

Evaluasi Nilai Konstanta Kecepatan Ekstraksi Pada Isolasi Piperin Lada Hitam Menggunakan Etanol 95%

Evaluation of Extraction Rate Constant Values For Piperine Isolation Black Pepper Using Ethanol 95%

D Arista, M Mustikaningrum *

Universitas Muhammadiyah Gresik , Gresik – Indonesia

*Email: megamustikaningrum@umg.ac.id

ABSTRAK: Pada penjuru dunia termasuk di Indonesia telah berkembang pesat pemanfaatan tanaman obat, dengan adanya gagasan untuk kembali ke alam, lada hitam (*Piper nigrum* Linn) termasuk salah satu tanaman obat yang umum digunakan sebagai obat. Piperine merupakan bahan utama serta zat yang berkhasiat pada lada hitam yang mempunyai efek anti diare serta anti inflamasi. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui kandungan piperin dalam lada hitam dengan ekstrak etanol 95%, serta pengajuan model matematis untuk mengetahui nilai konstanta kecepatan ekstraksi(k) dan konstanta kesetimbangan isolasi piperin guna rancangan desain komersil. Pada penelitian ini menggunakan metode ekstraksi soxhlet dalam pelarut etanol 95%. Ekstraksi piperin menggunakan metode ekstraksi soxhletasi berlangsung selama 1 – 2 jam menggunakan pelarut etanol. Analisis piperin dilakukan dengan analisis kualitatif dengan pengamatan Uv-Vis pada panjang gelombang 365 nm. Kadar piperin yang didapat dari masing – masing ukuran 40, 50, dan 60 mesh sebesar 50.08612; 51.19353 dan 52.01271 ppm. Kinetika reaksi dilakukan untuk mengetahui konstanta laju kecepatan ekstraksi dari berbagai ukuran partikel yang digunakan. Nilai konstanta kecepatan (k) dan kesetimbangan ekstraksi (K) dari masing – masing ukuran partikel diperoleh dengan menggunakan prinsip neraca massa menggunakan *fitting matlab*, model *pseudo second order* dan model peleg. Hasil analisis densitas dari masing-masing ukuran partikel, mesh 40 diperoleh densitas piperin sebesar 2.220364 g/cm³, mesh 50 diperoleh hasil densitas sebesar 2.299711 g/cm³, dan mesh 60 diperoleh hasil densitas sebesar 2.150143 g/cm³. Hasil analisis yield pada masing – masing ukuran mesh 40, 50 dan 60 didapatkan hasil masing – masing sebesar 1.386 %, 0,865% dan 1.201%
Kata kunci: Ekstraksi;Lada Hitam; Piperin; Konstanta kecepatan ekstraksi

ABSTRACT: In all corners of the world, including in Indonesia, the use of medicinal plants has grown rapidly, with the idea of returning to nature, black pepper (*Piper nigrum* Linn) is one of the medicinal plants that is commonly used as medicine. Piperine is the main ingredient and efficacious substance in black pepper which has anti-diarrhea and anti-inflammatory effects. The aim of this research is to determine the piperine content in black pepper with 95% ethanol extract, as well as to propose a mathematical model to determine the value of the extraction speed constant (k) and the equilibrium constant of piperine isolation for commercial design purposes. In this study, the Soxhlet extraction method was used in 95% ethanol solvent. Piperine extraction using the soxhletation extraction method takes 1 – 2 hours using ethanol solvent. Piperine analysis was carried out using qualitative analysis with Uv-Vis observations at a wavelength of 365 nm. The piperine content obtained from each size 40, 50, and 60 mesh was 50.08612; 51.19353 and 52.01271 ppm. Reaction kinetics was carried out to determine the extraction rate constant of the various particle sizes used. The values of the velocity constant (k) and extraction equilibrium (K) for each particle size were obtained using the mass balance principle using Matlab fitting, pseudo second order model and peleg model. The results of the density

analysis of each particle size, mesh 40 obtained a piperine density of 2.220364 g/cm³, mesh 50 obtained a density result of 2.299711 g/cm³, and mesh 60 obtained a density result of 2.150143 g/cm³. The results of the yield analysis for each mesh size of 40, 50 and 60 showed results of 1.386%, 0.865% and 1.201% respectively.

Keywords: Extraction; Black Pepper; piperine; Extraction speed constant

1. PENDAHULUAN

Lada Hitam (*Piper nigrum* Linn) ialah tumbuhan asli Indonesia yang termasuk dalam *family piperaceae*. Bagian lada hitam yang sering digunakan adalah buah yang telah dikeringkan, yang dikenal sebagai “*King of Spices*” sebab mempunyai rasa pedas serta aroma yang khusus (Shamina A, 2001). Lada hitam mengandung komponen penting yakni Piperin, *alpha pinene*, *beta caryophyllene*, *limonene*, *delta-3-carene*, serta *beta pinene pip*

Piperin ialah senyawa utama yang berfungsi untuk anti inflamasi yang berguna untuk membantu meredakan rasa nyeri, mengatasi diare, sakit perut serta hepatoprotektan. (Ahmad N *et al.*, 2012).

Piperin adalah senyawa yang paling banyak terkandung dalam lada hitam, maka perlu dipisahkan secara selektif melalui ekstraksi. Pada skala industri proses ekstraksi buah lada hitam menggunakan pelarut etanol 60% (Agoes, 2009).

Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan Hariyanti, bahwa metode yang paling bagus dipakai untuk mengekstrak piperin ialah ekstraksi soxhlet dibanding dengan metode meserasi yang di analisis memakai metode KLT-densitometri. Hasil yang di dapat memperlihatkan bahwa kadar piperin ekstrak cabe jawa yang di ekstraksi dengan alat soxhlet dengan pelarut etanol 95 % lebih tinggi yaitu 15,75 % di bandingkan kadar piperin yang memakai metode meserasi yaitu sebesar 8,83 % (Istiqomah, 2013).

Sedangkan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Alifia putri menghasilkan ekstrak kental dari ekstraksi piperin menggunakan metode Soxhlet sebanyak 12.207 g dan diperoleh persentase rendemen 12.207%.

Berdasarkan penjabaran diatas penelitian ini akan menggunakan pelarut etanol 95% , dengan memanfaatkan teknologi ekstraksi dengan metode soxhlet dimana keuntungan yang diperoleh dengan metode ini adalah tahapan ekstraksi yang kontinyu, sampel terekstraksi oleh pelarut murni hasil kondensasi, memerlukan jumlah pelarut yang lebih kecil dibandingkan dengan maserasi (Mukhrani, 2014) .

Pada penelitian ini akan dilakukan proses ekstraksi piperin dari lada hitam dengan menggunakan ukuran lada pada berbagai variasi yaitu ukuran mesh 40, 50, dan 60.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Bahan baku yang dipakai pada penelitian ini ialah lada hitam yang dibeli di pasar lokal Gresik, etanol 96 % (Merck), aquadest serta KOH 10%.

2.2. Prosedur Penelitian

Sampel lada hitam dengan ukuran 40, 50, dan 60 mesh disiapkan sebanyak 25 gram. Sampel lada hitam kemudian diinputkan kedalam alat ekstraktor dengan penambahan etanol 96 % sebanyak 250 ml dan dioperasikan sebanyak 2 – 3 sirkulasi pada suhu 80 °C yang dibantu dengan proses pengadukan sebesar 300 rpm. Hasil ekstrak piperin yang dihasilkan dianalisa menggunakan alat spectrometer UV-Vis. Setelah proses analisa, produk kemudian didestilasi pada suhu 76⁰ C untuk memisahkan pelarut etanol dari sampel. Sampel hasil distilasi ditambahkan KOH 10 % mendapatkan endapan kristal piperin.

2.3. Analisis Kadar Piperin

Sampel produk sebanyak 1 gram dilarutkan dalam 250 ml pelarut etanol 96 % , larutan kemudian diambil sebanyak 1 ml untuk dipipet ke dalam kuvet dan dilakukan analisis menggunakan UV Vis spektrofotometer terhadap nilai absorbansi pada panjang gelombang 365 nm.

2.4. Pengambilan Data Kinetika

Pengambilan data kinetika dilakukan pada rentang waktu 45 menit selama 270 menit. Setiap sampel dilakukan analisis nilai absorbansi untuk mendapatkan data konsentrasi setiap untuk kemudian dilakukan fitting data menggunakan bantuan persamaan (1) dan (2) dari kurva kalibrasi yang sudah dibuat sebelumnya.

2.5. Pengajuan Model Matematika

Model matematika yang diajukan adalah sebagai berikut :

Neraca massa piperin pada larutan :

$$\frac{dC_A}{dt} = \frac{-ka m}{V} (C_A^* - C_A) \quad (1)$$

Neraca massa piperin pada padatan :

$$\frac{dX_A}{dt} = ka (C_A^* - C_A) \quad (2)$$

Pada persamaan (1) dan (2) terdapat notasi C_A^* , yang merupakan nilai konsentrasi piperin pada lapisan film dimana nilainya tidak dapat ditentukan berdasarkan analisis kuantitatif sehingga akan dibantu dengan persamaan Henry untuk penyelesaian kedua persamaan tersebut yang dapat dilihat pada persamaan (3).

$$X_A = K C_A^* \quad (3)$$

Dimana k adalah konstanta kecepatan ekstraksi (m/menit), m ialah massa dari sampel piperin (g), V ialah volume pelarut (L), a ialah luas permukaan dari piperin m^2 , D_A adalah difusifitas dari piperin (m^2 /menit), C_A ialah konsentrasi piperin cairan (mol/liter), X_A ialah konsentrasi piperin pada padatan (mol/liter), dC_A/dt adalah konsentrasi piperin setiap waktu pada cairan (mol/liter.menit), dX_A/dt adalah konsentrasi piperin setiap waktu pada padatan (mol/liter.menit), dan K adalah konstanta kesetimbangan dari proses ekstraksi.

Model selanjutnya yang diajukan adalah Model Peleg. Persamaan yang bisa dicantumkan berdasarkan model Peleg ialah sebagai berikut :

$$C(t) = \frac{t}{K_1 + K_2 t} \quad (4)$$

Dimana $C(t)$ membentuk konsentrasi piperin pada waktu t (mg/g), C_0 ialah konsentrasi bermula piperin, t adalah waktu ekstraksi (menit), K_1 merupakan konstanta laju peleg (menit g/mg), dan K_2 adalah konstanta kapasitas (g/mg). Persamaan peleg, kemudian akan diselesaikan dengan memakai linearitas, dan besarnya nilai konstanta laju ekstraksi diselesaikan dengan persamaan :

$$k = \frac{K_2}{K_1} \quad (5)$$

Dimana k membentuk konstanta kecepatan ekstraksi (menit⁻¹). Persamaan (5) kemudian diselesaikan dengan menggunakan grafik linieritas dengan bentuk persamaan dapat dilihat pada persamaan (6).

$$\frac{t}{C_t - C_0} = K_1 + K_2 t \quad (6)$$

Model selanjutnya yang dipakai untuk memvalidasi data penelitian ialah Model *Pseudo Second Order*, yang dijabarkan pada persamaan (7):

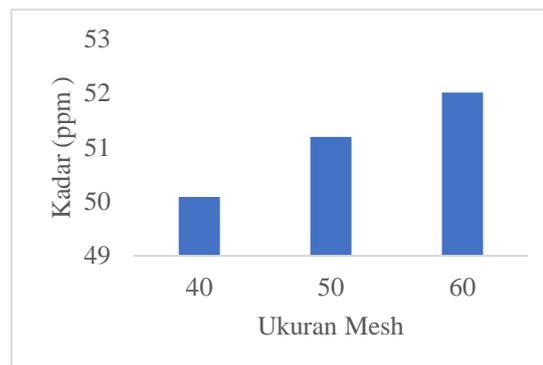
$$\frac{t}{q} = \frac{1}{k q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (7)$$

Konstanta k di persamaan (7) menunjukkan nilai dari konstanta kecepatan ekstraksi (gram/mg.menit), q_e menunjukkan konsentrasi piperin pada kondisi setimbang dan t merupakan

waktu ekstraksi (menit). Analisis data dilaksanakan secara kuantitatif dan memakai linieritas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstrak masing – masing ukuran mesh 40, 50 dan 60 yang sudah didapatkan, selanjutnya akan diukur memakai spektrofotometer UV- Vis mendapatkan hasil Panjang gelombang 365 nm dan didapatkan hasil konsentrasi piperin masing – masing ukuran pada grafik yang tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik konsentrasi piperin

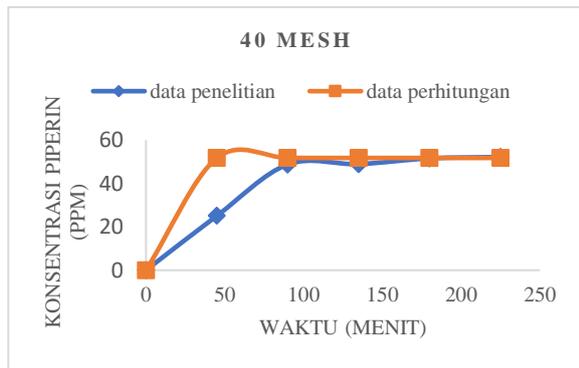
Gambar 1. menunjukkan hasil dari masing – masing ukuran. Hasil analisis konsentrasi piperin yang didapat menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Perbedaan penggunaan variabel ini menghasilkan hasil konsentrasi piperin yang berbeda – beda dimana hal tersebut menghasilkan dugaan bahwa adanya ke efektifitasan hasil ekstrak piperin pada masing – masing ukuran, semakin tinggi ukuran mesh maka semakin tinggi juga kadar piperin yang diperoleh.

3.1. Hasil Perhitungan Kinetika

Persamaan (1) – (3) kemudian diselesaikan dengan menggunakan MATLAB untuk mencari nilai dari konstanta kecepatan ekstraksi (k) dan konstanta difusifitas (D_A) senyawa piperin dengan melakukan fitting data antara data penelitian dengan data perhitungan matematis.

Perbandingan data antara perhitungan dan data penelitian ukuran mesh 40 dapat dilihat di Gambar 2. Pada **Gambar 2** terlihat hasil data antara data penelitian dan perhitungan konsentrasi piperin ukuran mesh 40 pada pelarut, terlihat bahwa hasil kedua data berada titik yang saling berimpit. Pada menit ke 0-90 data mengalami kenaikan yang signifikan. Pada menit ke 180 – 210 titik kenaikan cenderung stagnan yang menunjukkan ekstraksi piperin akan mencapai titik kesetimbangan dimana tidak ada lagi piperin yang akan mendifusi ke bagian pelarut. Hasil akhir dari penelitian didapatkan konsentrasi ekstrak piperin sebesar 52.2099 ppm dan

pada perhitungan menggunakan persamaan (1) – (3) didapatkan nilai 51.764 ppm.

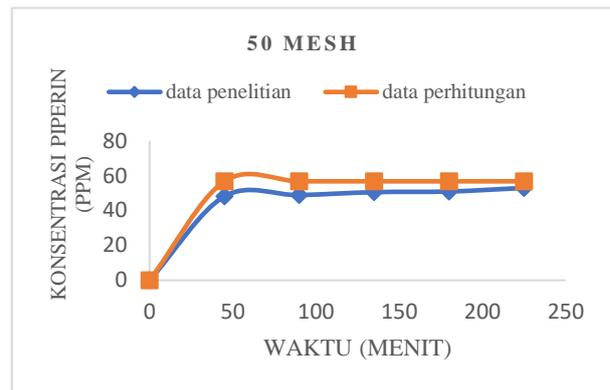


Gambar 2. Grafik hasil *fitting matlab* ukuran mesh 40 berdasarkan nilai dari konsentrasi piperin

Gambar 2 menunjukkan kurva dengan dua kemiringan yang berbeda. Perubahan kemiringan ini disebabkan oleh perubahan mekanisme perpindahan massa dan perubahan luas permukaan. Diasumsikan bahwa kemiringan zona pertama merupakan daerah dimana piperin mudah diekstraksi dan zona kedua adalah daerah piperin sulit ter ekstrak akibat ikatan piperin yang kuat pada permukaan tertentu. Pergerakan gradien konsentrasi yang lambat disebabkan oleh berkurangnya gerakan laju internal piperin. Pengamatan ini juga dijelaskan dengan hukum Fick Gradien konsentrasi tinggi antara fase pada dan cair pada awal ekstraksi meningkatkan difusi senyawa piperin dalam pelarut. Gradien konsentrasi turun sampai konsentrasi puncak tercapai dan dilanjutkan setimbang Dengan penjabaran hasil diatas bisa dilihat di tabel 1.

Variabel	Unit	Nilai
k	m/menit	0.1000
K	mg/g	1
SSE	-	5.365035

Perbandingan data antara perhitungan dan data penelitian ukuran mesh 50 bisa dilihat di Gambar 3. Pada **Gambar 3** terlihat hasil data antara data penelitian dan perhitungan konsentrasi piperin ukuran mesh 50 pada pelarut, terlihat bahwa hasil kedua data berada titik yang sedikit berimpit. Pada menit ke 0-50 data sudah mengalami kenaikan yang signifikan. Pada menit ke 100 – 200 titik kenaikan belum mencapai titik yang stagnan yang menunjukkan ekstraksi piperin belum mencapai titik kesetimbangan dimana masih ada lagi piperin yang akan mendifusi ke bagian pelarut. Hasil akhir dari penelitian didapatkan konsentrasi ekstrak piperin sebesar 56.797 ppm dan pada perhitungan menggunakan persamaan (1) – (3) didapatkan nilai 53 ppm.

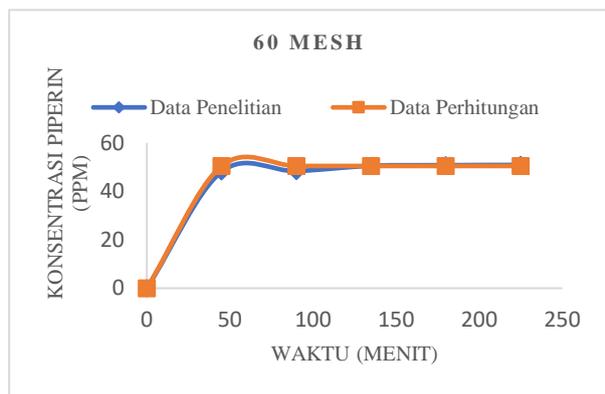


Gambar 3. Grafik hasil *fitting matlab* ukuran mesh 50 berdasarkan nilai dari konsentrasi piperin

Gambar 3 menunjukkan kurva dengan dua kemiringan yang berbeda. Perubahan kemiringan ini disebabkan oleh perubahan mekanisme perpindahan massa dan perubahan luas permukaan. Diasumsikan bahwa kemiringan zona pertama merupakan daerah dimana piperin mudah diekstraksi dan zona kedua adalah daerah piperin sulit ter ekstrak akibat ikatan piperin yang kuat pada permukaan tertentu. Pergerakan gradien konsentrasi yang lambat disebabkan oleh berkurangnya Gerakan laju internal piperin. Pengamatan ini juga dijelaskan dengan hukum Fick Gradien konsentrasi tinggi antara fase pada dan cair pada awal ekstraksi meningkatkan difusi senyawa piperin dalam pelarut. Gradien konsentrasi turun sampai konsentrasi puncak tercapai dan dilanjutkan setimbang. Dengan penjabaran hasil diatas bisa dilihat di tabel 2.

Variabel	Unit	Nilai
k	m/menit	0.1000
K	mg/g	1
SSE	-	5.407757

Perbandingan data antara perhitungan dan data penelitian ukuran mesh 60 bisa dilihat di Gambar 4. Di **Gambar 4** terlihat hasil data antara data penelitian dan perhitungan konsentrasi piperin ukuran mesh 60 pada pelarut, terlihat bahwa hasil kedua data berada titik yang berimpit. Pada menit ke 0-50 data sudah mengalami kenaikan yang signifikan. Pada menit ke 140 – 200 titik sudah mencapai titik yang stagnan yang menunjukkan ekstraksi piperin sudah mencapai titik kesetimbangan dimana tidak ada lagi piperin yang akan mendifusi ke bagian pelarut. Hasil akhir dari penelitian didapatkan konsentrasi ekstrak piperin sebesar 50.471 ppm dan pada perhitungan menggunakan persamaan (1) – (3) didapatkan nilai 50.9053 ppm.



Gambar 4. Grafik hasil *fitting matlab* ukuran mesh 60 berdasarkan nilai dari konsentrasi piperin

Gambar 4 menunjukkan kurva dengan dua kemiringan yang hampir sama. Diasumsikan bahwa kedua kurva kemiringan tersebut merupakan zona pertama dan zona kedua adalah daerah piperin sama – sama mudah ter ekstraksi. Dengan penjabaran hasil diatas bisa dilihat di tabel 3.

Tabel 3. Hasil Parameter Uji Mesh 60

Variabel	Unit	Nilai
k	m/menit	0.1000
K	mg/g	1
SSE	-	0.601045

Persamaan (6) – (7) kemudian diselesaikan untuk mencari nilai dari konstanta kecepatan ekstraksi (k) serta untuk membandingkan nilai (k) yang dihasilkan. Hasil dari model peleg dan *pseudo second order* tersaji pada tabel 4 dan 5 seperti dibawah.

Tabel 4. Hasil Parameter model peleg

Variabel	k (menit ⁻¹)	R ²
40	0.090469917	0.9521
50	0.331034483	0.9992
60	0.454545455	0.9995

Tabel 5. Hasil Parameter model *Pseudo Second Order*

Variabel	k(gram/mg.menit)	R ²
40	0.00186	0.9521
50	0.00635	0.9992
60	0.00886	0.9995

Berdasarkan nilai SSE yang didapatkan pada model neraca massa, hanya nilai SSE pada ukuran mesh 60 yaang mendekati angka nol. Konfirmasi model dikatakan benar dan dapat mewakili fenomena ketika nilai SSE sama dengan nol. Pada hasil perhitungan distribusi nilai regresi (R²) pada

model peleg dan model *pseudo second order* sama hasilnya dan nilai (k) tidak jauh berbeda satu sama lain.

4. KESIMPULAN

Penelitian dilakukan untuk melakukan isolasi dari piperin dari lada hitam. Ekstraksi piperin dilakukan menggunakan pelarut etanol 95 % dengan perbandingan pelarut dan lada hitam 1 : 25. Hasil konsentrasi kadar piperin yang di dapat pada masing – masing ukuran mesh 40, 50, dan 60 sebesar 50.08612; 51.19353 dan 52.01271 ppm.

Kinetika reaksi bertujuan untuk mengetahui nilai konsentrasi dan konstanta kecepatan ekstraksi dari berbagai ukuran partikel. Penelitian ini memakai tiga pendekatan model guna analisis data diantaranya yaitu analisis berbasis neraca massa, model peleg, dan *pseudo second order*.

Hasil perhitungan dari model neraca massa didapatkan nilai konstanta kecepatan ekstraksi (k) masing – masing ukuran 40, 50 dan 60 sama besarnya yaitu 0.1000 m/menit. Nilai konstanta kesetimbangan ekstraksi sama besarnya yaitu 1 mg/g dengan nilai SSE masing – masing ukuran mesh 40, 50, dan 60 sebesar 5.365035; 5.407757; dan 0.601045.

Pada hasil perhitungan dari model peleg pada masing – masing ukuran mesh 40, 50, dan 60 di dapatkan nilai konstanta kecepatan ekstraksi (k) sebesar 0.090469917; 0.331034483 dan 0.454545455 (menit⁻¹). Sedangkan pada model *pseudo second order* di dapatkan nilai konstanta kecepatan ekstraksi (k) masing – masing sebesar 0.00186; 0.00635 dan 0.00886 (gram/mg.menit) dengan nilai koefisien korelasi (R²) yang sama pada masing – masing ukuran sebesar 0.9521; 0.9992; dan 0.9995.

Dengan nilai SSE sebesar 0.601045 pada ukuran mesh 60 dapat disimpulkan bahwa pemodelan yang diajukan cukup menggambarkan fenomena ekstraksi yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

T. Thangselvabal, C. G. L. Justin and M. Leelamathi, "Black Pepper (Piper Nigrum L.) "The King Of Spices"- A Review," *Agricultural Reviews*, pp. 89-98, 2008.

Agoes, G., (2009). *Teknologi Bahan Alam*, Edisi revisi, Penerbit ITB, Bandung, 37 dan 85.

Ahmad, N., Hina Fazal, Bilal Haider Abbasi, Shahid Farooq , Mohammad Ali, Mubarak Ali Khan. (2012). *Biological Role of Piper Nigrum L. (Black Pepper): A Review*. Departement of Biotechnology. Islamabad. Pakistan.

Harborne, J.B. (1996). *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. ITB Press, Bandung. Hal. 6.

- Ermu Hikmawanti, N. P., Hariyanti, Cahya Aulia, Vesya Putri Viransa. (2016). Kandungan Piperin Dalam Ekstrak Buah Lada Hitam dan Buah Lada Putih (*Piper Nigrum L.*) Yang Diekstraksi Dengan Variasi Konsentrasi Etanol Menggunakan Metode KLT – Densitometri. *Media Farmasi*, Vol. 13 No. 2.
- Istiqomah. (2013). Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Sokletasi Terhadap Kadar Piperin Buah Cabe Jawa (*Piper retrofracti fructus*) Dengan KLT-Densitometri. UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Kar, A. (2014). *Farmakognosi dan Farmakobioteknologi*, Terjemahan: July Manurung dkk., Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta. 2(2): 503-504.
- Khoerunnisa. (2017). Pengembangan Laboratorium Virtual Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Analisis Pangan. Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Mukhriani, (2014). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif, 25 *Jurnal Kesehatan*, 7(2).
- Mustikaningrum Mega. (2021). Peningkatan Fungsi Limbah Batang Kelapa Sawit Untuk Biosorben Sebagai Dye Removal Dengan Variasi Konsentrasi NaOH Pada Ekstraksi Dan Waktu Sonikasi. Thesis : Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Parthasarathy, V. A., Chempakam, B. and Zachariah, T. J. (2008). *Chemistry of spices, Chemistry of Spices*. doi:10.4327/jsnfs1949.32.267.
- Patil, K. (2011). *Role of Piperine As A Bioavailability Enhancer*. Institute of Pharmacy. University Bhanpur. India.
- Santana, C. M., Zoraida Sosa, M Esther Torres, Juan Santana. (2009). *Methodologies for the Extraction of Phenolic Compounds from Environmental Samples: New Approaches*. 298–320.
- Shamina, A. (2001). *Secondary Metabolites in Black Pepper and Their Effect on The Foot-Rot Pathogen Phytophthora capsici*. India.
- Tjitrosoepomo G. (2007). Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta. Yogyakarta.
- Wintari Taurina, Rafika Sari, Uray Cindy Hafinur, Sri Wahdaningsih, Isnindar. (2017). Optimasi Kecepatan Dan Lama Pengadukan terhadap Ukuran Nanopartikel Kitosan-Ekstrak Etanol 70% Kulit Jeruk Siam (*Citrus nobilis L.var Microcarpa*). *Traditional Medicine Journal*, 22(1), 2.