

# Pengaruh Paparan Gelombang Ultrasonik pada Ekstraksi Bunga Telang Terhadap Kandungan Senyawa Flavonoid

Febriana Bilqis Widiawati<sup>1,\*</sup>, Mega Mustikaningrum<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik.  
Jl. Sumatera No.101 Gn Malang, Randuagung, Gresik.

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap.  
Jl. Dr. Soetomo No.1, Karangcengis, Sidakaya, Kec. Cilacap Sel., Kab. Cilacap, Jawa Tengah 53212

E-mail: [febrianabilqiswidiawati@gmail.com](mailto:febrianabilqiswidiawati@gmail.com)\*

## Abstract

The study aims to determine the effect of ultrasonic wave exposure on the extraction of butterfly pea flowers (*Clitoria ternatea* L.) toward flavonoid compound content. The method used was Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) with variations in temperature 30°C, 40°C, 50°C, extraction time 20, 25, 30 minutes, and ethanol solvent volume 50, 100, 150 ml. analysis was carried out using a UV-Vis Spectrophotometer. The results showed that the optimal extraction time was 25 minutes with a yield of 45,51%, the optimal temperature was 40°C with a yield of 24,6%, and optimal solvent volume was 100 ml with a yield of 43,05%. Kinetic analysis indicated that the Pseudo Second Order model was the most suitable with a regression value of 0,99989. The extraction process was dominated by physical diffusion with an activation energy of 8,4621 kJ/mol, indicating that increasing temperature enhances extraction rate without significant degradation of active compounds.

**Keywords:** Antioxidant, Butterfly pea, Flavonoid, Kinetics, Ultrasonic extraction

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan gelombang ultrasonik pada proses ekstraksi bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) terhadap kandungan senyawa flavonoid. Metode yang digunakan adalah *Ultrasonic Assisted Extraction (UAE)* dengan variasi suhu 30°C, 40°C, 50°C, dengan waktu 20, 25, 30 menit, dan volume pelarut etanol 96% 50, 100, 150 ml. analisis dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil menunjukkan bahwa waktu ekstraksi optimal diperoleh pada waktu 25 menit dengan *yield* 45,51%, suhu optimum pada 40°C dengan *yield* 24,6%, dan volume pelarut optimum 100 ml dengan *yield* 43,05%. Analisis kinetika menunjukkan model *Pseudo Second Order* yang sesuai dengan nilai regresi 0,9989. Proses ekstraksi ini didominasi oleh difusi fisik dengan energi aktivasi 8,4621 kJ/mol, menunjukkan bahwa peningkatan suhu mempercepat laju ekstraksi tanpa menyebabkan degradasi senyawa secara signifikan.

**Kata kunci:** Antioksidan, Bunga telang, Ekstraksi ultrasonik, Flavonoid, Kinetika

## 1. Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara tropis dengan keanekaragaman hayati yang memiliki biodiversitas tinggi. Sebagian besar masyarakat Indonesia saat ini lebih memanfaatkan keanekaragaman hayati khususnya tumbuhan yang lebih dikenal dengan tumbuhan herbal sebagai alternatif dalam mengatasi berbagai masalah kesehatan.

Salah satu contoh tumbuhan herbal tersebut adalah bunga telang, yang dikenal dengan nama latin *Clitoria Ternatea* L. Bunga ini mengandung berbagai senyawa kimia, termasuk tanin, fenolik, flavonoid, alkaloid, antoksidan dan steroid. Tanaman ini bermanfaat sebagai bahan pengobatan untuk berbagai kondisi, seperti diabetes, infeksi bakteri, pengencer dahak pada asma bronchitis, alergi, serta memiliki efek,

hepatoprotektif, antiinflamasi, antikanker, dan antioksidan [1]. Dari berbagai senyawa tersebut, flavonoid merupakan jenis *fine chemical* yang banyak dimanfaatkan. Kadar kandungan flavonoid mencapai  $20,07 \pm 0,55$  mmol/mg [2]. Saat ini, informasi tentang tanaman telang semakin banyak ditemukan, tanaman ini banyak ditanam di pekarangan rumah sebagai tanaman hias karena keindahan warna bunganya. Semua bagian dari tanaman ini, mulai dari akar, batang, daun, hingga bunga, memiliki khasiat untuk menyembuhkan dan meningkatkan kinerja tubuh [3].

Dalam penelitian ini bunga telang dimanfaatkan sebagai antioksidan. Antioksidan adalah senyawa kimia yang memberikan elektron kepada radikal bebas yang tidak berpasangan, sehingga dapat mengurangi dampak oksidasi yang ditimbulkan. Elektron yang tidak berpasangan memiliki kecenderungan mengikat senyawa lain dan menjadi molekul yang reaktif, termasuk radikal bebas, sehingga aktivitasnya terhambat [4]. Salah satu penyebab penyakit adalah paparan radikal bebas yang berasal dari makanan cepat saji. Untuk mengatasi paparan tersebut, tubuh membutuhkan asupan antioksidan. Mengonsumsi antioksidan akan lebih efektif. Antioksidan bunga telang dapat diproduksi dengan menggunakan proses ekstraksi dengan bantuan ultrasonik. Pada penelitian ini digunakan ekstraksi bunga telang dengan bantuan pelarut etanol 96% dengan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) [5].

Penelitian ini perlu dilakukan karena bunga telang sebenarnya memiliki kandungan flavonoid yang tinggi sebagai antioksidan [6], namun pemanfaatan dimasyarakat masih sebatas sebagai teh biasa dan pewarna [7], padahal bisa dikembangkan menjadi kapsul atau suplemen herbal karena kandungan flavonoid dan antioksidan tinggi [8]. Kadar flavonoid sangat dipengaruhi cara ekstraksinya, maka menggunakan metode ekstraksi *ultrasonic* yang membutuhkan waktu singkat dan efisien. Flavonoid rentang panas jika suhunya terlalu tinggi, jadi penting mencari kondisi terbaik agar hasil ekstrak tetap maksimal. Selain itu, penelitian sebelumnya belum banyak meneliti kinetika dan termodinamika prosesnya, hanya menjelaskan tentang *yield*, jadi selain mengetahui hasil ekstraknya juga perlu mengetahui kecepatan laju ekstraksinya. Karena itu, penelitian ini memberikan data baru yang bisa jadi dasar untuk standarisasi

ekstraksi dan pengembangan produk herbal berbahan bunga telang [6].

Keterbaruan penelitian ini adalah melalui penggunaan paparan gelombang ultrasonic (UAE) [9], perbedaan pelarut, mengkaji bagaimana variabel suhu, waktu dan volume pelarut untuk menghasilkan kondisi optimal dan jumlah flavonoid pada ekstraksi bunga telang [10], serta menambahkan kecepatan laju ekstraksi dengan metode *Pseudo First Order* dan *Pseudo Second Order* karena kebanyakan jurnal hanya fokus ke *yield*, jadi bisa menambah keterbaruan dari penelitian ini untuk memberikan pemahaman lebih dalam tentang mekanisme ekstraksi flavonoid pada bunga telang, bukan hanya hasil ekstraknya [11]. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya menggunakan metode ekstraksi konvensional seperti penelitian yang berjudul, “Pengaruh Rasio Pelarut Terhadap Padatan Pada Ekstraksi Maserasi Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) Menggunakan Pelarut Asam Tartarat”, meneliti tentang bunga telang sebagai zat pewarna alami yaitu menganalisis antosianin dengan menggunakan metode maserasi dan pelarut asam tartarat dengan rasio pelarut 3:1, 5:1, 7:1, dan 10:1 mL/g. Sehingga, kadar antosianin ekstrak bunga telang tertinggi diperoleh pada rasio pelarut terhadap padatan 3:1 (mL/g) dengan nilai yang dihasilkan 57,17 mg/L [12].

## 2. Metodologi

### 2.1. Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat ekstraksi *ultrasonic* dengan merk VEVOR (*Ultrasonic Power 60 watt*), set alat distilasi *vaccum*, dan Spektrofotometer Uv-Vis dengan merk GENESYS 150. Bahan baku yang digunakan adalah bunga telang yang berasal dari Blora dan pelarut etanol 96% dari CV. Nirwana Surabaya.

### 2.2. Prosedur Penelitian

Bunga telang ditimbang sebanyak 10 gram, dan dilarutkan pada labu Erlenmeyer dengan penambahan pelarut etanol 96% sebanyak 50; 100; dan 150 mL. Ekstraksi dilakukan selama 25 menit pada *setting* suhu 30; 40; dan 50°C. Setelah flavonoid terambil, kemudian pelarut dipisahkan dengan metode distilasi pada rentang suhu penyulingan adalah 70-78° C. Proses distilasi dihentikan

ketika tidak ada lagi tetesan pelarut yang dihasilkan. Setelah proses pemisahan dengan pelarut selesai, sampel akan dianalisis kadar flavonoid menggunakan alat spektrofotometer uv-vis, dengan larutan flavonoid murni yang dilarutkan dengan *aquadest* pada konsentrasi 50, 60, 70, 80, dan 90 ppm untuk menentukan kurva standart [13].

### 2.3. Pengambilan Data Kinetika

Pengambilan sampel data kinetika dilakukan pada menit ke 0; 5; 10; 15; 20; dan 25 menit, dengan suhu optimal 40°C, dan volume pelarut optimal 100 ml. Hasil sampel dihitung *yield* dari flavonoid dengan persamaan:

$$\% \text{ Yield} : \frac{\text{massa hasil ekstrak}}{\text{massa bahan baku}} \times 100 \quad (1)$$

Dimana massa hasil ekstrak adalah berat flavonoid yang diekstrak (ml), dan massa bahan baku adalah berat dari serbuk bunga telang (gram).

### 2.4. Pengajuan Model Kinetika

Pendekatan model kinetika dapat mengikuti persamaan pseudo orde pertama dan pseudo orde kedua. Persamaan kinetika untuk pseudo orde pertama dapat dilihat pada persamaan. (2)-(3) [14]:

$$\log (C_e - C_t) = \log C_e - \frac{k}{2,303} t \quad (2)$$

*Pseudo Second Order* dapat dituliskan berdasarkan persamaan 3

$$\frac{t}{C_t} = \frac{1}{k_2 C_e^2} + \frac{t}{C_e} \quad (3)$$

Dimana  $k_2$  merupakan konstanta laju kinetika *pseudo-second order* (L/mg.menit) dan  $t$  adalah waktu ekstraksi (menit).

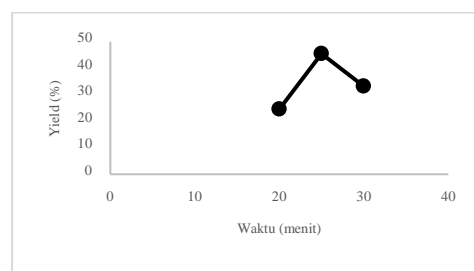
Penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan nilai energi aktivasi ekstraksi bunga telang berkaitan dengan kandungan senyawa flavonoid, yang dihitung menggunakan persamaan Arrhenius dan bisa ditemukan pada persamaan 4.

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad (4)$$

Dimana nilai  $k$  adalah konstanta kecepatan reaksi,  $A$  adalah konstanta Arrhenius ( $\frac{L}{\text{mol} \cdot S}$ ),  $E_a$  merupakan besaran dari energi aktivasi (J/mol),  $R$  adalah konstanta ketetapan gas ideal (8,314 J/mol/K), dan  $T$  merupakan suhu (K).

## 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil kandungan flavonoid pada ekstraksi bunga telang pada perbedaan variabel waktu, dapat dilihat pada Gambar 1.



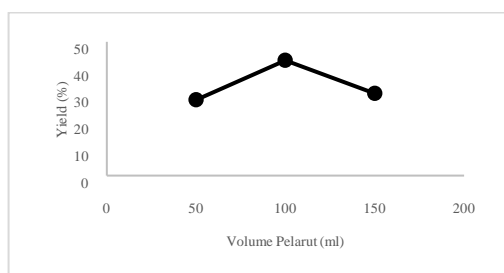
Gambar 1. Pengaruh Waktu Terhadap Yield

Pada hasil penelitian, *yield* meningkat dari 24,6% di waktu 20 menit menjadi 45,51% di waktu 25 menit, lalu menurun menjadi 33,21% di waktu 30 menit. Hal ini menunjukkan bahwa waktu optimal ekstraksi adalah 25 menit, saat pelepasan senyawa bioaktif ke pelarut berlangsung paling efisien. Waktu yang terlalu singkat menyebabkan difusi senyawa belum maksimal, sedangkan waktu yang terlalu lama menurunkan *yield* akibat degradasi senyawa aktif [15]. Dengan hal ini, terdapat batas optimal ekstraksi sebelum terjadi kehilangan senyawa akibat degradasi selama proses *ultrasonic* dan destilasi *vacuum*. Hasil ini sejalan dengan penelitian Maria Ulfa *et al.* (2024) yang menunjukkan bahwa variasi waktu ekstraksi ultrasonik berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar flavonoid dan polifenol, dimana hasil tertinggi diperoleh pada waktu 30 menit karena lamanya kontak bahan dan pelarut hingga mencapai titik jenuh larutan. Secara kinetika, paparan panas dan gelombang ultrasonik yang terlalu lama mempercepat kerusakan molekul [16].

Pada variabel yang digunakan waktu, suhu dan volume pelarut, menunjukkan bahwa perbedaan kondisi tersebut menentukan seberapa jauh gelombang *ultrasonic* mampu mempercepat pelepasan senyawa [9], pecahnya dinding sel membuat senyawa bioaktif mudah keluar dan bercampur dengan pelarut [17],

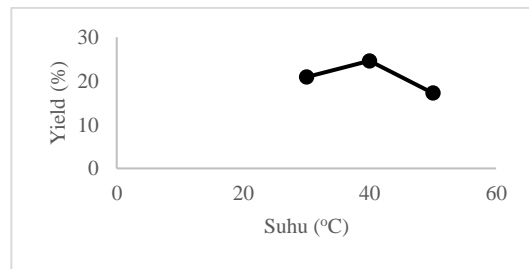
sehingga proses ekstraksi menjadi lebih efisien. Saat kondisi ekstraksi berada pada titik optimum, UAE mampu memberikan kadar flavonoid lebih tinggi karena struktur jaringan bunga telang terbuka lebih sempurna [18]. Namun, jika suhu terlalu tinggi, flavonoid bisa mengalami degradasi sehingga hasilnya tidak terus meningkat. Flavonoid merupakan kontributor utama aktivitas antioksidan, jadi kadar flavonoid yang meningkat pada titik optimum menunjukkan bahwa gelombang *ultrasonic* mampu menghasilkan konsentrasi antioksidan yang lebih stabil [10]. Prosesnya yang cepat juga mencegah senyawa terpapar panas terlalu lama, sehingga kerusakan flavonoid bisa diminimalkan [19].

Selanjutnya, hasil kandungan flavonoid pada ekstraksi bunga telang dengan perbedaan penggunaan volume pelarut, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Volume Pelarut Terhadap Yield

Pada hasil penelitian, peningkatan volume pelarut dari 50 hingga 100 mL meningkatkan *yield* kandungan flavonoid dari 28,29% menjadi 43,05%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pelarut dalam jumlah optimal dapat mencegah kejenuhan larutan, sehingga konsentrasi ekstrak menurun dan laju difusi melambat. Namun, pada volume 150 mL kandungan flavonoid menurun menjadi 30,75%, karena intensitas kavitasi ultrasonik berkurang pada volume besar, sehingga efisiensi ekstraksi menurun [20]. Selain itu, volume pelarut yang berlebih memperpanjang proses penguapan saat destilasi, menyebabkan sebagian senyawa volatil hilang. Dalam penelitian ini didapatkan bahwa volume pelarut yang paling optimal adalah 100 ml. Hasil kandungan flavonoid pada ekstraksi bunga telang pada perbedaan variabel suhu, dapat dilihat pada Gambar 3

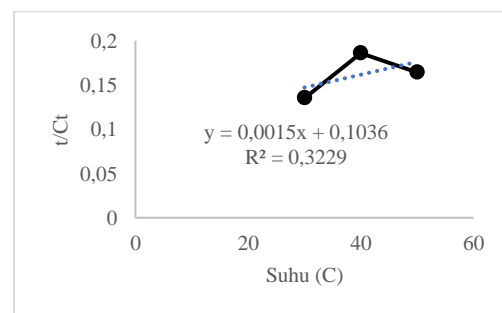


Gambar 3. Pengaruh Suhu Terhadap Yield

Berdasarkan Gambar 3, suhu berpengaruh nyata terhadap proses ekstraksi ultrasonik bunga telang karena memengaruhi pelepasan serta kestabilan senyawa flavonoid. Peningkatan suhu menurunkan viskositas pelarut, sehingga mempermudah penetrasi ke jaringan sampel dan mempercepat pelarutan senyawa aktif. Pada suhu moderat, kavitasi ultrasonik bekerja lebih efektif dalam merusak dinding sel. Namun, suhu yang terlalu tinggi menyebabkan degradasi flavonoid dan menurunkan aktivitas antioksidan [20]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan suhu 30; 40; dan 50°C terlihat peningkatan suhu dari 30 hingga 40°C menyebabkan kenaikan dari 20,91% menjadi 24,6%. Namun, pada suhu 50°C kandungan flavonoid pada hasil ekstraksi menurun menjadi 17,22% penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh degradasi senyawa flavonoid akibat suhu yang terlalu tinggi selama proses ekstraksi [20]. Pada penelitian ini didapatkan bahwa suhu optimum sebesar 40°C.

### 3.1. Kinetika Ekstraksi Flavonoid

Gambar 4-7 menunjukkan hasil perhitungan berdasarkan model *pseudo first order* dan *second order*. Data yang dievaluasi adalah data dengan variasi suhu, yaitu pada 30, 40, dan 50°C.



Gambar 4. Perhitungan *Pseudo First Order*

Analisis perhitungan parameter kinetika ekstraksi ( $k$ ) menggunakan perhitungan *pseudo first order* adalah dengan melakukan plotting data untuk suhu (°C) sebagai sumbu x dan  $t/Ct$  pada

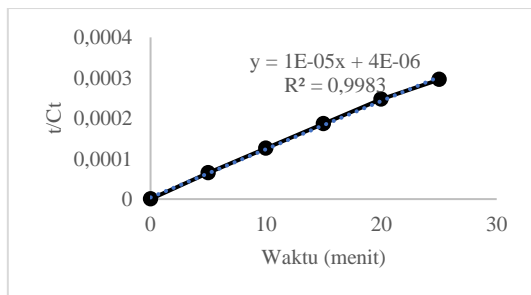
sumbu y. Berdasarkan persamaan linierisasi yang dihasilkan, *slope* dari persamaan tersebut adalah 0,0015. Maka hasil parameter dari model *pseudo first order* dapat disajikan pada Tabel 1

**Tabel 1.**  
Hasil Model Kinetika *Pseudo First Order*

| Suhu (°C) | $k_1$ (min <sup>-1</sup> ) | R <sup>2</sup> |
|-----------|----------------------------|----------------|
| 30        | 0,1349                     | 0,6569         |
| 40        | 0,1858                     | 0,7395         |
| 50        | 0,1639                     | 0,7054         |

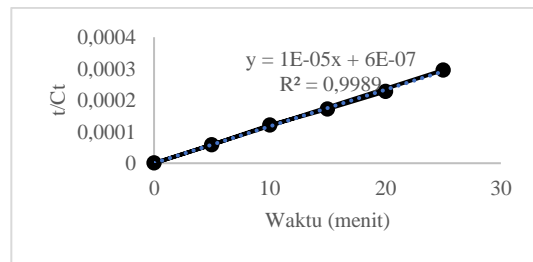
Berdasarkan hasil penelitian, kenaikan suhu dari 30°C menjadi 40°C terbukti meningkatkan nilai konstanta laju reaksi. Namun, pada suhu 50°C justru terjadi sedikit penurunan. Fenomena ini secara teori peningkatan suhu umumnya mempercepat laju reaksi sesuai prinsip kinetika kimia, pada kondisi tertentu dapat muncul ketidakstabilan yang menghambat peningkatan konstanta laju secara *liniar* [24]. Hasil analisis regresi diperoleh sebesar 0,65-0,73 masih rendah, sehingga model *Pseudo First Order* kurang tepat digunakan untuk menggambarkan mekanisme yang terjadi.

Untuk perhitungan menggunakan *pseudo second order*, dilakukan dengan memplot data waktu (t) pada sumbu x dan t/ct pada sumbu y. Hal ini dilakukan pada masing-masing suhu.



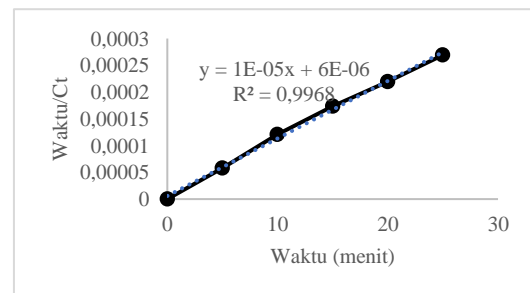
**Gambar 5.** Perhitungan Pseudo Second Order Pada Suhu 30° C

Berdasarkan gambar 5 diperoleh *slope* 0,00001. Selanjutnya perhitungan *pseudo second order* pada suhu 40°C dapat dilihat pada Gambar 6



**Gambar 6.** Perhitungan *Pseudo Second Order* pada Suhu 40°C

Berdasarkan gambar 6 diperoleh *slope* 0,0000112. Selanjutnya perhitungan *pseudo second order* pada suhu 50°C dapat dilihat pada Gambar 7



**Gambar 7.** Perhitungan *Pseudo Second Order* Pada Suhu 50°C

Berdasarkan gambar 7 diperoleh *slope* 0,0000107. Maka hasil parameter dari model *pseudo second order* dapat disajikan pada Tabel 2

**Tabel 2.**  
Hasil Model Kinetika *Pseudo Second Order*

| Suhu (°C) | $k_2$ (L/mg.min) | R <sup>2</sup> |
|-----------|------------------|----------------|
| 30        | 0,000034         | 0,9983         |
| 40        | 0,000038         | 0,9989         |
| 50        | 0,000020         | 0,9968         |

Terdapat perbedaan mencolok pada nilai regresi (R<sup>2</sup>) yang diperoleh: untuk *pseudo second order*, nilai regresinya sangat tinggi, mencapai 0,9989 pada suhu 40°C, jauh lebih besar dibandingkan dengan nilai R<sup>2</sup> untuk *pseudo first order* yang hanya sebesar 0,7395 pada suhu yang sama. Dari nilai R<sup>2</sup> tersebut, dapat disimpulkan bahwa model yang paling sesuai dengan fenomena ekstraksi ini adalah *pseudo second order*. Model kinetika orde dua menggambarkan ekstraksi yang terjadi bukan hanya sekedar pelepasan fisik, tetapi juga dipengaruhi oleh ikatan dan interaksi kimia antar molekul yang lebih kompleks [21].

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan *Arrhenius*, diperoleh nilai energi aktivasi (Ea) sebesar 8,4621 kJ/mol pada model

*Pseudo Second Order* (PSO). Nilai ini tergolong rendah (<40 kJ/mol), yang menurut literatur mengindikasikan bahwa proses ekstraksi lebih dominan dipengaruhi oleh difusi fisik dibandingkan interaksi kimia yang bersifat kuat [22].

#### 4. Simpulan

Ekstraksi bunga telang dengan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) menghasilkan kondisi optimum pada suhu 40°C, waktu 25 menit, dan volume pelarut 100 mL. Penentuan variabel waktu, volume pelarut, dan suhu optimum diperoleh dari hasil rendemen yang paling banyak pada tiap variabel. Sehingga didapat hasil kadar flavonoid pada suhu 30 C sebesar 67223,515 ppm, suhu 40 C sebesar 71906,848 ppm, dan suhu 50 C sebesar 73166,848 ppm. Model kinetika yang paling sesuai adalah *pseudo second order* dengan nilai regresi tinggi (0,9989), menunjukkan proses didominasi oleh difusi fisik. Nilai energi aktivasi sebesar 8,4621 kJ/mol menandakan peningkatan suhu mampu mempercepat laju ekstraksi tanpa menurunkan kualitas senyawa aktif. Metode ini berpotensi dikembangkan sebagai teknik ekstraksi efisien dan ramah lingkungan untuk produksi senyawa bioaktif alami.

#### Daftar Pustaka

- [1] Melin Fitria Wulandari, A., Evania Ngai, F., Febrianti Isabel, C., Kania Ugahari Dyatmika, A., Putri Rosari, F., Setyaningsih, D., & Dika Octa Riswanto, F. "Potensi Daun dan Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) sebagai Antioksidan". (Vol. 35): pp. 43-45
- [2] Handito D, Basuki E, Saloko S, Gita Dwikasari L, Triani E. "Analisis Komposisi Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) Sebagai Antioksidan Alami Pada Produk Pangan," *Prosiding SAINTEK*, Vol (4): pp. 66-68. LPPM Universitas Mataram, 2022.
- [3] Nihayatul Wahibah N, Zul D, Martina A, Nurulita Y, Cahyadi E, Hueseana A, Rizky Darmawan M, Febrianto I, Aisyah Rinaldi T, Putri Rakhman N. "Pemanfaatan Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) Sebagai Teh yang Bermanfaat Bagi Kesehatan Masyarakat di Kampung Eduwisata Alam Sungai Masjid Kota Dumai," *Seminar Nasional Pemberdayaan Masyarakat*, Vol (4): pp. 144-145, 2022.
- [4] Bernardia Filia Nareswari. "Pemodelan Kinetika Ekstraksi Antioksidan Dari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) Dengan Metode Ultrasonik: Pengaruh Waktu Eksitasi," *J. Sains Teknol. Pangan*. Vol 7(2): pp. 5-8, 2021.
- [5] Achmad Qodim Syafatullah. "Ekstraksi Zat Warna Dari Telang (*Clitoria ternatea L.*) Dan Tarum (*Indigofera tinctoria L.*) Dengan Menggunakan Metode *Ultrasound-Assisted Extraction* (UAE) dan *Microwave-Assisted Extraction* (MAE)," *J. Chem. Eng. ITS*. Vol 33 (5): pp. 14-18, 2020.
- [6] Shiau, S.Y. dkk. "Phytochemical, antioxidant activity, and thermal stability of *Clitoria ternatea* flower extracts," *Czech Journal of Food Sciences*, Vol 42: pp 284-294, 2024.
- [7] Kazuma, K., et al. "Anthocyanin Composition of *Clitoria ternatea* flowers," *Phytochemistry*, Vol. 64: pp 133-139, 2003.
- [8] Abdullah Muzi Marpaung. "Tinjauan Manfaat Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) Bagi Kesehatan Manusia," *Journal of Functional Food and Nutraceutical (JFFN)*, Vol 1(2): pp 63-85, 2020.
- [9] Chemat, F., Rombaut, N., et al. "Review of Green Extraction Techniques," *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Vol 41: pp 35-37, 2017.
- [10] Vinatoru, M. "Ultrasonically Assisted Extraction of Bioactive Compounds Overview," *Ultrasonics Sonochemistry*, Vol 8(3): pp 30- 33, 2001.
- [11] Wang, L., & Weller, C. L. "Recent Advances in Extraction of Nutraceuticals from Plants," *Trends in Food Science & Technology*, Vol 17(6): pp 30-32, 2006.
- [12] Hafizah Y, Haryani S, Apri N, Meldasari Lubis Y, Qathrunada Taufan D. "Pengaruh Rasio Pelarut Terhadap Padatan Pada Ekstraksi Maserasi Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) Menggunakan Pelarut Asam Tartarat," *Industri Hasil Perkebunan (IHP)*, Vol 14(1): pp 29-36, 2019.
- [13] Cahyaningsih E, Era Sandhi P, Santoso P. "Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivasi Antioksidan Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis (Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of Telang Flower Extract (*Clitoria ternatea L.*))

- Using Uv-Vis Spectrophotometry),” *J. Ilm. Medicamento*, Vol 5(1): pp 53-55, 2019.
- [14] Ho Y.S., & Mckay, G. “Pseudo-Second Order Model for Sorption Processes,” *Process Biochem.* Vol 34 (5): 451- 465, 1998.
- [15] Zain Z, Nurjanah S, Nurhadi B. “Pengaruh Jumlah Bahan Baku Serta Waktu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Dan Umur Simpan Ekstrak Stevia Cair,” *Jurnal Teknotan.* Vol 14: pp 61, 2021.
- [16] Maria Ulfa A, Gita Wardhani A, Amalia P. “Pengaruh Variasi Lama Ekstraksi Ultrasonik Terhadap Kadar Flavonoid dan Polifenol Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*),” *Jurnal Analis Farmasi.* Vol 9 (1): pp 1-5, 2024.
- [17] Ashokkumar, M. “The characterization of Acoustic Cavitation Bubbles Overview,” *Ultrasonics Sonochemistry*, Vol 18(4): pp 86-87, 2011.
- [18] Tiwari, B.K. “ Ultrasound: A clean, Green Extraction Technique,” *Trends in Analytical Chemistry*, Vol 71: pp 100-109, 2015.
- [19] Chemat, F., & Khan, M. K. “Applications of Ultrasound in Food Technology: Processing, Preservation and Extraction,” *Ultrasonics Sonochemistry*, Vol 18(5): pp 81-83, 2011.
- [20] Salacheep S, Kasemsiri P, Pongsa U, Okhawilai M, Chindaprasirt P, Hiziroglu S. “Optimization of *Ultrasound-Assisted Extraction* of Anthocyanins and Bioactive Compounds from *Butterfly Pea* Petals Using Taguchi Method and Grey Relational Analysis,” *Journal of Food Science and Technology.* Vol 57: pp 3720-3721, 2020.
- [21] Li W, Zhang X, Wang S, Gao X, Zhang X. “Research Progress on Extraction and Detection Technologies of Flavonoid Compounds in Foods,” *Foods.* Vol 13: pp 2-3, 2024.
- [22] Azizian S. “Kinetic Models of Sorption: A Theoretical Analysis,” *Journal of Colloid and Interface Science.* Vol 276: pp 47-49, 2004.