

**PENGARUH *PRETREATMENT* BAHAN PADA EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI  
DAUN SERAI WANGI DENGAN METODE *SOLVENT-FREE MICROWAVE  
EXTRACTION*: STUDI KARAKTERISTIK FISIK**

**THE EFFECT OF INGREDIENTS *PRETREATMENT* ON ESSENTIAL OIL  
EXTRACTION FROM LEAVES OF *CINTRONELLA* WITH *SOLVENT-FREE  
MICROWAVE EXTRACTION METHOD*: STUDY OF PHYSICAL  
CHARACTERISTICS**

**Ditta Kharisma Yolanda Putri, Safira Nur Oktavia, Boy Arief Fachri**  
Department of Chemical Engineering, Universitas Jember, Indonesia 68121

Corresponding author's email: [dittakharisma@unej.ac.id](mailto:dittakharisma@unej.ac.id)

**ABSTRACT**

*The objective of this study was to determine the effect of material pretreatment on the extraction process using the solvent-free microwave extraction method with the pretreatment of the material being air-dried for 48 hours at room temperature of 25-28°C. Other pretreatment was done by cutting the size of the material, namely 1 cm, 3 cm, and 5 cm. This research was conducted using a microwave with a power of 300 watts, 450 watts, and 600 watts. The extraction times used were 30 minutes, 60 minutes, and 90 minutes. Physical characteristics were tested by observing color, specific gravity, and solubility in 80% ethanol. The results obtained in this study by pretreatment of materials with the drying method in the wind - aerated have a significant effect on the yield of essential oils produced, the highest yield obtained is 2.106% compared to fresh ingredients with the same operating conditions fresh ingredients produce only produces the highest yield of 1.406%. The results of the physical characteristics test of color, specific gravity, and solubility in 80% ethanol on both materials have met the standard of SNI 06-3953-1995, but there is no significant difference. The optimal operating conditions in this study were when the power was 450 watts with a material size of 3 cm, and an operating time of 90 minutes for materials that were pretreated using the wind-air method or with fresh ingredients.*

**Keywords:** *Solvent-free microwave extraction, pretreatment, physical characteristics.*

**ABSTRAK**

*Tujuan penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengetahui pengaruh pretreatment bahan pada proses ekstraksi menggunakan metode solvent-free microwave extraction dengan pretreatment bahan di keringkan dengan di angin - anginakan selama 48 jam pada suhu ruang 25 - 28°C. Pretreatment lainnya dilakukan dengan pemotongan ukuran bahan yaitu 1 cm, 3 cm, dan 5 cm. Penelitian dilakukan menggunakan microwave dengan daya 300 watt, 450 watt, dan 600 watt. Waktu ekstraksi yang digunakan yaitu 30, 60, dan 90 menit. Pengujian karakteristik fisik dilakukan dengan pengamatan warna, perhitungan berat jenis, dan kelarutan minyak atsiri dalam etanol 80%. Hasil yang di peroleh dari penelitian ini dengan pretreatment bahan dengan metode pengeringan di angin - anginakan memiliki pengaruh signifikan terhadap yield minyak atsiri serai wangi yang di hasilkan, yield tertinggi yang di dapatkan yaitu 2,106% dibandingkan dengan bahan segar dengan kondisi operasi yang sama bahan segar menghasilkan hanya menghasilkan yield tertinggi 1,406%. Hasil uji karakteristik fisik warna, berat jenis, dan kelarutan dalam etanol 80% pada kedua bahan telah memenuhi standart SNI 06-3953-1995, akan tetapi tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Kondisi operasi optimal pada penelitian ini yaitu saat daya 450 watt dengan ukuran bahan 3 cm, dan waktu operasi 90 menit untuk bahan yang di pretreatment menggunakan metode di angin - anginakan maupun dengan bahan segar.*

**Keywords:** *Solvent-free microwave extraction, pretreatment, karakteristik fisik.*

## PENDAHULUAN

Serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.) adalah tanaman herbal yang banyak dibutuhkan. Serai wangi tercatat sebagai tanaman yang mempunyai kelebihan di bidang kesehatan sebagai obat anti jamur, anti bakteri, anti inflamasi, dan detoksifikasi [1]. Kandungan bioaktif serai wangi memiliki kemanjuran untuk mengobati perut kembung, nyeri otot, kudis, dan keringat berlebih. Tanaman ini menghasilkan minyak atsiri yang digunakan di industri farmasi, wewangian dan industri makanan [2]. Kandungan aromatik utama yang dimiliki serai wangi yaitu sitronelal, geraniol, sitronelol, limonene [3]. [1] Pertumbuhan permintaan ekspor minyak serai wangi mencapai 9 – 10 persen sehingga membutuhkan teknologi maju untuk menghasilkan minyak yang lebih banyak sesuai standart yang ditentukan.

Metode ekstraksi adalah cara untuk pengambilan minyak atsiri, metode ekstraksi konvensional seperti destilasi memiliki beberapa keuntungan dan kerugian yaitu biaya operasi murah namun memerlukan waktu ekstraksi yang lama [4]. Oleh karena itu, diperlukan teknologi ekstraksi yang berfokus pada pengembangan teknologi *green chemistry* [5]. *Solvent-free microwave extraction* adalah teknologi berkelanjutan utama untuk teknologi *green chemistry* [6]. Teknologi ini telah berkembang pesat sebagai salah satu teknik pengambilan ekstrak yang dapat memisahkan minyak atsiri secara langsung [5]. Keunggulan metode ekstraksi ini adalah perlakuan tanpa pelarut, waktu yang diperlukan relatif singkat, reproduksibilitas tinggi, konsumsi energi sedikit, dan kemurnian produk tinggi [7].

Yield minyak yang tinggi diperoleh melalui proses pretreatment sebelum ekstraksi bahan baku serai wangi yang berkualitas tinggi [8]. *Pretreatment* bahan adalah faktor yang akan mempengaruhi hasil ekstraksi minyak atsiri. Kadar air bahan yang rendah akan meningkatkan umur simpan bahan [9]. Metode pengeringan berpengaruh nyata terhadap *yield*, kandungan minyak dan komposisi aromatik pada tumbuhan karena proses pengeringan mengakibatkan kadar air akan menurun secara signifikan [10]. Minyak atsiri di dalam tanaman terdapat di jaringan tanaman yang terlindungi air sehingga jika kadar air terlalu tinggi maka minyak mengalami kesulitan untuk terekstrak [11]. Tujuan penelitian ini yaitu melakukan *pretreatment* bahan dengan diangin – anginkan untuk menghilangkan kandungan kadar air dalam bahan sehingga, *yield* minyak atsiri yang dihasilkan banyak dan untuk meningkatkan umur simpan bahan. *Pretreatment* selanjutnya yang dilakukan adalah dengan memberi perlakuan pemotongan terhadap bahan yang akan di ekstrak dengan metode *solvent-free microwave extraction* dengan ukuran pemotongan bahan yang beragam yaitu 1 cm, 3 cm, dan 5 cm. Dengan ukuran pemotongan bahan yang beragam di harapkan untuk mengetahui pengaruh luasan bahan terhadap *yield* ekstraksi. Selain itu, akan dilakukan studi karakteristik fisik yang dihasilkan berdasarkan standart SNI 06-3953-1995 dengan kondisi operasi yang optimum.

## METODE PENELITIAN

Bahan baku pada penelitian ini yaitu Serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.) yang diambil dari Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia. Tanaman serai wangi yang digunakan adalah serai wangi segar dan serai wangi yang di *pretreatment* yaitu dengan dikeringkan di angin – anginkan selama 48 jam dengan suhu ruang yaitu 25 – 28°C. Proses selanjutnya yaitu tanaman serai wangi di potong – potong dengan ukuran yang beragam yaitu 1 cm, 3 cm, dan 5 cm, perlakuan tambahan dilakukan sebelum proses ekstraksi bahan dengan *pretreatment* pengeringan di angin – anginkan yaitu direndam selama 30 menit.

Proses ekstraksi dilakukan dengan metode *solvent-free microwave extraction* (SFME) yaitu ekstraksi menggunakan bantuan gelombang mikro dengan ekstraksi tanpa menggunakan pelarut. *Microwave* yang digunakan bermerk (EMM2308X, Electrolux) dengan daya maksimum 800 W dengan frekuensi 2450 MHz. Dimensi rongga *microwave* berlapis PTTE adalah 48,5 x 37,0 x 29,25 cm. Alat ini dimodifikasi dengan mengebor lubang di bagian atas, lalu ditempatkan labu alas bulat leher dua berkapasitas 1000 ml di dalam *microwave* dan dihubungkan ke peralatan Clevenger melalui lubang atas yang telah dilubangi. Kemudian lubang ditutup dengan PTFE

untuk mencegah hilangnya panas di dalam. Desain perangkat ini diambil dari Heri Septya [5]. Tekanan yang digunakan dalam *solvent-free microwave extraction* ini adalah tekanan atmosfer, massa bahan yang digunakan 50 gram. Bahan yang di *pretreatment* di rendam selama 30 menit kemudian disaring untuk menghilangkan air yang berlebih. Selanjutnya, bahan basah dimasukkan ke dalam labu 1000 ml. Daya *microwave* yang digunakan adalah 300 W, 450 W, dan 600 W selama 30, 60, dan 90 menit.

Analisa karakteristik fisik pada penelitian ini dilakukan dengan pengamatan warna minyak secara langsung, perhitungan berat jenis, dan kelarutan minyak atsiri yang didapatkan dalam etanol 80%. Karakteristik fisik ini nantinya akan dibandingkan dengan standart yang telah di tentukan yaitu standart SNI 06-3953-1995. Perhitungan kadar air merupakan faktor penting untuk menentukan *yield* minyak atsiri serai wangi yang dihasilkan. Perhitungan *yield* minyak atsiri serai wangi dilakukan dengan memasukkan faktor kadar air ( $1-x$ ) dalam perhitungan *yield*. Pengaruh perhitungan kadar air terhadap *yield* minyak atsiri serai wangi yang dihasilkan dapat dirumuskan menjadi persamaan seperti berikut:

$$Yield (\%) = \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa bahan } (1-\text{kadar air}(\%))} \times 100\%$$

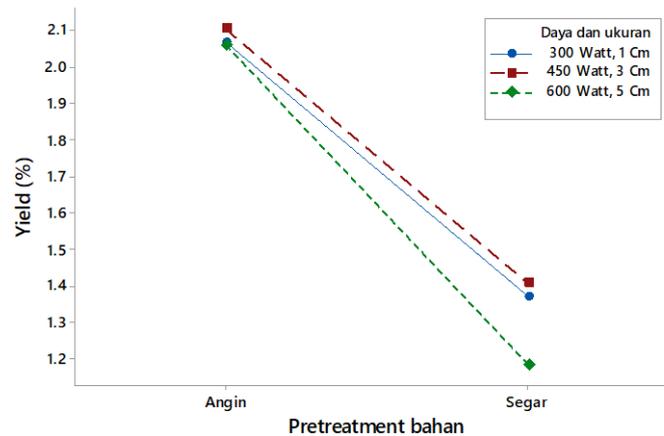
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Studi Karakteristik Fisik Minyak Atsiri dari Daun Serai Wangi dengan Metode *Solvent-free microwave extraction*

Minyak atsiri yang berkualitas dan bermutu merupakan minyak atsiri yang memiliki mutu yang memenuhi standart yang telah ditentukan. [12] Karakteristik fisik untuk minyak atsiri serai wangi yang telah ditentukan berdasarkan Standart Nasional Indonesia (SNI)-06-3953-1995 yaitu minyak berwarna kuning pucat sampai kuning kecoklat – coklatan, dengan berat jenis antara 0,88 – 0,922, dan kelarut dalam etanol 80% dengan perbandingan 1:2 sampai larutan jernih. Pada penelitian ini dilakukan studi karakteristik fisik minyak atsiri serai wangi yang diekstrak menggunakan metode *solvent-free microwave extraction* dengan *pretreatment* bahan yaitu dikeringkan dengan diangin – anginkan dan pemotongan bahan yaitu 1 cm, 3 cm, dan 5 cm dan bahan tanpa *pretreatment* yaitu bahan segar untuk mengetahui pengaruh *pretreatment* bahan. Studi karakteristik fisik yang akan dilakukan adalah dengan analisa *yield* minyak yang dihasilkan, pengamatan warna, pengujian berat jenis, dan kelarutan dalam etanol 80%. Hasil studi karakteristik fisik tersebut adalah sebagai berikut:

#### 1. Pengaruh *Pretreatment* Bahan dan Daya *Microwave* Terhadap *Yield* Minyak Atsiri Serai Wangi

Pengaruh *pretreatment* bahan pada penelitian ini yaitu ekstraksi minyak atsiri dari daun serai wangi menggunakan metode *solvent-free microwave extraction* adalah langkah yang harus dilakukan untuk mengetahui pengaruh kondisi bahan sebelum proses ekstraksi. Kondisi bahan mempengaruhi *yield* minyak atsiri yang dihasilkan sebab kandungan air yang dimiliki setiap kondisi bahan berbeda – beda. *Pretreatment* yang dilakukan yaitu dengan mengeringkan bahan dengan cara di angin – anginkan selama 48 jam dengan suhu ruang yaitu 25 – 28°C, *yield* yang dihasil akan dibandingkan dengan bahan tanpa *pretreatment* untuk mengetahui pengaruhnya. Kadar air yang terkandung dalam bahan mempengaruhi proses ekstraksi yang terjadi sebab, kandungan minyak atsiri dalam tanaman tersimpan pada jaringan yang terlindungi oleh air sehingga jika kadar air terlalu besar minyak akan sulit menguap saat destilasi [10]. Pengaruh *pretreatment* bahan terhadap *yield* minyak atsiri serai wangi dapat dilihat pada Gambar 1.



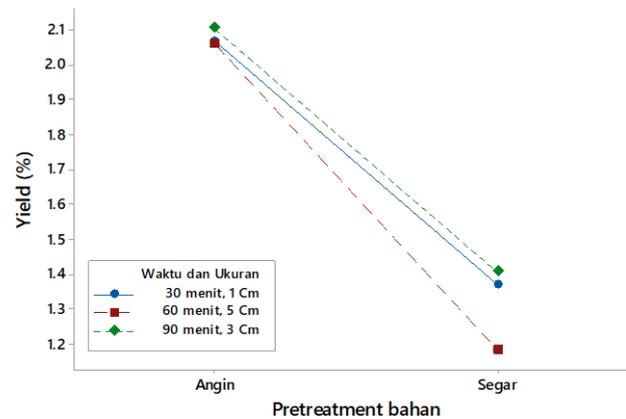
**Gambar 1.** Pengaruh *Pretreatment* Bahan dan Daya *Microwave* Terhadap *Yield* Minyak Atsiri Serai Wangi

Gambar 1 menunjukkan perbedaan *yield* yang signifikan dari ekstraksi minyak atsiri serai wangi dengan metode *solvent-free microwave extraction*, pada bahan dengan *pretreatment* diangin – anginakan memiliki *yield* yang lebih besar dibandingkan dengan bahan segar. Hal ini disebabkan karena saat proses *pretreatment* kadar air berkurang secara signifikan. Kadar air yang dimiliki oleh bahan dengan *pretreatment* di angin – anginakan dengan ukuran 1 cm adalah 37%, sedangkan pada ukuran 3 cm dan 5 cm memiliki kadar air yang sama yaitu 23%. Suhu pengeringan pada *pretreatment* bahan yang tidak terlalu besar mengakibatkan penguapan yang terjadi hanya pada kadar air, sehingga minyak yang terdapat didalam bahan tidak ikut menguap saat proses *pretreatment* [13]. *Yield* tertinggi yang dihasilkan dari bahan dengan *pretreatment* di angin – anginakan adalah 2,106% dengan kadar air 23% sedangkan pada bahan segar *yield* tertinggi yang diperoleh adalah 1,406% dengan kadar air 61%. Sebelum proses ekstraksi dilakukan, bahan dengan *pretreatment* di angin – anginakan diberi perlakuan tambahan yaitu dengan merendam pada air selama 30 menit. Tujuan perendaman ini untuk memecah dinding sel yang terdapat dalam bahan dan menambah kandungan air dalam bahan sehingga pada saat proses ekstraksi bahan tidak mudah terbakar/ gosong [5]. Selain *pretreatment* bahan parameter lain yang mempengaruhi proses ekstraksi ini adalah daya dan ukuran bahan, dan waktu ekstraksi. *Yield* tertinggi diperoleh dengan daya 450 watt, dengan ukuran bahan 3 cm. *Yield* tertinggi diperoleh saat daya 450 watt dikarenakan daya 450 watt tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar sehingga minyak dapat terekstrak secara optimum. *Yield* terendah dihasilkan saat daya 600 watt dan ukuran bahan 5 cm, hal ini disebabkan karena daya 600 watt terlalu besar dengan massa bahan 50 gram dan tanpa penggunaan pelarut mengakibatkan kelenjar minyak pada bahan cepat rusak sehingga *yield* minyak atsiri yang dihasilkan sedikit [14].

## 2. Pengaruh *Pretreatment* Bahan Dan Waktu Terhadap *Yield* Minyak Atsiri Serai Wangi

Waktu ekstraksi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil ekstraksi, semakin lama waktu ekstraksi maka akan semakin besar *yield* yang dihasilkan. Lama waktu ekstraksi juga mempengaruhi kandungan fisik dan kimia minyak atsiri yang dihasilkan [15]. Penggunaan *microwave* pada proses ekstraksi dapat mempercepat proses ekstraksi karena pemanasan menggunakan *microwave* memiliki sifat selektif dan volumentrik. Pemanasan bersifat selektif yaitu radiasi gelombang mikro bisa langsung menembus labu destilasi (*distiller*) yang dapat meneruskan gelombang mikro, sehingga radiasinya dapat langsung diserap oleh bahan dan pelarut yang bersifat menyerap gelombang mikro. Sedangkan, pemanasan bersifat

volumetric yaitu terjadinya pemanasan langsung pada keseluruhan volume bahan baku sehingga pemanasan yang terjadi akan merata dan berlangsung lebih cepat [16]. Untuk mengetahui pengaruh waktu pada proses ekstraksi minyak atsiri serai wangi menggunakan *solvent-free microwave extraction* dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaruh *Pretreatment* Bahan Dan Waktu Terhadap *Yield* Minyak Atsiri Serai Wangi

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa *pretreatment* bahan dengan dikeringkan diangin – anginkan memiliki *yield* tertinggi dengan lama waktu ekstraksi 90 menit yaitu 2,106%, sama seperti pada bahan segar *yield* tertinggi di peroleh dengan waktu ekstraksi 90 menit yaitu 1,406%. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu ekstraksi maka minyak yang terekstrak semakin banyak, akan tetapi waktu ekstraksi yang terlalu lama akan mengakibatkan kondisi jenuh. Saat kondisi jenuh jika proses ekstraksi diteruskan akan mengakibatkan sifat fisik dan komponen kimia yang terkandung didalam minyak akan mengalami kerusakan. *Yield* terendah diperoleh dengan lama waktu ekstraksi 60 menit pada bahan dengan *pretreatment* dan bahan segar yaitu 2,060% dan 1,182%. Penurunan *yield* ini disebabkan karena *pretreatment* pemotongan bahan, pemotongan bahan memiliki pengaruh yang signifikan karena daun serai wangi dikelilingi oleh kelenjar minyak, pembuluh – pembuluh dan kantong minyak. Sehingga semakin besar pemotongan bahan maka uap air akan susah untuk masuk ke jaringan tanaman dan susah untuk mendesak ke permukaan [17]. Pengecilan ukuran bahan dengan cara dipotong juga dapat menyebabkan kelenjar minyak menjadi terbuka sebanyak mungkin. Selain itu dengan adanya proses pemotongan bahan, tempat terjadinya difusi akan berkurang. Sehingga ketika dilakukan ekstraksi, laju penguapan minyak atsiri dari daun serai wangi menjadi cukup cepat.

### 3. Pengaruh *Pretreatment* Bahan terhadap warna, berat jenis, dan kelarutan minyak dalam etanol 80% pada minyak atsiri serai wangi

Hasil analisa fisik minyak atsiri serai wangi dengan *pretreatment* bahan di angin – anginkan dan bahan segar pada penelitian ini telah sesuai dengan standart yang telah ditentukan yaitu SNI-06-3953-1995. Pengamatan karakteristik fisik yang pertama yaitu dengan melakukan pengamatan warna dari minyak atsiri. Pengamatan warna ini dilakukan secara langsung dengan mengamati minyak yang di dapatkan, pada penelitian ini minyak yang di dapatkan berwarna kuning pucat untuk bahan yang diekstrak menggunakan bahan segar dan bahan yang di *pretreatment* dengan di angin – anginkan. Hasil pengamatan karakteristik warna minyak atsiri serai wangi yang di dapatkan dengan bahan *pretreatment* di angin – anginkan dan bahan segar tidak memiliki perbedaan yang signifikan (memiliki warna yang sama).



**Gambar 3.** Hasil ekstraksi minyak atsiri serai wangi menggunakan metode *solvent-free microwave extraction*

Gambar 3. merupakan minyak hasil ekstraksi dari daun serai wangi dengan metode *solvent-free microwave extraction* menggunakan *pretreatment* bahan di angin – anginkan dan bahan segar. Pengamatan selanjutnya yaitu kelarutan dalam etanol 80%, hasil penelitian yang telah dilakukan dengan bahan segar dan bahan yang *pretreatment* di angin – anginkan memiliki kelarutan yang sama yaitu 1:2 jernih seterusnya. Perbandingan kelarutan dalam etanol 80% dilakukan dengan meneteskan 2 ml larutan etanol secara bertahap. Hasil uji karakteristik fisik dengan pengamatan warna dan kelarutan etanol 80% antara bahan dengan *pretreatment* di angin – anginkan dan bahan segar tidak memiliki perbedaan yang signifikan (memiliki kelarutan dalam etanol 80% yang sama). Pengamatan fisik yang terakhir yaitu berat jenis, pengamatan ini dilakukan dengan penimbangan sampel lalu membaginya dengan volume sampel. Pada penelitian ini didapatkan berat jenis 0,917 untuk bahan segar dan 0,882 untuk bahan dengan *pretreatment* di angin – anginkan. Hasil uji karakteristik fisik dengan pengujian berat jenis pada bahan dengan *pretreatment* di angin – anginkan dan bahan segar memiliki perbedaan yang signifikan, pada bahan dengan *pretreatment* di angin – anginkan memiliki berat jenis yang lebih ringan di bandingkan dengan bahan segar. Hasil Analisa karakteristik fisik pada ekstraksi minyak atsiri dari daun serai wangi dengan pengamatan warna, berat jenis dan kelarutan dalam etanol 80% pada bahan dengan *pretreatment* di angin – anginkan dan bahan segar yang dilakukan keduanya dapat memenuhi standart yang ditentukan. Untuk mengetahui perbandingan antara SNI-06-3953-1995 dengan hasil peneltian dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Perbandingan hasil penelitian ekstraksi minyak atsiri dari daun serai wangi menggunakan metode *solvent-free microwave extraction* dengan SNI-06-3953-1995

Parameter	SNI 06-3953-1995	Segar	<i>Pretreatment</i> : di angin – anginkan
Warna	Kuning pucat sampai kuning kecoklatan	Kuning pucat	Kuning pucat
Berat Jenis	0,88 – 0,922	0,917	0,882
Kelarutan dalam etanol 80%	1:2 sampai larutan jernih	1:2 jernih	1:2 jernih

## KESIMPULAN

*Pretreatment* bahan yang dilakukan untuk ekstraksi minyak atsiri dari daun serai wangi dengan metode *solvent-free microwave extraction* memiliki pengaruh yang signifikan. Pengaruh *pretreatment* bahan dengan mengeringkan di angin – anginkan dapat menghilangkan kadar air yang terkandung dalam bahan sehingga dapat mempermudah proses ekstraksi. *Pretreatment* lainnya yang dilakukan adalah pemotongan bahan, luasan bahan dapat mempengaruhi *yield* minyak yang dihasilkan. Semakin besar luasan bahan maka *yield* yang dihasilkan semakin kecil, hal ini disebabkan karena kandungan minyak dalam daun terdapat pada kelenjar minyak, pembuluh – pembuluh dan kantong minyak. *Yield* tertinggi dihasilkan oleh bahan dengan *pretreatment* bahan di angin – anginkan yaitu 2,106% dan pada kondisi bahan segar didapatkan *yield* tertinggi yaitu 1,182%. Kondisi optimum untuk mendapatkan *yield* minyak tertinggi pada penelitian ini yaitu dengan *pretreatment* bahan di angin – anginkan dengan daya 450 watt, waktu ekstraksi 90 menit, dan ukuran bahan 3 cm. Uji karakteristik fisik minyak atsiri dari daun serai wangi dengan metode *solvent-free microwave extraction* pada bahan dengan *pretreatment* di angin – anginkan dan bahan segar yang dihasilkan sesuai dengan standart yaitu SNI-06-3953-1995, kedua bahan tidak memiliki perbedaan yang signifikan (hampir sama nilainya).

## ACKNOWLEDGMENT

Penyusun mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan bantuan yang sangat berarti bagi penyusun, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Terutama prodi Teknik kimia universitas jember yang telah menyediakan laboratorium sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Terimakasih kepada LP2M karena telah menyediakan Jurnal Hasil Penelitian (JHP) Universitas Jember, sehingga penelitian ini dapat di publikasikan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sulaswatty, A., Rusli, M. S., Abimanyu, H., & Tursiloadi, S. (2019). QUO VADIS Minyak Serai Wangi dan Produk Turunannya. In *LIPI Press* (Vol. 9, Issue 2).
- [2] Wahyudi, A. (2021). Sistem produksi minyak serai wangi berkelanjutan. *Perspektif Review Penelitian Tanaman Industri*, 20(2), 94–105.
- [3] Murni, & Rustin, L. (2020). Karakteristik kandungan minyak atsiri tanaman serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L.). *Prosiding Seminar Nasional Biologi Di Era Pandemi COVID-19, September*, 227–231. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/>
- [4] Slamet, Supranto, & Riyanto. (2013). Studi Perbandingan Perlakuan Bahan Baku dan Metode Distilasi Terhadap Rendeman dan Kualitas Minyak Atsiri Sereh Dapur (*Cymbopogon citratus*). *ASEAN Journal of Systems Engineering*, 1(1), 25–31. <http://journal.ugm.ac.id/index.php/ajse>
- [5] Kusuma, H. S., Putri, D. K. Y., Dewi, I. E. P., & Mahfud, M. (2018). *Solvent-free microwave extraction* of essential oil from dried basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. *Chemistry and Chemical Technology*, 12(4), 543–548. <https://doi.org/10.23939/chcht12.04.543>
- [6] Yingngam, B., Brantner, A., Treichler, M., Brugger, N., Navabhatra, A., & Nakonrat, P. (2021). Optimization of the eco-friendly *solvent-free microwave extraction* of *Limnophila aromatica* essential oil. *Industrial Crops and Products*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113443>
- [7] Rahmawati, A., Fachri, B. A., Oktavia, S., & Abrori, F. (2021). Extraction Bioactive Compound of Pegagan (*Centella Asiatica* L.) using Solvent-Free Microwave-Assisted Extraction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1053(1), 012125. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1053/1/012125>
- [8] Prihastanti, E., Parman, S., Biologi, L., Tumbuhan, F., Biologi, J., & Sains, F. (2013). Pengaruh Metode Pengeringan Winangsih, Erma Prihastanti, Sarjana Parman 19–25. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 21(1), 19–25.
- [9] Suhendar, U., Utami, N. F., Sutanto, D., & Nurdayanty, S. M. (2020). PENGARUH BERBAGAI METODE EKSTRAKSI PADA PENENTUAN KADAR FLAVONOID EKSTRAK ETANOL DAUN ILER (*Plectranthus scutellarioides*). *FITOFARMAKA*:

- Jurnal Ilmiah Farmasi*, 10(1), 76–83. <https://doi.org/10.33751/jf.v10i1.2069>
- [10] Salehi Shanjani, P., Mirza, M., Calagari, M., & Adams, R. P. (2010). Effects drying and harvest season on the essential oil composition from foliage and berries of *Juniperus excelsa*. *Industrial Crops and Products*, 32(2).
- [11] Nurnasari, E., & Prabowo, H. (2020). Pengaruh Ukuran Sampel dan Lama Waktu Destilasi terhadap Rendemen Minyak Atsiri Tembakau Lokal Indonesia. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 11(2), 47. <https://doi.org/10.21082/btسم.v11n2.2019.47-57>
- [12] Badan Standarisasi Nasional, (BSN). (1995). Minyak Sereh. *Sni 06-3953-1995*.
- [13] Ahmed, A., Ayoub, K., Chaima, A. J., Hanaa, L., & Abdelaziz, C. (2018). Effect of drying methods on *yield*, chemical composition and bioactivities of essential oil obtained from Moroccan *Mentha pulegium* L. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 16, 638–643. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.10.016>
- [14] Fatimah, S. (2021). *EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI SERAI WANGI (Cymbopogon nardus L.) MENGGUNAKAN METODE SOLVENT FREE MICROWAVE EXTRACTION (SFME) Penelitian Oleh: SITI FATIMAH*.
- [15] Kristanti, Y., Widarta, I. W. R., & Permana, I. D. G. M. (2019). PENGARUH WAKTU EKSTRAKSI DAN KONSENTRASI ETANOL MENGGUNAKAN METODE MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION (MAE) TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK RAMBUT JAGUNG (*Zea mays* L.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(1), 94. <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i01.p11>
- [16] Kharisma, D., Putri, Y., & Rahmawati, A. (2020). *MICROWAVE ASSISTED-EXTRACTION OF ESSENTIAL OIL FROM FRESH BASIL (OCIMUM BASILICUM L.) LEAVES*. 1, 1–11.
- [17] Benjamin, W. (2019). No Title. *ペインクリニック学会治療指針 2*, 3, 1–9.