



Pemanfaatan *Microwave* untuk Meningkatkan Rendemen Distilasi Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*) Studi Kasus Perbedaan Waktu Pemaparan

Nia Syahrani^{1*}, Anwar Kasim¹, Kurnia Harlina Dewi¹, Rozalia¹

¹ Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Indonesia

ABSTRAK

Serai wangi adalah salah satu tanaman penghasil minyak atsiri dengan komponen utama *citronellal*. Untuk memperoleh minyak atsirinya dilakukan pada umumnya dengan destilasi uap dan air. Pada penelitian ini di distilasi juga menggunakan metode uap dan air, yang sebelumnya diberikan perlakuan pendahuluan yaitu pemaparan daun serai wangi menggunakan *microwave* dengan variasi waktu : P0 (tanpa pemaparan), P1(2 menit), P2 (4 menit), P3 (6 menit), P4 (8 menit), P5 (10 menit). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lamanya waktu pemaparan serai wangi menggunakan *microwave* terhadap rendemen yang dihasilkan dan mengetahui kandungan senyawa di dalam minyak serai wangi. Parameter pengamatan adalah kadar air dan kadar minyak pada bahan baku serai wangi, rendemen, warna, bobot jenis, indeks bias, kelarutan dalam etanol 80%, dan analisis GC-MS pada minyak serai wangi. Analisis data dilakukan dengan ANOVA dan uji lanjut *Duncan New Analysis Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%. Hasil penelitian didapatkan bahwa perlakuan pendahuluan pemaparan serai wangi menggunakan *microwave* berpengaruh signifikan terhadap rendemen hasil distilasi. Karakteristik minyak serai wangi pada pemaparan 10 menit menghasilkan rendemen sebanyak 1,43%; warna kuning pucat; bobot jenis 0,892 gr/ml; indeks bias 1,473; kelarutan dalam etanol 80% 1:2 jernih; kadar *citronellal* 17,28% dan kadar *geraniol* 20,39%.

KATA KUNCI

Distilasi; *microwave*; rendemen; serai wangi

PENULIS KORESPONDEN

syahrانيا22@gmail.com

I. Pendahuluan

Minyak atsiri (*Essentials Oil*) adalah senyawa aromatik yang mudah menguap yang dapat di ekstraksi dari tanaman yang terdapat pada bagian bunga, daun, batang, akar, dan biji. Sifat minyak atsiri mudah menguap dan ketika dicium memberikan aroma yang unik pada setiap tanaman. Tanaman penghasil minyak atsiri banyak terdapat di Indonesia, tanaman-tanaman ini memiliki nilai ekonomis yang tinggi serta mudah dibudidayakan diantaranya yaitu serai wangi, nilam, cengkeh, pala, kayu putih, dan akar wangi [1].

Minyak serai wangi diperoleh dari hasil penyulingan/distilasi daun serai wangi selama 3-4 jam. Minyak serai wangi cukup banyak diminati dikarenakan banyak manfaatnya antara lain sebagai bahan baku dalam industri parfum, sabun, obat-obatan, kosmetik, perisa makanan atau minuman, pengusir serangga dan pencampur rokok kretek. Minyak serai wangi terbentuk dari sekitar 30 hingga 40 unsur kimia yang berbeda, termasuk alkohol, *aldehid*, ester, keton, oksida, *laktone*, dan *terpen*. Komponen utama dalam minyak tersebut adalah *citronellal*, *citronellol*, dan *geraniol*, yang menghasilkan aroma *citrus* yang sangat disukai [2].

Nilai jual minyak serai wangi ditentukan oleh rendemen, kualitas minyak dan kadar komponen utamanya. Rendemen adalah rasio antara jumlah minyak yang diperoleh melalui proses ekstraksi tanaman aromatik. Semakin tinggi rendemen yang didapatkan maka semakin banyak minyak atsiri yang dihasilkan [3]. Kondisi bahan pada saat distilasi mempengaruhi rendemen yang dihasilkan, rendemen minyak serai wangi dari distilasi serai wangi segar sebesar 0,28-0,69%, rendemen serai wangi yang dilayukan sebelum di distilasi sebesar 1,30-2,17%, dan rendemen distilasi serai wangi kering sebesar 0,96-1,42% [4]. Rendemen serai wangi juga dipengaruhi oleh cuaca saat pemanenan dilakukan, rendemen yang dihasilkan pada



musim kemarau sebesar 0,7% umumnya lebih tinggi dari pada musim penghujan yaitu sebesar 0,5% [2].

Rendemen distilasi minyak serai wangi tidak menentu dengan efisiensi rendah, baik dari segi kuantitas maupun kualitas minyak serai wangi yang dihasilkan, hal ini dapat dipengaruhi oleh kondisi bahan, waktu pemanenan dan alat distilasi yang digunakan. Minyak serai wangi dapat ditingkatkan rendemennya melalui perancangan ulang tangki distilasi [5] pra-perlakuan dengan gelombang ultrasonik [6] lama pelayuan dan pencacahan [1] dan pra-perlakuan menggunakan gelombang mikro [7].

Microwave (gelombang mikro) merupakan salah satu jenis gelombang elektromagnetik yang digunakan untuk memasak atau memanaskan makanan dalam bentuk oven. Prinsip pengoperasian Oven *microwave* yaitu mentransmisikan radiasi gelombang mikro melalui molekul air, lemak, dan gula yang ada di dalam bahan, saat gelombang mikro diserap oleh bahan maka molekul dan atom yang ada pada bahan tersebut akan bergetar sehingga muncul efek pemanasan [8]. Pada teknologi pangan, *microwave* telah sering digunakan pada ekstraksi minyak atau *Microwave Assisted Extraction* (MAE), pasteurisasi, sterilisasi, mengeringkan, memasak hingga mencairkan es dari berbagai produk makanan.

Ekstraksi dengan bantuan *microwave* (MAE) adalah metode ekstraksi cepat yang menghasilkan tekanan tinggi pada *biomaterial* yang menyebabkan pecahnya sel-sel tanaman sehingga meningkatkan penetrasi pelarut pengeksraksi [9]. Pemaparan (*expose*) dengan *microwave* akan memecah membran sel pada tanaman dan membentuk pori-pori pada sel tanaman sehingga mengakibatkan rendemen ekstraksi yang lebih tinggi [7]. Feriyanto (2013) menyebutkan bahwa dengan mengekstraksi minyak atsiri dari daun dan batang tanaman serai wangi dengan metode distilasi uap dan air dengan gelombang mikro didapatkan rendemen sebesar 1,52 % dan lebih tinggi dibandingkan dengan distilasi uap dan distilasi air dengan masing-masing perolehan rendemen sebesar 1,14% dan 0,94% [10].

Berdasarkan pengalaman penulis selama kegiatan distilasi serai wangi dalam program Merdeka Belajar-Kampus Merdeka (MBKM) di CV. Asliko Nusantara ditemukan hasil rendemen yang rendah. Rendemen yang diperoleh di CV. Asliko Nusantara berkisar antara 0,7-1% dengan perlakuan pelayuan bahan menggunakan sinar matahari langsung. Usaha Kecil Menengah (UKM) dapat berkembang baik dengan bantuan perguruan tinggi seperti penelitian mahasiswa. Penulis melihat UKM ini perlu peningkatan rendemen, maka timbul ide untuk meningkatkan rendemen salah satunya dengan memberikan pra-perlakuan dengan *microwave* terhadap daun serai wangi. Pra perlakuan serai wangi menggunakan *microwave* pada penelitian ini mengacu pada hasil penelitian Murni (2020) yang menyebutkan bahwa perlakuan pendahuluan pemaparan serai dapur (*Cymbopogon citratus*) menggunakan *microwave* berpengaruh terhadap rendemen minyak serai dapur yang dihasilkan, pra-perlakuan pemaparan serai dapur menggunakan gelombang mikro selama 2 menit menghasilkan rendemen sebesar 1,23% lebih banyak dibandingkan tanpa pemaparan gelombang mikro yaitu sebesar 0,93%. Berdasarkan penelitian tersebut maka perlu dilakukan percobaan pemaparan serai wangi selama 2-10 menit untuk mengetahui pengaruh lama waktu pemaparan serai wangi terhadap gelombang mikro dengan rentang yang lebih luas agar bisa dilihat perbedaannya secara signifikan [7].

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti lama pemaparan gelombang mikro terhadap daun serai wangi agar dapat menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dan mengetahui karakteristik minyak serai wangi berdasarkan standar SNI 06-3953-1995. Berdasarkan penjelasan di atas maka penulis melakukan penelitian dengan judul Pemanfaatan Microwave Untuk Meningkatkan Rendemen Distilasi Serai Wangi Studi Kasus Perbedaan Waktu Pemaparan.



II. Metode Penelitian

2.1. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September hingga November 2023 di Laboratorium Bioindustri dan Lingkungan Agroindustri, Laboratorium Rekayasa dan Teknologi Industri Pertanian, Departemen Teknologi Industri Pertanian, dan Laboratorium Instrumen Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas.

2.2. Bahan dan Alat

2.2.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu daun serai wangi dari jenis Mahapengiri yang diperoleh dari kebun milik CV. Asliko Nusantara di Desa Jl. Koto Baru, Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat, Etanol 80% dan Akuades.

2.2.2. Alat

Alat-alat yang digunakan yaitu Oven *microwave*, satu set alat distilasi uap dan air skala laboratorium (labu saring 2000 ml, labu didih leher dua 2000 ml, konektor *two way long*, kondensor *graham*, dan labu pemisah minyak), satu set alat distilasi dengan trap minyak (*Hydrodistillation*), Refraktometer, Spektrofotometer *Hunterlab Colorflex Ez*, GCMS-QP2010 Ultra Shimadzu, timbangan, *Hot Plate Magnetic Stirrer*, tabung reaksi, corong pisah, gelas kimia, gelas ukur, botol vial, pisau dan alat-alat lainnya digunakan untuk analisis.

2.3. Rancangan Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yaitu perlakuan lama waktu pemaparan serai wangi dengan Oven *microwave* dengan lama waktu pemaparan 2 menit (P1), 4 menit (P2), 6 menit (P3), 8 menit (P4), 10 menit (P5) dan tanpa pemaparan dengan *mikrowave* (P0) masing-masing diulang sebanyak 3 kali ulangan sehingga unit penelitian ini adalah 18 unit percobaan. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*), apabila ada beda nyata tiap perlakuan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

2.4. Prosedur Penelitian

2.4.1. Persiapan Bahan Baku

Serai wangi yang digunakan adalah yang telah berumur 3 bulan. Serai wangi yang sudah dipanen kemudian disortasi untuk memisahkan daun serai wangi dari tanaman lain yang ikut terbawa pada proses pemanenan. Serai wangi yang sudah disortasi kemudian dilakukan pengecilan ukuran dengan panjang ± 15 cm, ditumpuk sebanyak 25 helai (± 2 cm) dan diikat menggunakan potongan daun serai wangi. Selanjutnya serai wangi yang sudah ditumpuk dan diikat dilakukan penimbangan sampai didapatkan total berat serai wangi sebanyak ± 200 gram. Selanjutnya disiapkan air sebanyak ± 2600 ml sebagai pelarut selama proses distilasi.

2.4.2. Persiapan dan Prinsip Kerja Alat

Daun serai wangi yang telah disiapkan diberikan pemaparan gelombang mikro menggunakan Oven *mikrowave* selama 2, 4, 6, 8, dan 10 menit. Alat distilasi uap dan air yang digunakan pada penelitian ini merupakan rangkaian dari beberapa komponen alat. Rangkaian alat distilasi ini dimulai dari labu didih ukuran 2000 ml sebagai tempat pemanasan



air yang dihubungkan dengan labu saring berisi daun serai wangi yang akan di distilasi. Dengan konektor 2 way long sebagai penghubung labu saring dan kondensor yang merupakan tempat terjadinya kondensasi. Distilat yang keluar dari kondensor langsung memasuki corong pemisah untuk menampung distilat dan memisahkan antara *hidrosol* dan minyak.

2.4.3. Pelaksanaan Distilasi

Daun serai wangi yang sudah dilakukan pemaparan dengan gelombang mikro dimasukkan ke dalam labu saring 2000 ml dan dimasukkan air sebanyak 1700 ml ke dalam labu didih leher dua yang akan digunakan sebagai pelarut. Selanjutnya dirakit alat distilasi uap dan air. Setelah semua alat terpasang dialirkan air ke dalam kondensor *graham* lalu dinyalakan *hot plate*. Distilasi serai wangi dilakukan selama 4 jam terhitung dari keluarnya distilat pertama. Dilakukan penambahan air setiap satu jam sebanyak total penguapan air selama proses distilasi. Setelah proses distilasi selesai distilat yang terdiri hidrosol dan fasa minyak dipisahkan. Diamati volume minyak serai wangi dan ditimbang berat minyak serai wangi yang dihasilkan. Prosedur diulang sebanyak 3 (tiga) kali untuk setiap perlakuan. Sampel minyak serai wangi dilakukan uji mutu berdasarkan SNI 06-3953-1995 dan analisa kadar *citronellal* [11].

2.5. Parameter Pengamatan

Pengamatan pada bahan baku meliputi pengamatan terhadap kadar air dan kadar minyak serai wangi. Pengamatan terhadap produk serai wangi meliputi rendemen kemudian uji mutu minyak serai wangi dari perolehan rendemen tertinggi meliputi uji warna, bobot jenis, indeks bias, dan kelarutan dalam etanol 80% sesuai dengan SNI 06-3953-1995. Pengamatan terhadap komponen utama minyak serai wangi yaitu *citronellal* dan *geraniol* menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) pada hasil pengamatan dengan rendemen paling tinggi.

2.5.1. Parameter Bahan Baku

2.5.1.1. Analisis Kadar Air

Cawan petri yang telah dibersihkan ditempatkan dalam oven dengan suhu sekitar $\pm 105-110$ °C selama satu jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan diukur beratnya. Sebanyak dua gram sampel dimasukkan ke dalam cawan, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105-110 °C selama tiga jam. Setelah itu, sampel didinginkan dalam desikator dan diukur beratnya kembali.

2.5.1.2. Penentuan Kadar Minyak

Kadar minyak merupakan jumlah semua minyak yang terkandung dalam suatu bahan. Prinsip dari alat ukur kadar serai wangi ini sama dengan metode distilasi air (*Hidrodistillation*) di mana serai wangi yang digunakan berkontak langsung dengan air. Alat untuk penentuan kadar minyak ini terdiri dari dua macam tabung khusus tempat menampung minyak atsiri (*Clevenger*) dan sebuah kondensor kecil dengan tipe "*cold finger*". Ditambahkan 300 ml air suling ke dalam labu bervolume 500 ml lalu ditambahkan 30 gr daun serai wangi yang sudah diperkecil ukurannya. Kemudian dipasang semua rangkaian alat dan dilakukan penyulingan selama ± 4 jam [12].



2.6. Penentuan Rendemen

Pengukuran rendemen didasarkan pada volume minyak atsiri yang diperoleh dari setiap satuan berat daun serai wangi yang digunakan. Rendemen menunjukkan berat absolut minyak atsiri yang diperoleh dari hasil penyulingan sejumlah berat tertentu daun serai wangi. Berat minyak serai wangi yaitu bobot jenis dikali volume minyak atsiri.

2.6.1. Karakteristik Minyak Serai Wangi

2.6.1.1. Analisis Warna

Penentuan warna dilakukan dengan dua tahap. Pada tahap awal, observasi warna diterapkan secara visual, dan penilaian warna disesuaikan dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3953-1995) yaitu kuning pucat sampai kuning kecokelatan. Selanjutnya penentuan warna dilakukan dengan menggunakan alat Hunter Lab Spektrofotometer *HunterLab Colorflex EZ*. Pengujian warna dilaksanakan dengan memanfaatkan tiga parameter, yakni L^* yang mencerminkan tingkat kecerahan, a^* yang mencerminkan warna kromatik dari hijau hingga merah, dan b^* yang mencerminkan warna kromatik dari biru hingga kuning. *Colorimeter* diawali dengan proses kalibrasi menggunakan standar warna putih yang tersedia pada perangkat tersebut. Hasil analisa derajat putih yang dihasilkan berupa nilai L^* , a^* , b^* [13].

2.6.1.2. Analisis Bobot Jenis

Bobot jenis minyak merupakan perbandingan antara massa minyak dengan massa air pada volume yang sama dengan berat minyak. Berikut merupakan prosedur penentuan bobot jenis minyak atsiri dengan alat piknometer:

- 2.6.1.2.1. Piknometer yang bersih dan tidak berisi diukur massa awalnya (m).
- 2.6.1.2.2. Piknometer diisi dengan air, lalu ditutup dan diukur kembali untuk mendapatkan massa setelah diisi air (m_1).
- 2.6.1.2.3. Pada suhu yang sama, piknometer yang kosong diisi dengan minyak, dan kemudian diukur untuk mendapatkan massa setelah diisi dengan minyak (m^2).
- 2.6.1.2.4. Penentuan bobot jenis ini dilakukan pada suhu 25°C
- 2.6.1.2.5. Ditentukan bobot jenis dari minyak.

2.6.1.3. Analisis Indeks Bias

Penentuan indeks bias menggunakan refraktometer dengan berprinsip kepada penyinaran yang menembus dua macam media dengan kerapatan berbeda. Berikut merupakan prosedur penentuan indeks bias minyak atsiri menggunakan alat refraktometer:

- 2.6.1.3.1. Alirkan air melalui refraktometer pada suhu yang konstan.
- 2.6.1.3.2. Pastikan suhu tidak melebihi 25°C , dengan toleransi $\pm 0,2^\circ\text{C}$.
- 2.6.1.3.3. Sebelum minyak atsiri melewati refraktometer, pastikan bahwa minyak berada pada suhu yang sama dengan air.
- 2.6.1.3.4. Lakukan pembacaan ketika suhu telah mencapai stabil [14].

2.6.1.4. Analisis Kelarutan dalam Etanol 80%

Metode ini didasarkan pada kelarutan minyak dalam etanol 80% dengan prosedur pelaksanaan sebagai berikut :



1. Tempatkan 1 ml minyak atsiri di dalam tabung reaksi
2. Tambahkan setetes demi setetes etanol menggunakan buret dan kocoklah sampai diperoleh larutan bening pada suhu 25 °C.

2.6.1.5. Analisis Komposisi Minyak Menggunakan GC-MS

Untuk mengidentifikasi komponen penyusun minyak atsiri, analisis dilakukan menggunakan GC-MS dengan suhu injector pada 250°C dan suhu oven pada 60°C. Tekanan diatur pada 14,4 kPa, dan kolom yang digunakan adalah capillary column. Gas pembawa yang digunakan adalah helium dengan laju aliran sebesar 3,0 ml/menit. Setelah sampel diinjeksikan dan dianalisis menggunakan kromatografi gas, langkah selanjutnya melibatkan analisis menggunakan spektrometri massa untuk memahami struktur komponen tersebut. Dari beragam komponen yang terdeteksi, dipilih beberapa yang merupakan komponen utama penyusun minyak atsiri dari serai wangi, dilihat dari komponen yang memiliki persentase area tertinggi.

2.7. Perhitungan *Break Even Point* (BEP) Pada Skala Usaha Kecil Menengah

Perhitungan BEP ini mengacu pada alat skala (UKM) Usaha Kecil Menengah pada CV.XYZ, dikarenakan perhitungan lebih nyata dan dapat digunakan sebagai acuan dalam sebuah industri. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan antara nilai BEP menggunakan Oven *Mikrowave* dan tanpa menggunakan *mikrowave*. Kriteria uji sebagai penentu nilai dari titik impas yang terlampaui dihasilkan apabila nilai masing-masing variabel lebih tinggi dari hasil perhitungan BEP (*Break Even Point*) [15].

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Analisis Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada penelitian adalah daun serai wangi. Analisis yang digunakan adalah kadar air dan kadar minyak. Hasil analisis bahan baku dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Daun Serai Wangi

Analisis	Hasil analisis bahan baku (rata-rata $\pm$ SD)	
	Penelitian	Penelitian Terdahulu
Kadar Air	39,44% $\pm$ 2,73	30% (Ghifari, 2008)
Kadar Minyak	1,7% $\pm$ 0,40	0,7-1,6% [11]

Berdasarkan Tabel 1, didapatkan rata-rata kadar air sebesar 39,44% dengan standar deviasi $\pm$ 2,73. Kandungan kadar air yang dihasilkan berbeda dengan penelitian Gumelar (2022) yang menyatakan kadar air pada daun serai wangi segar sebesar 64,76%, tetapi rendemen yang dihasilkan rendah [1]. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Dacosta (2017), yang melakukan penghitungan rendemen pada kadar air 60%, 50%, 40% dan 30%, mendapatkan rendemen tertinggi pada kadar air sebesar 30%. Kadar air dalam penelitian ini dipengaruhi oleh cuaca pada saat pemanenan, semakin lama daun serai wangi terpapar hujan, menyebabkan semakin tinggi kandungan air pada daun serai wangi. Sampel daun serai wangi yang digunakan pada pengulangan pertama diambil satu hari setelah hujan, sampel kedua dipanen tiga hari setelah hujan, dan



sampel ketiga diambil setelah satu minggu tidak hujan [16].

Menurut Gumelar (2002), kualitas minyak yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh kadar air, aktivitas enzim yang terkandung dalam komponen minyak dapat dipicu oleh kadar air yang tinggi sehingga enzim tersebut akan mengubah kandungan senyawa kimia yang telah terbentuk menjadi senyawa bentuk lain. Kandungan kadar air pada daun serai wangi dapat mempengaruhi perolehan rendemen minyak serai wangi. Kadar air yang sesuai dapat membantu proses distilasi dengan mengoptimalkan pelepasan minyak atsiri dari sel-sel tumbuhan[17].

Kadar minyak merupakan kandungan minyak di dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Daun serai wangi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 30 gram per ulangan. Pada Tabel 1, dapat dilihat rata-rata hasil analisis kadar minyak pada sampel serai wangi yaitu 1,7% dengan standar deviasi 0,40%. Rata-rata perolehan kadar minyak pada penelitian ini cukup tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Fatimah (2022) yang menyatakan kadar minyak dalam serai wangi sebesar 1-2%. Kadar minyak dipengaruhi oleh jenis serai wangi yang digunakan [18]. Pada penelitian A'yun (2020) kandungan minyak serai wangi varietas Mahapengiri 0,7-1,6% dan varietas Lenabatu berkisar antara 0,4-0,5% [19].

Perbedaan kadar minyak di dalam setiap sampel serai wangi juga dipengaruhi oleh perbedaan kondisi cuaca saat pemanenan sampel. Sampel pertama dipanen satu hari setelah hujan, sementara sampel kedua dipanen tiga hari setelah hujan, dan sampel pengulangan ketiga dipanen setelah satu minggu tanpa hujan. Kondisi cuaca memiliki dampak besar pada kadar minyak dalam serai wangi. Penelitian ini sejalan dengan pandangan, yang menyatakan bahwa kadar minyak serai wangi dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk iklim, usia tanaman, kesuburan tanah, dan metode penyulingan. Kadar minyak yang dihasilkan oleh serai wangi yang dipanen selama musim kemarau cenderung lebih tinggi daripada yang dipanen selama musim hujan [2].

3.2. Rendemen Hasil Distilasi Serai Wangi

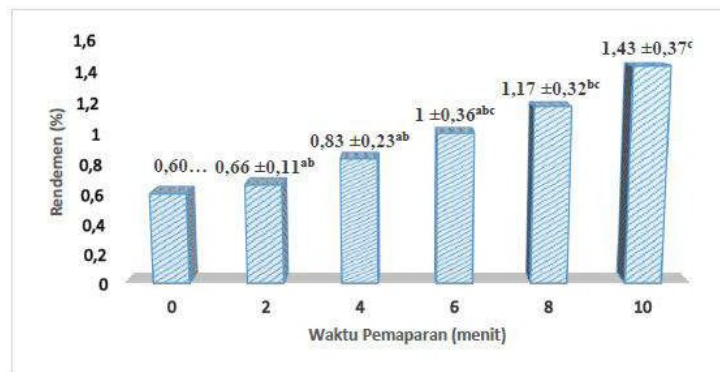
Hasil distilasi menunjukkan bahan dengan perlakuan lama waktu pemaparan serai wangi menggunakan oven *microwave* memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap rendemen minyak yang dihasilkan. Hasil nilai rendemen minyak serai wangi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Nilai Rendemen Minyak Serai Wangi

Perlakuan	Rendemen (%) $\pm$ SD			Peningkatan (%)
Tanpa <i>microwave</i>	0,6	$\pm$ 0,10	a	0
2 menit	0,66	$\pm$ 0,11	ab	10
4 menit	0,83	$\pm$ 0,23	ab	38,33
6 menit	1	$\pm$ 0,36	abc	66,67
8 menit	1,17	$\pm$ 0,32	bc	95
10 menit	1,43	$\pm$ 0,37	c	138,33
KK = 28,93%				

Keterangan : SD= Standar Deviasi. KK= Koefisien Keragaman. Angka-angka pada

lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji DNMRT pada taraf 5%.



Gambar 1. Diagram perolehan rendemen minyak serai wangi

Tabel 2 menjelaskan bahwa rata-rata rendemen minyak hasil distilasi serai wangi berkisar antara 0,60% - 1,43%. Rendemen terendah diperoleh dari perlakuan kontrol (serai wangi tanpa pemaparan dengan *microwave*) sebesar 0,6%, sedangkan rendemen tertinggi sebesar 1,43% diperoleh dari pemaparan serai wangi dengan *microwave* selama 10 menit.

Minyak serai wangi tanpa pemaparan *microwave* (P0) diperoleh rendemen sebesar 0,60%, perolehan rendemen yang rendah disebabkan oleh kadar air yang tinggi yang terkandung dalam daun serai wangi sehingga saat proses distilasi minyak atsiri yang terdapat pada daun sulit untuk diekstrak. Perolehan rendemen hasil distilasi dengan perlakuan pelayuan bahan selama 2 hari pada penelitian [4] didapatkan rendemen sebesar 1,95%, perolehan rendemen lebih besar jika dibandingkan dengan rendemen hasil distilasi daun segar yaitu sebesar 0,68%. Perlu dilakukan pelayuan pada bahan untuk mengurangi kadar air karena kadar air berpengaruh terhadap rendemen minyak serai wangi yang dihasilkan [1].

Pada penelitian Murni (2020) rendemen serai dapur dengan pre-treatment pemaparan bahan dengan gelombang mikro selama 2 menit yaitu 1,23%, rendemen minyak serai dapur yang diperoleh 1,4 kali lebih tinggi dibandingkan dengan rendemen minyak serai dapur tanpa pretreatment dengan gelombang mikro yaitu sebesar 0,93%. Pada penelitian ini peningkatan durasi paparan gelombang mikro meningkatkan rendemen minyak serai wangi, rendemen meningkat menjadi 0,66% pada pemaparan selama 2 menit (P1), kemudian terus meningkat secara bertahap pada pemaparan 4 menit (P2), 6 menit (P3), 8 menit (P4), hingga mencapai rendemen tertinggi sebesar 1,43% pada pemaparan *microwave* 10 menit (P5) [7].

Hal ini menunjukkan bahwa paparan gelombang mikro pada daun serai wangi dapat meningkatkan rendemen distilasi secara signifikan, mencapai puncaknya pada durasi pemaparan bahan selama 10 menit. Semakin lama daun serai wangi terpapar oleh gelombang mikro maka sel yang ada pada daun akan rusak sehingga minyak atsiri yang terkandung di dalamnya lebih mudah menguap saat di distilasi. Hasil penelitian ini sejalan pendapat, peningkatan suhu dan durasi proses pengeringan mengurangi kadar air dalam bahan serta pori-pori sel jaringan minyak atsiri yang terlindungi oleh air terbuka. Dampaknya, proses pengeringan dan penyulingan menjadi lebih efisien karena minyak atsiri lebih mudah menguap [20].



3.3. Karakteristik Minyak Serai Wangi

Sampel untuk karakterisasi minyak serai wangi yang digunakan adalah perolehan minyak serai wangi dengan rendemen tertinggi yaitu pada perlakuan pemaparan bahan selama 10 menit. Pengujian dilakukan terhadap beberapa karakteristik minyak serai wangi yang kemudian dibandingkan dengan SNI 06-3953-1995. Hasil analisa pada minyak serai wangi dapat dilihat pada Tabel 3.

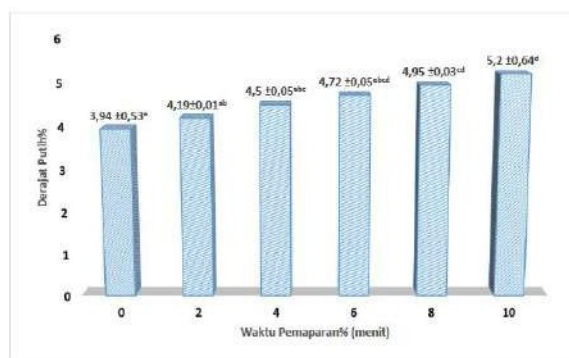
Tabel 3. Karakteristik Minyak Serai Wangi

No	Parameter	SNI 06-3953-1995	Hasil Pengamatan	Kesesuaian dengan SNI
1	Warna	Kuning pucat sampai kuning kecokelat-cokelatan	Kuning Pucat	✓
2	Bobot jenis (gr/ml)	0,880 - 0,922	0,892	✓
3	Indeks Bias	1,466 - 1,475	1,473	✓
4	Total geraniol (%)	min. 85	20,39	×
5	Total citronellal (%)	min. 35	17,28	×
6	Kelarutan dalam etanol 80%	1 : 2 jernih seterusnya jernih sampai opalesensi	1 : 2 jernih	✓

3.3.1. Warna Minyak Serai Wangi

Pengamatan terhadap warna minyak serai wangi dilakukan secara visual menggunakan indra penglihatan secara langsung terhadap sampel minyak. Dari hasil pengamatan diketahui warna minyak serai wangi yang dihasilkan yaitu berwarna kuning pucat. Warna minyak serai wangi pada penelitian ini telah memenuhi SNI 06-3953-1995 yang menyatakan warna minyak serai wangi yaitu kuning pucat sampai kuning kecokelat-cokelatan. Warna pada serai wangi yang diamati lebih kurang sama setiap perlakuan, tidak terlihat perbedaan.

Derajat putih mencerminkan kapasitas suatu materi untuk memantulkan cahaya yang diterima oleh materi, semakin tinggi nilai tingkat keputihan, semakin putih warna dari materi [21]. Untuk itu dilakukan uji warna menggunakan spektrofotometer untuk mengetahui perbedaan derajat putih pada sampel minyak serai wangi dalam skala satuan $L^*a^*b^*$. Nilai rata-rata derajat putih minyak serai wangi dengan perlakuan pendahuluan pemaparan dengan *microwave* dapat dilihat pada diagram dalam Gambar 2.



Keterangan : Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji DNMRT pada taraf 5%.

Gambar 2. Diagram nilai derajat putih minyak serai wangi

Pada Gambar 2 dapat dilihat hasil uji lanjut terhadap nilai derajat putih minyak serai wangi yang diberikan enam perlakuan berbeda, memiliki nilai yang berbeda nyata. Hasil perhitungan derajat putih minyak serai wangi menunjukkan nilai tertinggi pada perlakuan P5 sebesar 5,20% sedangkan yang terendah pada perlakuan P0 sebesar 3,94%. Dari data tersebut dapat diketahui semakin lama pemaparan yang diberikan kepada sampel bahan serai wangi, maka semakin tinggi nilai derajat putih pada sampel minyak serai wangi. Nilai derajat putih yang tinggi mengindikasikan semakin pekatnya warna serai wangi. Omarta (2021) menyebutkan bahwa perubahan warna pada minyak dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti proses hidrolisis dan *organologam* dalam minyak. Selain itu, dalam beberapa situasi, semakin tinggi tekanan yang diterapkan selama proses penyulingan, warna minyak yang dihasilkan dapat menjadi lebih gelap. Penyebabnya adalah pada tekanan tinggi, suhu di dalam ketel juga meningkat. Peningkatan suhu pada tekanan tinggi dapat menyebabkan pelepasan lebih banyak klorofil yang memberikan warna pada minyak. Selain itu, pada tekanan tinggi, terjadi polimerisasi termal yang mengakibatkan perubahan warna minyak menjadi lebih gelap [22].



3.3.2. Bobot Jenis

Bobot jenis merupakan perbandingan massa bahan dengan volume yang ditempatinya. Minyak serai wangi yang dianalisis dalam penelitian ini merupakan hasil dari kombinasi minyak serai wangi yang berasal dari berbagai perlakuan. Hal ini disebabkan oleh jumlah volume yang dihasilkan dari setiap perlakuan yang terbilang sangat kecil, sehingga tidak memadai untuk melaksanakan analisis bobot jenis secara terpisah. Standar bobot jenis minyak serai wangi, seperti yang dijabarkan dalam SNI 06-3593-1995, menetapkan rentang nilai antara 0,880 hingga 0,922 g/ml pada suhu 25°C. Hasil analisis menunjukkan bahwa bobot jenis minyak serai wangi dalam penelitian ini telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu sebesar 0,892 g/ml.

3.3.3. Indeks Bias

Indeks bias pada penelitian ini di analisa untuk menentukan kemurnian minyak serai wangi berdasarkan sifat fisiknya sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Standar mutu minyak *atsiri sereh* wangi yang telah dijelaskan dalam SNI 06-3593-1995 (BSN, 1995) pada kondisi temperatur 25 °C adalah 1,466 – 1,475. Secara keseluruhan, perlakuan pemaparan serai wangi dengan *microwave* pada penelitian menghasilkan minyak *atsiri sereh* wangi dengan indeks bias yang telah memenuhi standar yang telah ditetapkan yaitu sebesar 1,473. Kandungan air dalam minyak atsiri yang dapat mempengaruhi indeks bias. Air memiliki indeks bias yang berbeda dengan minyak, dan kadar air yang tinggi dapat mengubah nilai indeks bias secara signifikan [18].

3.3.4. Kelarutan Minyak Dalam Etanol 80%

Pengujian kelarutan minyak serai wangi dalam etanol dilakukan dengan mengukur tingkat kekeruhan, dan hasilnya diinterpretasikan sebagai sejauh mana minyak atsiri tersebut terlarut, baik sebagian maupun sepenuhnya. Minyak atsiri dari serai wangi membentuk larutan yang jernih dan cerah sesuai dengan perbandingan yang telah ditetapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak serai wangi yang diuji mengalami perubahan warna menjadi bening ketika ditambahkan etanol 80% sebanyak 2,2 ml. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa minyak serai wangi yang dihasilkan dapat larut dalam etanol 80% dengan perbandingan 1:2, sesuai dengan standar yang tertera dalam SNI 06-3593-1995 (BSN, 1995).

3.4. Analisis GC-MS Minyak Serai Wangi

Analisis GC-MS minyak serai wangi dilakukan pada perolehan rendemen tertinggi dari distilasi serai wangi dengan perlakuan pendahuluan pemaparan daun serai wangi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis GC-MS 5 senyawa utama serai wangi

No	Nama Senyawa	Pemaparan selama 10 menit	Tanpa Pemaparan
1	Citronellal (%)	17,28	5,69
2	Citronellol (%)	9,88	20,37
3	Geraniol (%)	20,39	3,47
4	Citronellol acetate (%)	6,28	2,5



5	Geranyl acetate (%)	14,2	19,26
---	---------------------	------	-------

Dari tabel 4 dapat dilihat lima komponen utama minyak serai wangi dengan pemaparan *microwave* selama 10 menit diperoleh kadar *citronellal* 17,28%, kadar *geraniol* 20,39%, kadar *citronellol* 9,88%, *Citronellol acetate* 6,28% dan kadar *geranyl acetat* 14,20%. Minyak serai wangi dalam penelitian ini belum memenuhi SNI 06-3953-1995 yang menyatakan kandungan *citronellal* 35% dan *geraniol* 85%. Pemaparan serai wangi dengan *microwave* dapat meningkatkan kadar senyawa utama minyak serai wangi jika dibandingkan dengan tanpa pemaparan *microwave* namun masih belum memenuhi SNI. Terlihat pada Tabel 4 perolehan senyawa utama minyak serai wangi dengan pemaparan *microwave* lebih tinggi dibandingkan tanpa pemaparan, kecuali pada senyawa *Geranyl acetate* yaitu sebesar 14,20%.

Rendahnya kadar *citronellal* dan *geraniol* dalam penelitian ini dipengaruhi oleh jenis serai wangi yang digunakan. Dari hasil percobaan GC-MS minyak serai wangi dari lokasi yang sama diperoleh kadar *citronellal* sebesar 4,1% dan kadar *geraniol* sebesar 20,8 %. Menurut Dacosta (2017), perbedaan kadar senyawa pada minyak serai wangi dipengaruhi oleh kesuburan tanah tempat tumbuh serai wangi dan umur serai wangi [16]. Perolehan kadar *citronellal* yang rendah juga terjadi pada penelitian Omarta (2021) dengan perolehan kadar *citronellal* sebesar 6,42%. Penurunan kadar *citronellal* terjadi karena bahan yang terlalu lama terpapar panas yang tinggi sehingga akan menyebabkan senyawa *citronellal* terdekomposisi menjadi senyawa *isopren*. Senyawa *citronellal* dan *geraniol* bersifat volatil sehingga pemanasan yang terlalu lama akan menyebabkan hilangnya kadar senyawa tersebut [22].

Untuk mengetahui kadar senyawa dalam minyak serai wangi tanpa perlakuan maka dilakukan analisis pada minyak serai wangi tiap jam selama 4 jam proses distilasi dengan alat distilasi uap dan air skala pilot plan. Karakteristik komponen penyusun minyak serai wangi dengan analisis GC-MS selama 4 jam distilasi serai wangi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik komponen penyusun minyak serai wangi dengan analisis GC-MS selama 4 jam distilasi serai wangi

No	Nama Senyawa	Jam ke-1	Jam ke-2	Jam ke-3	Jam ke-4
1	Citronellal (%)	7.12	3.40	2.74	3.17
2	Geraniol (%)	19.71	22.14	20.89	20.66
3	Citronellol (%)	4.27	3.03	-	3.57
4	Citronellol acetate (%)	2.44	2.83	2.55	2.52



5	Geranyl acetate (%)	17.09	23.75	23.19	22.59
	Volume Minyak (ml)	14	4,6	2	1

Dari tabel 5 dapat di lihat kadar *citronellal* mengalami penurunan setelah jam pertama sedangkan *geraniol* mengalami peningkatan kadar pada jam kedua penemuan ini sejalan dengan pendapat Ketaren (1985), Penurunan kadar *citronellal* lebih cepat dibandingkan kadar *geraniol* disebabkan *citronellal* mempunyai titik didih yang lebih rendah (225°C) dibandingkan dengan titik didih *geraniol* (230°C) sehingga senyawa *citronellal* lebih cepat menguap.

3.5. Break Even Point (BEP) pada Skala Usaha Kecil Menengah (UKM)

Perhitungan BEP dalam penelitian ini dilakukan perhitungan nilai BEP Volume Produksi dan BEP Harga Produksi. BEP Volume Produksi dihitung dengan membandingkan total biaya produksi dengan harga jual minyak serai wangi. Kemudian BEP Harga Produksi dihitung dengan perbandingan total biaya produksi dan total produksi per tahun. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan nilai BEP minyak serai wangi dengan perlakuan menggunakan Oven *microwave* pada pelayuan, yang kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan nilai BEP produksi minyak serai wangi tanpa menggunakan Oven *microwave* pada proses pelayuannya. Untuk menghitung total biaya produksi perlu diketahui besar biaya tetap dan biaya tidak tetap pada produksi minyak serai wangi.

3.5.1. Perhitungan BEP Produksi Minyak Serai Wangi Menggunakan Oven *Microwave*

Perhitungan hasil analisis *Break Even Point* dalam penyulingan serai wangi dengan perlakuan pendahuluan pemaparan daun serai wangi dengan gelombang mikro dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{BEP Volume Produksi} &= \frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Harga Jual}} \\ &= \frac{\text{Rp } 65.632.600 / \text{Tahun}}{\text{Rp } 237.502,7} \\ &= 276,74 \text{ Liter/Tahun}\end{aligned}$$

Dari hasil analisa perhitungan di atas maka didapatkan nilai *break even point* terhadap volume produksi yaitu sebesar 276,74 liter minyak serai wangi dalam satu tahun produksi. *Break even point* merupakan titik dimana pendapatan dan biaya menjadi seimbang, usaha tidak mengalami keuntungan atau kerugian. Dengan demikian bisa disimpulkan bahwa usaha penyulingan serai wangi ini membawa keuntungan karena nilai *break even point* yang dihasilkan lebih rendah dari hasil produksi pada usaha penyulingan serai wangi dengan perlakuan pendahuluan pemaparan daun serai wangi dengan gelombang mikro yaitu sebesar 360 liter/tahun.

$$\begin{aligned}\text{BEP Harga Produksi} &= \frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Total Produksi}} \\ &= \frac{\text{Rp. } 65.632.600 / \text{Tahun}}{360 \text{ Liter/Tahun}} \\ &= \text{Rp. } 182.312,7 / \text{Liter}\end{aligned}$$



Penghitungan *Break Even Point* (BEP) terhadap harga produksi dilakukan guna menentukan titik impas modal berdasarkan harga yang dapat diberikan per unit produk sejalan dengan penerimaannya. Dalam konteks produksi minyak serai dengan perlakuan pendahuluan pemaparan daun serai wangi dengan gelombang mikro, diketahui bahwa titik balik modal penjualan tercapai pada penerimaan sebesar Rp. 182.312,7 per liter nya.

3.5.2. Perhitungan BEP Produksi Minyak Serai Wangi Tanpa Oven *Microwave*

Perhitungan hasil analisis *Break Even Point* dalam penyulingan serai wangi dengan perlakuan pendahuluan pemaparan daun serai wangi dengan gelombang mikro dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{BEP Volume Produksi} &= \frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Harga Jual}} \\ &= \frac{\text{Rp 48.382.000 /Tahun}}{\text{Rp 327.586,4}} \\ &= 147,69 \text{ Liter/Tahun}\end{aligned}$$

Dari hasil analisa perhitungan di atas maka didapatkan nilai *break even point* terhadap volume produksi yaitu sebesar 147,69 liter minyak serai wangi dalam satu tahun produksi. Maka dapat disimpulkan bahwa usaha mencapai titik impas atau tidak mengalami kerugian karena nilai *break even point* yang dihasilkan lebih rendah dari hasil produksi pada usaha penyulingan serai wangi yaitu sebesar 192 liter/tahun.

$$\begin{aligned}\text{BEP Harga Produksi} &= \frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Total Produksi}} \\ &= \frac{\text{Rp. 48.382.000 /Tahun}}{192 \text{ Liter/Tahun}} \\ &= \text{Rp. 251.989,6 /Liter}\end{aligned}$$

Penghitungan *Break Even Point* (BEP) terhadap harga produksi dilakukan guna menentukan titik impas modal berdasarkan harga yang dapat diberikan per unit produk sejalan dengan penerimaannya. Dalam produksi minyak serai wangi tanpa perlakuan pendahuluan pemaparan daun serai wangi dengan gelombang mikro, diketahui bahwa titik balik modal penjualan tercapai pada penerimaan sebesar Rp 251.989,6 per liter nya.

3.5.3. Kesimpulan Perhitungan Nilai BEP

Dari perhitungan nilai BEP produksi dengan perlakuan pendahuluan pemaparan serai wangi dengan *microwave* di dapatkan nilai BEP harga produksi Rp. 182.312,7 /Liter dan nilai BEP volume produksi sebesar 276,74 Liter/Tahun. Hasil BEP produksi telah mencapai titik impas karena tidak lebih besar dari harga jual sebesar Rp. 237.502,7 per liter dan produksi minyak serai wangi sebanyak 360 liter dalam setahun. Nilai BEP produksi minyak serai wangi tanpa pemaparan *microwave* juga mencapai titik impas dengan BEP volume produksi sebesar 147,69 Liter/Tahun dan BEP harga produksi sebesar Rp. 251.989,6 /Liter. Produksi minyak serai wangi dalam satu tahun jika tidak menggunakan oven *microwave* yaitu



sebanyak 192 liter dengan harga jual per liternya sebesar Rp. 327.586,4. Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan jika menggunakan oven *microwave* keuntungan yang di dapatkan lebih tinggi karena jumlah produksi per tahunnya lebih tinggi dibandingkan tanpa menggunakan oven *microwave*.

IV. Kesimpulan

Penelitian yang berjudul pemanfaatan *microwave* untuk meningkatkan rendemen distilasi serai wangi studi kasus perbedaan waktu pemaparan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Perlakuan pendahuluan pemaparan daun serai wangi menggunakan *microwave* berpengaruh nyata terhadap rendemen distilasi serai wangi, semakin lama waktu pemaparan serai wangi menggunakan *microwave* maka rendemen yang diperoleh akan semakin banyak.
- 2) Karakteristik minyak serai wangi dengan rendemen tertinggi dari pemaparan serai wangi menggunakan *microwave* selama 10 menit adalah nilai bobot jenis 0,892 g/ml, nilai indeks bias 1,473, larut 1 : 2 dalam etanol 80%, warna kuning pucat, serta kadar senyawa *citronellal* dan *geraniol* sebesar 17,28% dan 20,39%.
- 3) Hasil analisa BEP terhadap volume produksi minyak serai wangi dengan perlakuan pendahuluan pemaparan menggunakan *microwave* selama 10 menit mencapai titik impas volume produksi sebesar 276,74 liter per tahunnya. Dan nilai BEP harga produksi mencapai titik impas sebesar Rp 182.312,7 per liternya.

V. Referensi

- [1] A. M. Gumelar, E. Ersan, and D. Supriyatdi, "Pengaruh Lama Pelayuan dan Pencacahan Daun Serai Wangi (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor) pada Rendemen dan Mutu Citronella Oil," *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, vol. 10, no. 1, pp. 1–8, May 2022, doi: 10.25181/jaip.v10i1.1644.
- [2] A. Sulaswatty, M. S. Rusli, H. Abimanyu, and S. Tursiloadi, *Quo Vadis Minyak Serai Wangi dan Produk Turunannya*. Jakarta: LIPI, 2019.
- [3] A. Juliarti, N. Wijayanto, I. Mansur, and T. Koesoemaningtyas, "Citronella (*Cymbopogon nardus* L.) Oil Yield Analysis Planted with Agroforestry and Monoculture Patterns on Post-Coal Mining Revegetation Land," *Jurnal Sylva Lestari*, vol. 8, no. 2, p. 181, May 2020, doi: 10.23960/jsl28181-188.
- [4] B. Br. Sembiring and F. Manoi, "Pengaruh Pelayuan dan Penyulingan terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus*)," in *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*, 2015, pp. 447–452. doi: 10.25181/PROSEMNAS.V0I0.564.
- [5] M. I. Nugraha, S. Prajogo, and I. Yuliyani, "Perancangan Ulang Tangki Penyulingan Minyak Atsiri Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus*) Kapasitas 600 Kilogram," *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, vol. 13, no. 01, pp. 866–873, Jul. 2022, doi: 10.35313/irwns.v13i01.4180.
- [6] B. Gotama and A. Sasongko, "Ultrasonic Following Steam-Hydro Distillation : Intensifikasi Proses pada Penyulingan Minyak Serai Wangi dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik," *JST (Jurnal Sains Terapan)*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, Apr. 2020, doi: 10.32487/jst.v6i1.771.
- [7] Ir. , M. S. W. Murni, T. M. Setyoningrum, and G. Haryono, "Destilasi Uap Minyak Atsiri dari Tanaman Serai Dapur (*Cymbopogon citratus*) dengan Pretreatment menggunakan Microwave," *Eksergi*, vol. 17, no. 1, p. 15, Apr. 2020, doi: 10.31315/e.v17i1.3300.
- [8] M. F. Rosadah, "Pengaruh Lama Waktu Pemaparan Gelombang Mikro terhadap Ekstraksi Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.)," Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2020.
- [9] L. Chupin, S. L. Maunu, S. Reynaud, A. Pizzi, B. Charrier, and F. Charrier-EL Bouhtoury, "Microwave Assisted Extraction of Maritime Pine (*Pinus Pinaster*) Bark: Impact of Particle Size and Characterization," *Ind Crops Prod*, vol.



- 65, pp. 142–149, Mar. 2015, doi: 10.1016/j.indcrop.2014.11.052.
- [10] Y. E. Feriyanto, P. J. Sipahutar, M. Mahfud, and P. Prihatini, "Pengambilan Minyak Atsiri Dari Daun dan Batang Serai Wangi (*Cymbopogon Winterianus*) Menggunakan Metode Distilasi Uap dan Air dengan Pemanasan Microwave," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 2, no. 1, p. f-93-f-97, 2013, doi: 10.12962/J23373539.V2i1.2347.
- [11] M. P. Y. Kawulur, S. D. Boedi, A. Sirun, and N. Pinangkaan, "Experimental Study of Distillation Equipment for Making Essential Oils from Citronella Plants using the Fractionation Column Method," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, vol. 12, no. 1, pp. 48–54, Dec. 2022, doi: 10.35940/ijitee.A9378.1212122.
- [12] S. Susanti, *Modul Teknologi Minyak Atsiri dan Rempah*. Semarang: PENERBIT UNDIP, 2022.
- [13] S. Asfiah, "Modifikasi Deanstark Upaya Efisiensi Proses Distilasi Uap Minyak Biji Pala dalam Praktikum Kimia Organik," *Indonesian Journal of Laboratory*, vol. 2, no. 1, pp. 10–15, Apr. 2020, doi: 10.22146/ijl.v2i1.54161.
- [14] S. G. Sipahelut and I. Telussa, "Karakteristik Minyak Atsiri dari Daging Buah Pala Melalui Beberapa Teknologi Proses Characteristic of The Essential Oil of Fruit Nutmeg by Some Process Technology," *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. IV, no. 2, pp. 126–134, 2011.
- [15] M. Ridwan, S. Darmanto, A. Nugroho, and D. Y. Tadeus, "Rancang Bangun Peralatan Penyulingan Minyak Atsiri Skala Kecil," *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat UNDIP 2020*, vol. 1, no. 1, pp. 637–640, Dec. 2020, Accessed: Mar. 06, 2025. [Online]. Available: <https://proceedings.undip.ac.id/index.php/semnasppm2019/article/view/415>
- [16] M. Dacosta, S. K. Sudirga, and I. K. Muksin, "Perbandingan Kandungan Minyak Atsiri Tanaman Sereh Wangi (*Cymbopogon Nardus* L. Rendle) yang Ditanam di Lokasi Berbeda," *SIMBIOSIS*, vol. 1, pp. 25–31, Mar. 2017, doi: 10.24843/JSIMBIOSIS.2017.v05.i01.p06.
- [17] E. Guenther, *Minyak Atsiri*. Jakarta: UI Press, 1987.
- [18] S. Fatimah and D. K. Y. Putri, "Essential Oil Extraction from Citronella (*Cymbopogon nardus* (L.)) Using Solvent Free Microwave Extraction Method (SFME)," *Journal of Biobased Chemicals*, vol. 2, no. 1, pp. 52–60, Aug. 2022, doi: 10.19184/jobc.v2i1.120.
- [19] Q. A'yun, B. Hermana, and U. Kalsum, "Analisis Rendemen Minyak Atsiri Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus* (L.) pada Beberapa Varietas)," *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, vol. 4, no. 2, pp. 160–173, Dec. 2020, doi: 10.35760/jpp.2020.v4i2.3343.
- [20] S. Sukardi, H. Y. Setyawan, M. H. Pulungan, and I. T. Ariy, "Ekstraksi Minyak Atsiri Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia Purpurata*, K.Schum.) Metode Destilasi Uap dan Air," *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, vol. 13, no. 1, pp. 19–28, Nov. 2021, doi: 10.35891/tp.v13i1.2741.
- [21] N. Wa ode, E. Darmawati, S. S. Mardjan, and N. Khumaida, "Komposisi Fisikokimia Tepung Ubi Kayu dan Mocaf dari Tiga Genotipe Ubi Kayu Hasil Pemuliaan," *Jurnal Keteknikan Pertanian*, vol. 8, no. 3, pp. 97–104, Mar. 2021, doi: 10.19028/jtep.08.3.97-104.
- [22] O. Omarta, A. Jayuska, and I. H. Silalahi, "Karakterisasi Komponen Destilat Minyak Sereh Wangi (*Cymbopogon Nardus* L. Rendle) dari Kecamatan Kuala Behe Kabupaten Landak," *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, vol. 3, no. 3, p. 33, Apr. 2021, doi: 10.26418/indonesian.v3i3.44155.