

Ekstraksi Minyak Atsiri Jahe (*Zingiber officinale*) dengan Proses Distilasi: Pengaruh Jenis Jahe dan Metode Distilasi

Extraction of Ginger (*Zingiber officinale*) Essential Oil using the Distillation Process: Effect of Ginger Type and Distillation Method

Elvianto Dwi Daryono*, Gading F Hutasoit

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang, Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang 65143, Indonesia

Artikel histori :

Diterima 31 Desember 2023
Diterima dalam revisi 22 Januari 2024
Diterima 24 Januari 2024
Online 3 Maret 2024

ABSTRAK: Minyak atsiri jahe merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia yang sangat potensial untuk dikembangkan. Minyak atsiri jahe banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti industri parfum, kosmetik, essence, farmasi dan flavoring agent. Mutu minyak atsiri yang rendah merupakan kendala mengapa minyak atsiri jahe Indonesia kurang laku di pasaran luar negeri. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh jenis jahe (jahe gajah, jahe emprit dan jahe merah) serta metode destilasi (distilasi air dan distilasi uap-air) untuk mendapatkan minyak jahe dengan kualitas yang baik. Penelitian dilakukan dengan pengecilan ukuran jahe yang telah dibersihkan, pengeringan irisan jahe dan proses distilasi. Minyak hasil distilasi yang telah dipisahkan kemudian dianalisa. Dari hasil analisa dan perhitungan menunjukkan bahwa setiap jenis jahe mempunyai komposisi dan kandungan minyak jahe yang berbeda. Jahe merah mempunyai rendemen terbesar yaitu 0,342 % dengan kandungan minyak (sineol) sebesar 11,39 %. Metode penyulingan mempengaruhi rendemen dan kualitas minyak jahe yang dihasilkan, dimana metode yang paling baik adalah metode penyulingan air dan uap. Jahe merah mempunyai kualitas minyak jahe terbaik yaitu massa jenis 0,8828 g/mL, bilangan asam 1,136 mg KOH/g, bilangan ester 7,980 mg KOH/g serta memenuhi standart SNI 06-1312-1998.

Kata Kunci: distilasi; jahe merah; minyak atsiri jahe; rendemen; sineol

ABSTRACT: Ginger essential oil is a highly potential export commodity for Indonesia. Widely utilized in various industries such as perfume, cosmetics, essence, pharmaceuticals, and flavoring, ginger essential oil faces market challenges due to its inferior quality. This study aims to investigate the influence of ginger types (Elephant ginger, Emprit ginger, and Red ginger) and distillation methods (water distillation and steam-water distillation) on obtaining high-quality ginger oil. The research was conducted by reducing the size and slicing of cleaned ginger, drying ginger slices, and undergoing the distillation process according the operation condition. The separated distillation oil is subsequently analyzed. The results of the analysis and calculations indicate that each type of ginger has different compositions and ginger oil contents. Red ginger has the highest yield at 0.342%, with a ginger oil content (cineol) of 11.39%. Distillation methods influence the yield and quality of the ginger oil produced, with the water and steam distillation method being the most effective. Red ginger has the highest quality ginger oil, with a density of 0.8828 g/mL, acid value of 1.136 mg KOH/g, ester value of 7.980 mg KOH/g, and complies with the SNI 06-1312-1998 standard.

Keywords: distillation; red ginger; ginger essential oil; yield; cineole

1. Pendahuluan

Tanaman jahe (*Zingiber officinale*) telah lama digunakan masyarakat Indonesia sebagai bahan obat-obatan maupun sebagai penambah aroma masakan (Mierza et al., 2023).

Jahe jika diekstraksi akan dihasilkan 2 bahan yaitu minyak atsiri dan oleoresin, tergantung metode dan bahan pengeksraksinya. Rasa pedas pada jahe disebabkan karena adanya oleoresin. Oleoresin bisa diekstraksi dengan pelarut polar seperti etanol. Pada ekstraksi oleoresin jahe emprit

* Corresponding Author:

Email: elviantodaryono@lecturer.itn.ac.id

dengan pelarut etanol didapatkan yield 9,98% (Daryono, 2012). Dari data BPS diketahui produksi jahe Indonesia pada tahun 2020 mencapai 183.517 ton (Iskandar et al., 2023). Indonesia sebagai salah satu negara penghasil jahe terbesar, hanya mampu mengeksport minyak atsiri jahe 0,4% dari total minyak atsiri yang diekspor (Muyassaroh, 2021). Minyak atsiri jahe mengandung komponen zingiberine, curcumene, sitral, sineol dan zingiberol (Muyassaroh, 2021). Minyak atsiri jahe digunakan untuk industri kosmetik, makanan, aromaterapi dan farmasi (Sukmawati & Sunaryo, 2022). Kandungan komponen pada minyak atsiri jahe bersifat sebagai antioksidan (Erdogan, 2022).

Dewasa ini Indonesia dihadapkan pada dua masalah utama yaitu, mutu rendah dan harga yang berfluktuasi. Mutu minyak atsiri yang rendah merupakan akumulasi dari mutu bahan baku tanaman atsiri yang rendah dan tidak seragam, penggunaan alat penyulingan, teknologi proses yang belum terstandar, serta kurangnya insentif harga bagi minyak atsiri yang bermutu baik. Melihat besarnya potensi minyak atsiri jahe sebagai komoditas ekspor, maka minyak atsiri jahe sangat bagus untuk terus dikembangkan guna meningkatkan mutu minyak atsiri jahe dengan metode ekstraksi yang lebih baik dan menguntungkan untuk memperoleh rendemen minyak atsiri jahe yang lebih besar.

Penelitian ekstraksi minyak atsiri jahe dengan menggunakan pelarut telah banyak dilakukan. Ekstraksi minyak atsiri jahe emprit dengan pelarut gabungan n-heksana dan etanol menghasilkan yield 1,3% (Wulandari et al., 2017). Pada ekstraksi minyak atsiri jahe gajah dengan pelarut air menghasilkan yield 1,07% (Andari & Nuryani, 2020). Ekstraksi minyak atsiri jahe merah dengan pelarut etanol mendapatkan zingiberine dengan konsentrasi 31,43% (Nur et al., 2020). Ekstraksi minyak atsiri dengan rasio berat jahe merah:n-heksana = 1:11 menghasilkan yield 6,7% (Rahmadani & Satrimafitrah, 2018). Ekstraksi minyak atsiri jahe merah dengan pelarut etanol menghasilkan yield 12,91%, bilangan ester 13,2 mg KOH/g yang memenuhi SNI 06-1312-1998 (Srikandi et al., 2020). Hasil penelitian ekstraksi minyak atsiri jahe dengan pelarut yang telah dilakukan sulit diterapkan untuk skala industri karena harga pelarut yang mahal.

Ekstraksi minyak atsiri jahe juga dilakukan dengan bantuan *microwave*. Ekstraksi minyak atsiri dengan menggunakan bantuan *microwave* akan didapatkan rendemen yang relatif tinggi dalam waktu yang relatif singkat (Murni et al., 2020). Pada ekstraksi minyak atsiri jahe merah dengan *microwave* mendapatkan rendemen 2,01% dan kadar zingiberine 6,72% pada daya 300 W (Muyassaroh, 2021). Hidrodistilasi jahe dengan *microwave* mendapatkan yield 1,71% dan konsentrasi zingiberene 27,79% pada daya 600 W dan rasio bahan:air = 1:8 (Argo et al., 2020). Ekstraksi minyak atsiri jahe juga dilakukan dengan fluida superkritis. Pada ekstraksi jahe dengan fluida superkritis didapatkan rendemen 2,99 mg/g pada suhu 40°C, tekanan 16 MPa dan waktu 6 jam (Sondari & Puspitasari, 2017). Proses ekstraksi minyak atsiri jahe dengan bantuan *microwave* dan fluida superkritis sulit diterapkan pada skala industri karena biaya operasinya mahal dan perlu standard keamanan proses yang tinggi.

Pada ekstraksi minyak atsiri jahe emprit dengan proses fermentasi selama 3 hari mendapatkan kadar zingiberen 50,21% (Setianingrum et al., 2019). Pengambilan minyak atsiri jahe merah dengan gabungan ekstraksi menggunakan enzim selulase 2% dan destilasi fraksinasi mendapatkan yield 0,34 pada waktu ekstraksi 180 menit (Chuddin & Swasono, 2023). Pada proses yang melibatkan mikroba untuk fermentasi dan enzim memerlukan tahapan proses yang panjang dan waktu yang lama untuk mendapatkan hasil yang optimal. Proses ekstraksi minyak atsiri jahe yang paling mungkin dilakukan dan memang sudah dilakukan pada skala industri adalah proses distilasi. Pada proses distilasi limbah ampas jahe instan selama 6 jam mendapatkan minyak atsiri 10 mL (Sukmawati & Sunaryo, 2022). Pada proses distilasi minyak atsiri jahe merah selama 4 jam mendapatkan yield 1,55%, minyak berwarna kuning bau khas jahe dan memenuhi SNI 06-1312-1998 (Iskandar et al., 2023). Distilasi minyak atsiri jahe merah segar selama 4 jam mendapatkan yield 0,3% (Azalia et al., 2020).

Penelitian-penelitian proses distilasi yang sudah dilakukan sebelumnya, kebanyakan hanya menyuling satu jenis jahe dengan menggunakan satu metode penyulingan saja. Berdasarkan banyaknya jenis jahe (jahe gajah, jahe emprit dan jahe merah) dan beberapa metode penyulingan yang ada (penyulingan dengan air, penyulingan dengan uap dan air, dan penyulingan dengan uap), serta dengan adanya berbagai macam hasil yang diperoleh dari penelitian sebelumnya terhadap penyulingan minyak jahe, maka penelitian ini dilakukan untuk membandingkan kualitas dan rendemen minyak jahe dengan menggunakan metode penyulingan yang berbeda (penyulingan dengan air, penyulingan dengan uap dan air) pada berbagai jenis jahe (jahe gajah, jahe emprit dan jahe merah). Sehingga dapat diketahui pengaruh jenis jahe dan metode penyulingan terhadap rendemen dan kualitas minyak jahe.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini ekstraksi minyak atsiri pada jahe dilakukan dengan proses distilasi. Bahan baku jahe didapatkan dari daerah Tumpang Kabupaten Malang dengan umur sekitar 10 bulan. Variasi yang digunakan adalah jenis metode distilasi dan jenis jahe yang digunakan. Analisa yang dilakukan sesuai dengan parameter standart mutu minyak atsiri jahe yaitu meliputi berat jenis, bilangan asam, bilangan ester dan kadar sineol.

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah satu set alat distilasi lengkap dengan kondensor, corong pemisah, piknometer, neraca digital, pipet tetes, *Erlenmeyer*, *beaker glass*, gelas ukur, statif dan klem, buret, karet penghisap, pipet volume dan pipet tetes. Bahan yang digunakan adalah jahe merah, jahe emprit, jahe gajah, *aquadest*, etanol, benzene, indikator pp, KOH, NaOH dan H₂SO₄.

2.2. Distilasi Minyak Atsiri Jahe

Jahe (jahe gajah, jahe emprit dan jahe merah) dibersihkan dari kotoran, kemudian diiris tipis dengan ketebalan 1-2 mm

dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan selama ± 7 hari. Kemudian mengisi tangki distilasi dengan aquadest sebanyak 25 L dan jahe sebanyak 5 kg. Menyalakan heater dan mengatur suhu destilasi 100°C serta mengatur keluar masuknya air pendingin pada kondensor. Setelah 6 jam membuka valve pengeluaran air pendingin pada kondensor dan membuka valve pengeluaran destilat (minyak dan air) dan kemudian ditampung. Distilat dipisahkan dengan corong pemisah. Minyak kemudian dianalisa yaitu berat jenis, bilangan asam, bilangan ester dan kadar sineol dengan GC. Rendemen (%) dihitung dengan persamaan 1.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Massa minyak atsiri}}{\text{Massa jahe}} \times 100\% \quad (1)$$

2.3. Analisa

2.3.1. Berat Jenis

Menimbang berat piknometer kosong dan kemudian memasukkan minyak atsiri kedalam piknometer. Menimbang piknometer yang sudah terisi sampel. Menghitung densitas (gr/mL) minyak atsiri dengan persamaan 2.

$$\text{Densitas} = \frac{\text{Berat pikno terisi} - \text{berat pikno kosong}}{\text{Volume piknometer}} \quad (2)$$

2.3.2. Bilangan Asam

Minyak atsiri jahe sebanyak 2 g dilarutkan dalam 8 mL etanol:benzene (1:1). Kemudian ditambah 5 tetes indikator pp dan dititrasi dengan KOH alkohol 0,2 N hingga berwarna merah muda. Bilangan asam (mg KOH/g sampel) dihitung dengan persamaan 3.

$$\text{Bilangan asam} = \frac{56,1 \times N \text{ KOH} \times \text{mL KOH}}{\text{Massa sampel}} \quad (3)$$

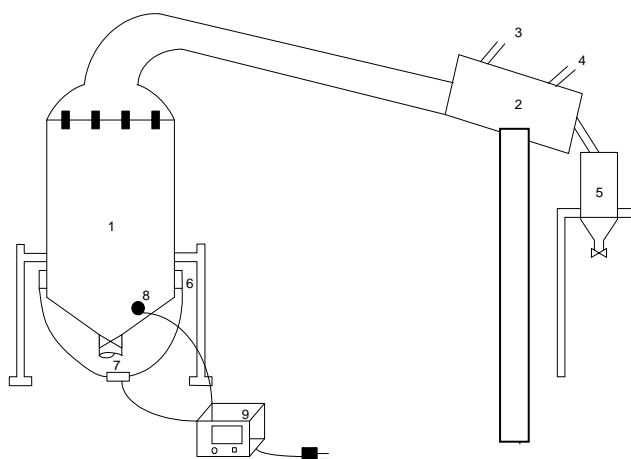
2.3.3. Bilangan Ester

Minyak atsiri jahe sebanyak 2 g dilarutkan dalam 8 mL etanol:benzene (1:1) yang sebelumnya dinetralkan dengan NaOH 0,1 N dan indikator pp. Kemudian larutan dinetralkan dengan KOH alkohol 0,2 N dan ditambahkan 25 mL KOH 0,5 N dan 5 tetes indikator pp. Larutan dididihkan selama 1 jam, didinginkan dan dititrasi dengan H₂SO₄ 0,25 N hingga berwarna merah muda. Bilangan ester (mg KOH/g sampel) dihitung dengan persamaan 4.

$$\text{Bilangan ester} = \frac{56,1 \times 0,25 \times \text{mL H}_2\text{SO}_4}{\text{Massa sampel}} \quad (4)$$

2.4. Diskripsi Alat

Gambar 1 menunjukkan peralatan distilasi yang digunakan pada penelitian. Jika digunakan sebagai distilasi air dan uap, di dalam tangki distilasi dipasang saringan sebagai tempat bahan baku dan air di bawah saringan akan menjadi uap yang akan mengekstraksi minyak.



Gambar 1. Peralatan proses distilasi

Keterangan gambar :

1. Kolom Distilasi
2. Kondensor
3. Pipa air pendingin keluar
4. Pipa air pendingin masuk
5. Tangki Penampung
6. Heater
7. Valve air buangan
8. Sensor suhu
9. Termocouple

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Distilasi Minyak Atsiri Jahe

Dari Tabel 1 diketahui bahwa dari kedua metode penyulingan yang digunakan terdapat perbedaan dalam menghasilkan minyak atsiri, hal ini disebabkan antara lain karena pada penyulingan dengan metode uap dan air, permukaan bahan hanya kontak dengan uap panas sehingga minyak jahe dapat lebih mudah menguap sehingga hasil yang diperoleh lebih maksimal. Pada metode penyulingan dengan air banyak rendemen minyak yang hilang (tidak tersuling) sehingga mengakibatkan mutu minyak yang diperoleh rendah.

Tabel 1. Data hasil perhitungan rendemen minyak atsiri jahe

Jenis jahe	Rendemen (%)	
	Distilasi uap & air	Distilasi air
Jahe gajah	0,290	0,114
Jahe emprit	0,308	0,140
Jahe merah	0,342	0,180

Hal tersebut dikarenakan oleh bahan yang seluruhnya terendam dengan air sehingga uap tidak kontak sempurna dengan bahan, selain itu volume pelarut yang digunakan kurang banyak serta waktu penyulingan yang kurang lama juga menyebabkan minyak yang keluar tidak maksimal. Dari

hasil penelitian diperoleh rendemen minyak jahe terbesar adalah dengan menggunakan metode penyulingan uap dan air. Secara keseluruhan jenis jahe yang mengandung minyak jahe terbesar adalah jahe merah yaitu sebesar 0,342 % dari jumlah bahan baku. Hasil ini lebih baik dari penelitian sebelumnya (Azalia et al., 2020) yang menghasilkan rendemen minyak atsiri jahe merah 0,32% dan penelitian Sondari & Puspitasari (2017) dengan yield 0,31%.

3.2. Analisa

Tabel 2 menunjukkan hubungan berat jenis dengan jenis jahe dan metode distilasi yang digunakan. Berat jenis sering dihubungkan dengan fraksi berat komponen-komponen yang terkandung didalamnya. Semakin besar fraksi berat yang terkandung dalam minyak, maka semakin besar pula nilai densitasnya. Dari hasil penelitian untuk metode penyulingan dengan air tidak dapat ditentukan berat jenisnya dikarenakan jumlah minyak jahe yang dihasilkan tidak mencukupi.

Tabel 2. Data hasil perhitungan berat jenis minyak atsiri jahe

Jenis jahe	Berat jenis (g/mL)	
	Distilasi uap & air	Distilasi air
Jahe gajah	0,8929	-
Jahe emprit	0,8882	-
Jahe merah	0,8828	-

Berat jenis minyak jahe yang sesuai dengan standar SNI 06-1312-1998 adalah jenis jahe emprit dan jahe merah dengan metode penyulingan uap dan air yaitu berkisar antara 0,8720 – 0,8890 g/mL. Hasil ini lebih baik dari hasil penelitian (Srikandi et al., 2020) yang mendapatkan berat jenis minyak atsiri jahe merah 0,8236 g/mL. Pada hidrodistilasi jahe merah selama 5 jam mendapatkan densitas minyak atsiri 0,871 g/mL (Iskandar et al., 2023).

Tabel 3. Data hasil perhitungan bilangan asam minyak atsiri jahe

Jenis jahe	Bilangan asam (mg KOH/g sampel)	
	Distilasi uap & air	Distilasi air
Jahe gajah	1,893	2,145
Jahe emprit	1,388	2,398
Jahe merah	1,136	1,893

Tabel 3 menunjukkan hubungan bilangan asam dengan jenis jahe dan metode distilasi yang digunakan. Bilangan asam yang semakin besar dapat mempengaruhi kualitas minyak atsiri yaitu dapat merubah bau khas dari minyak atsiri. Hal ini dapat disebabkan oleh lamanya penyimpanan minyak dan adanya kontak dengan sinar dan udara sekitar pada saat penyimpanan, karena sebagian komposisi minyak atsiri jika kontak dengan udara yang dikatalisi oleh cahaya akan membentuk senyawa asam. Semakin tinggi angka asam maka semakin banyak minyak yang terhidrolisis sehingga kualitas minyak atsiri akan semakin rendah. Semua data bilangan asam sesuai dengan standar SNI 06-1312-1998 yaitu maksimal 2 mg KOH/g sampel kecuali untuk jahe

gajah dan jahe emprit dengan metode distilasi air. Jenis jahe merah menggunakan metode penyulingan uap dan air memiliki kualitas terbaik karena memiliki bilangan asam terendah yaitu 1,136 mg KOH/g sampel. Hasil ini lebih baik dari hasil penelitian sebelumnya (Srikandi et al., 2020) yang mendapatkan bilangan asam minyak atsiri jahe merah 3,65 mg KOH/g sampel.

Tabel 4. Data hasil perhitungan bilangan ester minyak atsiri jahe

Jenis jahe	Bilangan ester (mg KOH/g sampel)	
	Distilasi uap & air	Distilasi air
Jahe gajah	12,132	30,813
Jahe emprit	7,027	25,652
Jahe merah	7,980	17,742

Tabel 4 menunjukkan hubungan bilangan ester dengan jenis jahe dan metode distilasi yang digunakan. Bilangan ester adalah jumlah mg KOH yang diperlukan untuk menyabunkan ester yang terdapat pada 1 gram minyak atsiri jahe. Dari hasil penelitian bilangan ester yang sesuai standar SNI 06-1312-1998 yaitu maksimal 15 mg KOH/g sampel didapatkan pada semua jenis jahe dengan metode distilasi air dan uap dan jahe dengan kualitas terbaik adalah jahe emprit dengan bilangan ester sebesar 7,027 mg KOH/g sampel. Pada ekstraksi minyak jahe merah dengan pelarut etil asetat mendapatkan bilangan ester 14,36 mg KOH/g sampel (Srikandi et al., 2020).

Berdasarkan hasil analisa minyak atsiri jahe dengan menggunakan metode gas chromatography diperoleh data untuk kandungan sineol yaitu untuk jahe merah adalah sebesar 11,39 % sedangkan untuk jahe emprit adalah sebesar 7,98 %.

4. Kesimpulan

Setiap jenis jahe mempunyai komposisi dan kandungan minyak jahe yang berbeda sehingga pada proses penyulingan dihasilkan minyak jahe dengan rendemen serta kandungan berbeda. Jenis jahe yang mempunyai rendemen terbesar adalah jahe merah yaitu sebesar 0,342 % dengan kandungan minyak atsiri (sineol) sebesar 11,39 %. Metode penyulingan yang digunakan mempengaruhi rendemen dan kualitas minyak jahe yang dihasilkan, dimana metode yang paling baik adalah metode penyulingan air dan uap. Jenis jahe yang mempunyai kualitas minyak jahe terbaik adalah jahe merah dengan massa jenis sebesar 0,8828 g/mL, bilangan asam sebesar 1,136 mg KOH/g sampel dan bilangan ester sebesar 7,980 mg KOH/g sampel serta standar minyak atsiri jahe SNI 06-1312-1998.

Daftar Pustaka

Andari, S., & Nuryani, P. (2020). Perbandingan kadar minyak atsiri dalam rimpang jahe gajah (*Zingiberis Officinale* var. officinarum) yang diekstraksi dengan air dan alkohol 90%. *Medfarm: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 9(2), 36–41.

- Argo, B. D., Hermanto, M. B., Andriani, D. W., & Rosadhani, J. S. (2020). The effect of ginger oil extraction using Microwave Assisted Hydro-distillation (MAHD) method on zingiberene content. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 542(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/542/1/012002>
- Azalia, A., Utomo, P. T., Suroso, E., Hidayati, S., Yuliandari, P., Amethy, D., & Joen, Z. (2020). Model penyulingan minyak atsiri jahe merah berbasis produksi bersih. *Journal of Tropical Upland Resources*, 02(02), 239–250.
- Chuddin, M., & Swasono, Muh. A. H. (2023). Optimisasi ampas jahe merah (*Zingiber officinale* var *rubrum*) sebagai essential oils terintegrasi metode eae (enzyme – assisted extraction) dan destilasi fraksinasi. *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 14(2), 304–311. <https://doi.org/10.35891/tp.v14i2.3214>
- Daryono, E. D. (2012). Oleoresin dari Jahe Menggunakan Proses Ekstraksi dengan Pelarut Etanol. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(1), 1–5.
- Erdogan, U. (2022). Antioxidant Activities and Chemical Composition of Essential Oil of Rhizomes from *Zingiber officinale* R. (Ginger) and *Curcuma longa* L.(Turmeric). *International Journal of Secondary Metabolite*, 9(2), 137–148. <https://doi.org/10.21448/ijsm.993906>
- Iskandar, A. F., Nurjanah, S., Rosalinda, S., & Nuranjani, F. (2023). Penyulingan Minyak Atsiri Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) Menggunakan Metode Hidrodistilasi dengan Variasi Waktu Penyulingan. *TEKNOTAN*, 17(1), 53. <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n1.7>
- Mierza, V., Nurawaliah, C. M., Fatharani, A., Muldianah, D., & Rahmawati, D. S. (2023). Literature review: standardisasi senyawa zingiberene. *Jurnal Farmasetis*, 12(1), 43–54.
- Murni, S. W., Setyoningrum, T. M., & Haryono, G. (2020). Destilasi Uap Minyak Atsiri dari Tanaman Serai Dapur (*Cymbopogon citratus*) dengan Pretreatment menggunakan Microwave. *Eksergi*, 17(1), 15–19.
- Muyassaroh. (2021). Microwave assisted extraction (MAE) process of red ginger rhizome with variation of material treatment and operating power. *Atmosphere*, 2(2), 33–38.
- Nur, Y., Cahyotomo, A., Nanda, N., & Fistoro, N. (2020). Profil GC-MS Senyawa Metabolit Sekunder dari Jahe Merah (*Zingiber officinale*) dengan Metode Ekstraksi Etil Asetat, Etanol dan Destilasi. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 2(3), 198–204. <https://doi.org/10.25026/jsk.v2i3.115>
- Rahmadani, N., & Satrimafitrah, P. (2018). Penerapan metode esktraksi pelarut dalam pemisahan minyak atsiri jahe merah (*Zingiber officinale* Var.*Rubrum*). *KOVALEN*, 4(1), 74–81.
- Setianingrum, I., Kusumawati, R. I., & Sriyono, W. (2019). Peningkatan kadar senyawa zingiberen dalam minyak atsiri jahe emprit melalui proses fermentasi. *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*, 11(2), 1–6.
- Sondari, D., & Puspitasari, E. D. (2017). Teknologi ekstraksi fluida superkritis dan maserasi pada *Zingiber officinale* roscoe: aktivitas antioksidan dan kandungan fitokimia. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 18(2), 74–80.
- Srikandi, Humairoh, M., & Sutamihardja, R. (2020). Kandungan Gingerol dan Shogaol dari Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Roscoe) dengan Metode Maserasi Bertingkat. *Al-Kimiya*, 7(2), 75–81.
- Sukmawati, W., & Sunaryo, H. (2022b). Pengolahan limbah ampas jahe industri serbuk jahe instan dengan destilasi untuk menghasilkan minyak atsiri. *MARTABE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(4), 1444–1448. <https://doi.org/10.31604/jpm.v5i4.1444-1448>
- Wulandari, T., Rohadi, Putri, A., & Devy, A. (2017). The effet of n-hexan-ethanol solvent ratio on yield and antioxidant activity of essential oil of ginger (*Zingiber majus Rumph*) Emprit varieties. *JTPHP*, 12(2), 40–49.