilihat hasil uji organoleptik minyak atsiri kulit jeruk lemon. Secara umum, semakin besar daya dan semakin lama waktu *pretreatment*, maka akan dihasilkan warna minyak atsiri yang semakin gelap. Hal ini disebabkan oleh komponen minyak atsiri yang terekstrak semakin banyak, sehingga akan memengaruhi warna dan bau minyak atsiri yang dihasilkan. Semakin banyak komponen minyak atsiri yang terekstrak maka semakin gelap warna minyak atsiri. Warna minyak atsiri kulit jeruk lemon terbaik adalah jernih kekuningan dengan tanda ++++ dan berbau khas lemon yang diperoleh pada daya 100 W dengan waktu *pretreatment* 4 menit serta daya 300 W dengan waktu *pretreatment* 2 menit, 4 menit, dan 8 menit. Hasil terbaik ini sesuai dengan hasil penelitian distilasi air-uap kulit jeruk yang dilakukan oleh Cahyati dkk (2016) [1] yang mendapatkan rendemen 2,18% dan kadar limonen 56,96% pada rasio 400 g kulit jeruk/1000 mL air dengan sifat fisik minyak atsiri yaitu densitas 0,8484 g/mL, warna kekuning-kuningan, aroma khas jeruk, dan tekstur licin.

Hasil analisis indeks bias minyak atsiri kulit jeruk lemon tersaji pada Tabel 2. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa secara umum nilai indeks bias minyak atsiri kulit jeruk lemon akan naik dengan semakin besarnya waktu *pretreatment* dan daya *microwave*. Hal ini disebabkan karena semakin banyak komponen minyak atsiri yang terekstrak maka semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri yang didapatkan. Semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri pada ekstrak kulit jeruk lemon, maka semakin tinggi pula nilai indeks bias minyak atsiri. Nilai indeks bias yang mendekati standar mutu *Essential Oil Association* (EOA) sebesar 1,471 – 1,475 hanya pada

daya 300 W dan waktu *pretreatment* 2 menit yaitu 1,48 [8]. Nilai ini juga mendekati indeks bias minyak kulit jeruk komersial yaitu 1,469 [11].

Gambar 2 menunjukkan bahwa daya *microwave* dan waktu *pretreatment* mempengaruhi rendemen yang diperoleh. Pada daya *microwave* 100 W, kondisi terbaik diperoleh pada waktu *pretreatment* 4 menit dengan rendemen 4,24%, tapi pada waktu *pretreatment* 6 menit hingga 10 menit, rendemen semakin menurun karena komponen minyak atsiri yang terekstrak semakin berkurang. Pada daya *microwave* 200 W, rendemen yang diperoleh semakin meningkat seiring dengan penambahan waktu *pretreatment* karena semakin banyak komponen minyak atsiri yang terekstrak. Kondisi terbaik diperoleh pada waktu *pretreatment* 10 menit dengan rendemen sebesar 3,66%. Pada daya *microwave* 300 W, kondisi terbaik diperoleh pada waktu *pretreatment* 2 menit dengan rendemen sebesar 4,88%. Daya *microwave* yang tinggi dan waktu *pretreatment* yang lama bisa menyebabkan komponen minyak atsiri rusak atau terdekomposisi.

Tabel 1. Hasil pengamatan organoleptik

Daya <i>microwave</i> (W)	Waktu <i>pretreatment</i> (menit)	Warna	Bau
100	2	+	Berbau khas lemon
	4	++++	Berbau khas lemon
	6	++	Berbau khas lemon
	8	+++	Berbau khas lemon
	10	+++++	Berbau khas lemon
200	2	+++	Berbau khas lemon
	4	+++	Berbau khas lemon
	6	++	Berbau khas lemon
	8	+++	Berbau khas lemon
	10	+++++	Berbau khas lemon
300	2	++++	Berbau khas lemon
	4	++++	Berbau khas lemon
	6	+++	Berbau khas lemon
	8	++++	Berbau khas lemon
	10	+++++	Berbau khas lemon

Keterangan:

	+
	++
	+++
	++++
	+++++

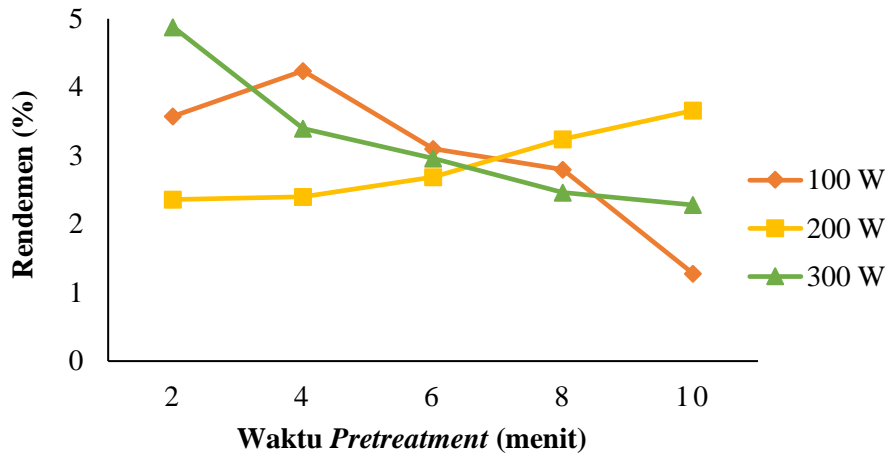
Tabel 2. Nilai indeks bias minyak atsiri kulit jeruk lemon

Waktu <i>pretreatment</i> (menit)	Daya <i>microwave</i> (W)		
	100	200	300
2	1,36	1,4	1,48
4	1,38	1,39	1,39
6	1,36	1,42	1,41
8	1,35	1,42	1,4
10	1,39	1,44	1,38

Rendemen tertinggi yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 4,88% lebih baik dari hasil penelitian Salsabila *et al.*, (2022) [12] yang mendapatkan *yield* sebesar 3,25% pada sokletasi kulit jeruk lemon pada suhu 80 °C dengan pelarut n-heksana 320 mL selama 210 menit. Hasil penelitian ini juga lebih baik dibandingkan hasil penelitian Rahmawati (2021) [13] yang mendapatkan *yield* sebesar 2,51% pada ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk lemon dengan metode *soxhlet*.

Analisis GC-MS hanya dilakukan pada perlakuan terbaik pada setiap daya *microwave* dan waktu *pretreatment*. Tabel 3 menunjukkan lima komponen utama penyusun minyak atsiri kulit jeruk lemon dengan komponen terbesar adalah limonen, sehingga hasil ini sesuai dengan semua hasil penelitian yang telah dilakukan. Pada hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, kondisi terbaik proses ekstraksi minyak

atsiri kulit jeruk lemon adalah pada daya *microwave* 300 W dan waktu *pretreatment* 2 menit. Pada kondisi terbaik ini, minyak atsiri kulit jeruk lemon yang dihasilkan berwarna jernih kekuningan berbau khas lemon rendemen sebesar 4,88%, kadar limonen sebesar 27,501% dan indeks bias sebesar 1,48.

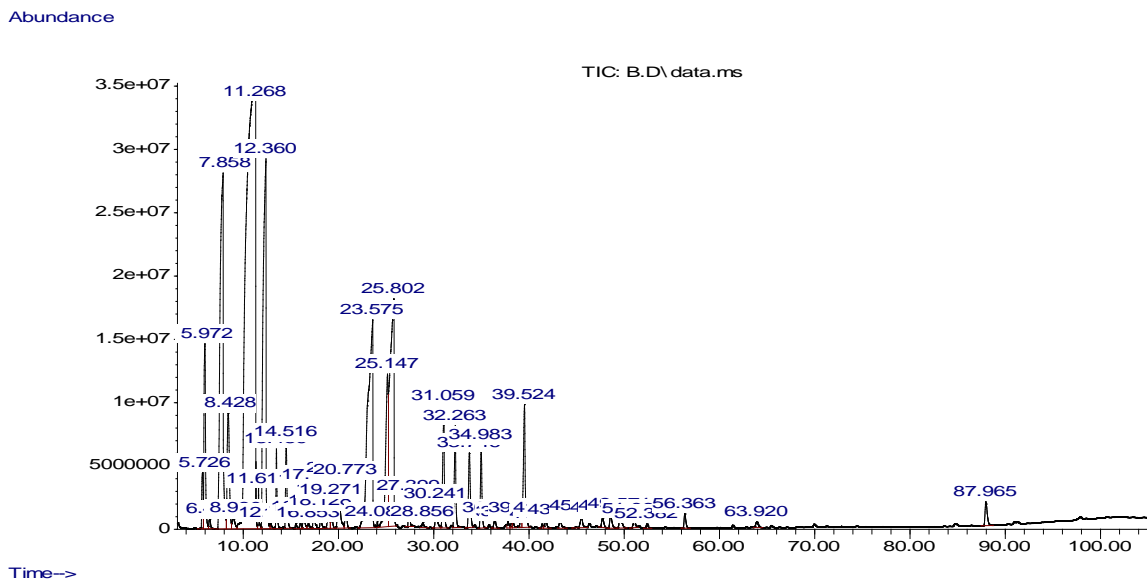


Gambar 2. Hubungan waktu *pretreatment* terhadap rendemen dengan variasi daya *microwave*

Tabel 3. Komponen minyak atsiri kulit jeruk lemon hasil analisis GC-MS

Daya <i>microwave</i> (W)	Waktu <i>pretreatment</i> (menit)	Komponen (% volume)				
		limonen	α -pinene	β -pinene	β -myrcene	Υ -terpinene
100	4	32,754	8,477	9,375	2,287	8,492
200	10	36,427	-	10,109	2,301	9,418
300	2	27,501	0,903	8,188	2,437	0,132

Konsentrasi limonen terbesar yaitu 36,427% yang diperoleh pada daya *microwave* 200 W dan waktu *pretreatment* 10 menit. Hasil ini lebih kecil dibandingkan hasil penelitian Salsabila dkk (2022) [12] yang mendapatkan kadar limonen sebesar 41,06% pada sokletasi kulit jeruk lemon pada suhu 80 °C dengan pelarut n-heksana 320 mL selama 210 menit. Hasil ini juga lebih kecil dibandingkan hasil penelitian Amirulloh (2020) [14] yang mendapatkan kadar D-limonen sebesar 79,38% pada ekstraksi kohobasi minyak atsiri kulit jeruk lemon. Hal ini terjadi karena daya *microwave* yang tinggi dan waktu *pretreatment* yang lama dapat merusak komponen limonen, sehingga kadar limonen yang diperoleh sedikit. Gambar 3 menunjukkan kromatogram kandungan minyak atsiri kulit jeruk lemon pada daya *microwave* 300 W dan waktu *pretreatment* 2 menit yang merupakan kondisi terbaik pada penelitian ini.



Gambar 3. Kromatogram kandungan minyak atsiri lemon pada daya 300 W dan waktu *pretreatment* 2 menit

Gambar 3 merupakan kromatogram hasil analisis kandungan minyak atsiri kulit jeruk lemon pada daya *microwave* 300 W dan waktu *pretreatment* 2 menit menggunakan *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS). Kromatogram pada Gambar 3 menunjukkan bahwa komponen minyak atsiri kulit jeruk lemon terbesar yaitu D-limonen muncul pada *retention time* 11,268 menit dengan konsentrasi 27,501%. Komponen terbesar kedua adalah β -pinene muncul pada *retention time* 7,858 menit dengan konsentrasi 8,188%.

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan perhitungan dapat disimpulkan bahwa daya *microwave* dan waktu *pretreatment* pada *microwave* sangat mempengaruhi sifat fisik, yaitu warna, bau, dan indeks bias. Variabel penelitian juga mempengaruhi rendemen yang diperoleh serta konsentrasi limonen pada minyak atsiri kulit jeruk lemon. Kondisi terbaik proses ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk lemon diperoleh pada daya *microwave* 300 W dan waktu *pretreatment* 2 menit yang menghasilkan minyak atsiri kulit jeruk lemon berwarna jernih kekuningan berbau khas lemon dengan rendemen sebesar 4,88%, kadar limonen sebesar 27,501%, dan indeks bias sebesar 1,48. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menambahkan variabel suhu ekstraksi yang berhubungan dengan daya *microwave* karena suhu ekstraksi yang terlalu tinggi akan merusak komponen minyak atsiri. Selain itu, waktu ekstraksi dibawah 2 menit perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap hasil ekstraksi. Walaupun hasil penelitian ini masih belum sempurna, diharapkan bisa diaplikasikan untuk skala industri kecil, yaitu dengan memanfaatkan limbah kulit jeruk lemon menjadi minyak atsiri lemon.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada LPPM Institut Teknologi Nasional Malang yang telah mendukung penelitian ini sehingga bisa berjalan dengan baik dan lancar.

6. Konflik Kepentingan

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan (*conflict of interest*) pada publikasi artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] S. Cahyati, Y. Kurniasih, and Y. Khery, "Efisiensi isolasi minyak atsiri dari kulit jeruk dengan metode distilasi air-uap ditinjau dari perbandingan bahan baku dan pelarut yang digunakan," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia "Hydrogen"*, vol. 4, no. 2, pp. 103-110, 2016.
- [2] S. Mujdalipah, S. L. Brilianty, L. Yosita, and Mardiani, "Pengaruh konsentrasi pelarut pada proses ekstraksi minyak atsiri dan jenis kulit jeruk lemon lokal (*Citrus limon* (L.) Burm.f.) terhadap rendemen minyak atsiri dan karakteristik sensori sabun cair," *EDUFORTECH*, vol. 5, no. 1, pp. 15-26, 2020.
- [3] A. F. Muhtadin, R. Wijaya, P. Prihatini, and Mahfud, "Pengambilan minyak atsiri dari kulit jeruk segar dan kering dengan menggunakan metode steam distillation," *Jurnal Teknik POMITS*, vol. 2, no. 1, pp. 98-101, 2013.
- [4] S. H. A. Permana and Robiah, "Ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk sebagai bahan peluruhan styrofoam," *Distilasi*, vol. 3, no. 2, pp. 16-21, 2018.
- [5] Yustinah and D. Fanandara, "Ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk sebagai bahan tambahan pada pembuatan sabun," *Konversi*, vol. 5, no. 1, pp. 25-30, 2016.
- [6] Megawati and F. Murniyawati, "Microwave assisted hydrodistillation untuk ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk bali sebagai lilin aromaterapi," *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, vol. 4, no. 1, pp. 14-20, 2015.
- [7] Megawati and R. D. Kurniawan, "Ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis*) dengan metode vacuum microwave assisted hydrodistillation," *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, vol. 4, no. 2, pp. 61-67, 2015.
- [8] A. Chandra and F. Kartika, "Teknologi ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk menggunakan metode microwave hydrodiffusion and gravity," in *Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri (SENIATI)*, 2017, vol. 3, no. 2.
- [9] D. A. Deta, Juhari, and A. C. K. Fitri, "Perbandingan metode microwave assisted distillation (MAD) dan microwave assisted hydro distillation (MAHD) terhadap jumlah yield dan mutu minyak atsiri dari kulit jeruk manis (*Citrus aurantium*)," *EUREKA: Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, vol. 3, no. 1, pp. 1-11, 2019.

- [10] Taharuddin, M. Yusuf, and K. F. Dewi, "Pengaruh penggunaan microwave sebagai pretreatment daging buah pala pada penyulingan minyak atsiri dengan metode distilasi uap air," *Journal of Chemical Process Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 60-75, 2020.
- [11] A. Kurniawan, C. Kurniawan, N. Indraswati, and Mudjijati, "Ekstraksi minyak kulit jeruk dengan metode distilasi, pengepresan dan leaching," *Widya Teknik*, vol. 7, no. 1, pp. 15-24, 2008.
- [12] F. Z. Salsabila, R. K. Mahdan, G. Prihandidi, 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] A. Rahmawati, "Ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk lemon metode soxhlet yang berpotensi sebagai antibakteri", Skripsi, Institut Teknologi Indonesia, Jakarta, 2021.
- [14] M. I. Amirulloh, "Minyak atsiri kulit jeruk lemon (*Citrus limon*) dengan ekstraksi kohobasi sebagai pengawet pangan alami dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*", Skripsi, Universitas Djuanda, Bogor, 2020.