



## **KINETIKA EKSTRAKSI *LAWSONIA INERMIS L.* MENGGUNAKAN ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION DENGAN PELARUT AIR**

**Achmad Qodim S.<sup>a,\*</sup>**

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Kimia Mineral Politeknik ATI Makassar

Jalan Sunu No. 220, Kota Makassar, 90211

\*E-mail: Achmadqodims@atim.ac.id

Masuk Tanggal : 13 Juli, revisi tanggal: 6 September, diterima untuk diterbitkan tanggal : 12 Desember 2022

### **Abstrak**

Salah satu bahan pewarna alami adalah *Lawsonia inermis L.* Komposisi zat warna yang ada di daun pacar kuku (*Lawsonia inermis L.*) adalah zat warna lawson. Zat warna lawson memiliki warna merah-jingga yang banyak digunakan sebagai pewarna pakaian. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi adalah air karena ramah lingkungan, mudah didapatkan dan harganya relatif murah. Digunakan metode *ultrasound-assisted extraction* untuk mempercepat proses ekstraksi dan meminimalkan kebutuhan pelarut. Analisa model kinetika ekstraksi dilakukan untuk mengetahui dan memprediksi hasil ekstraksi lawson yang optimal. Perhitungan kinetika ekstraksi dilakukan dengan menggunakan orde 1 dan orde 2 berdasarkan persamaan Lagergren. Ekstraksi dengan menggunakan air pada daya 100 W, tekanan 1 atm, frekuensi 40 kHz dilakukan selama 30 menit. Untuk menentukan adanya lawson di dalam ekstraksi dilakukan pengujian menggunakan *Spectrofotometer UV-Visible*. Berdasarkan hasil pengujian UV-Vis, didapatkan bahwa *Lawsonia inermis* mengandung senyawa kuinon. Model kinetika ekstraksi yang sesuai yaitu orde 2 dengan nilai koefisien determinan lebih dari orde 1 dan mendekati 1.

**Kata Kunci:** *Lawsonia inermis L.*, orde 2, *ultrasound-assisted extraction*

### **Abstract**

One of the natural dyes is *Lawsonia inermis L.* The composition of the dye in the leaves of henna nails (*Lawsonia inermis L.*) is Lawson dye. Lawson dye has a red-orange color which is widely used as a dye for clothes. The solvent used for extraction is water because it is environmentally friendly, easy to obtain and relatively inexpensive. An ultrasound-assisted extraction method was used to speed up the extraction process and minimize the need for solvents. Analysis of model kinetics extraction is used to know and predict the optimum condition of lawson extract. Calculation of extraction kinetics was carried out using order 1 and order 2 based on the Lagergren equation. Extraction using water at a power of 100 W, a pressure of 1 atm, a frequency of 40 kHz was carried out for 30 minutes. To determine the presence of Lawson in the extraction, testing was carried out using a UV-Visible Spectrophotometer. Based on the results of UV-Vis testing, it was found that *Lawsonia inermis* contains quinone compounds. The appropriate extraction kinetics model is of order 2 with a determinant coefficient value of more than order 1 and close to 1.

**Keywords:** *Lawsonia inermis L.*, 2<sup>nd</sup> orde, *ultrasound-assisted extraction*

## **1. PENDAHULUAN**

Permintaan konsumen terhadap warna tekstil semakin meningkat tiap tahun. Hampir sebagian proses pewarnaan untuk industri tekstil menggunakan pewarna sintetis. Pewarna sintetis memiliki kelemahan terutama pada limbah yang dihasilkan setelah proses pewarnaan pada kain dimana berbahaya untuk lingkungan. Oleh karena

itu, perlu adanya alternatif untuk mengurangi dampak dari limbah tersebut. Salah satu alternatifnya adalah dengan penggunaan zat warna alami [1].

Salah satu sumber zat warna alami adalah daun pacar kuku. Daun pacar kuku menghasilkan warna jingga yang mengandung zat warna *lawsone*. Zat warna *lawsone* dapat diekstrak dengan berbagai

metode. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan metode *Ultrasound-assisted Extraction*. Metode *Ultrasound-assisted Extraction* ini efektif digunakan untuk mengekstraksi zat warna dibandingkan dengan metode konvensional. Ekstraksi metode *ultrasound-assisted extraction* memberikan hasil ekstraksi 3 kali lebih banyak dibandingkan metode ekstraksi konvensional [2]. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa metode *Ultrasound-assisted Extraction* mampu melakukan ekstraksi 18 kali lebih cepat dibandingkan dengan metode *steam distillation* dan 2,5 kali lebih cepat dibandingkan metode *superheated water extraction* [3]. Selain lebih cepat waktu ekstraksi yang dibutuhkan, kebutuhan akan pelarut yang digunakan dengan metode *Ultrasound-assisted Extraction* lebih sedikit. Oleh karena itu, ekstraksi dengan metode *Ultrasound-assisted extraction* lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional yang digunakan.

Studi model kinetika ekstraksi adalah salah satu cara untuk mengevaluasi parameter proses terjadinya ekstraksi terhadap waktu. Di sisi lain, studi kinetika ekstraksi ini digunakan untuk memprediksi hasil ekstrak yang diperoleh pada ekstraksi zat warna *lawsone*. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh penggunaan metode *ultrasound-assisted extraction*, waktu ekstraksi, dan kualitas dari ekstrak *lawsone*. [4]

## 2. PROSEDUR PERCOBAAN

Prosedur penelitian ini terdiri dari 3 tahap, persiapan, ekstraksi dan analisa. Pada tahap persiapan, daun pacar kuku yang diakan diekstraksi dikeringkan dan dihaluskan menjadi bentuk bubuk dengan tujuan untuk memperbesar luas permukaan. Selanjutnya, dilakukan ekstraksi dengan *ultrasonic cleaning bath* pada frekuensi 40 kHz dan suhu atmosferis selama 30 menit. Pelarut yang digunakan adalah air. Setelah dilakukan ekstraksi, dilakukan penyaringan untuk memisahkan bahan dari pelarut dan ekstrak. Selanjutnya, dilakukan pemisahan distilasi dengan menggunakan *waterbath* untuk memisahkan pelarut airnya. Ekstrak yang dihasilkan ditimbang massa yang diperoleh dan dianalisa *spectrofotometer UV-Vis* untuk mengetahui adanya kandungan lawson.

### 2.1. Analisa Kandungan Senyawa Lawson

Kandungan senyawa lawson dalam ekstrak dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut: Mula-mula menambahkan aquades sebanyak 2ml ke dalam ekstrak sebanyak 0.5 gram. Selanjutnya dilakukan analisa spektrofotometri UV-Visible.

Didapat data berupa panjang gelombang dan absorbansi.

### 2.2. Kinetika Ekstraksi

Persamaan kinetika orde satu menurut Lagergren [5], dapat ditulis dalam bentuk diferensial sebagai berikut:

$$\frac{dC_t}{dt} = k_1 (C_s - C_t) \quad (1)$$

Dimana  $k_1$  ( $\text{min}^{-1}$ ) adalah konstanta laju ekstraksi untuk orde satu dan  $t$  (min) adalah waktu ekstraksi.

Selanjutnya persamaan (1) diintegrasikan dengan menggunakan kondisi batas  $C_t = 1$  pada  $t = 0$  dan  $C_t = C_1$  pada  $t = t$ ;

$$\ln \left( \frac{C_s}{C_s - C_t} \right) = k_1 t \quad (2)$$

Persamaan (2) yang telah diperoleh tersebut dapat diubah menjadi bentuk linier sebagai berikut:

$$\log (C_s - C_t) = \log (C_s) - \frac{k_1}{2,303} t \quad (3)$$

kemudian (dibuat plot antara  $\log (C_s - C_t)$  dengan  $t$  untuk mendapatkan *slope* dan *intercept* yang nantinya dapat digunakan untuk menentukan nilai konstanta laju reaksi untuk orde satu ( $k_1$ ) dan nilai kapasitas ekstraksi ( $C_s$ ).

Sedangkan, Persamaan kinetika orde dua untuk laju ekstraksi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{dC_t}{dt} = k_2 (C_s - C_t)^2 \quad (4)$$

Dimana  $k_2$  ( $\text{L.g}^{-1} \text{min}^{-1}$ ) adalah konstanta laju ekstraksi untuk orde dua. Dengan melakukan pengelompokan variable pada persamaan (4) didapatkan:

$$\frac{dC_t}{(C_s - C_t)^2} = k_2 dt \quad (5)$$

Selanjutnya persamaan (8) dapat diperoleh dengan cara mengintegrasikan persamaan (5) menggunakan kondisi batas  $C_t = 0$  pada  $t = 0$  dan  $C_t = C_1$  pada  $t = t$  dan dengan melakukan penataan ulang sebagai berikut:

$$\frac{1}{(C_s - C_t)} - \frac{1}{C_s} = k_2 dt \quad (6)$$

$$C_t = C_s - \frac{C_s}{1 + C_s k_2 t} \quad (7)$$

$$C_t = \frac{C_s^2 k_2 t}{1 + C_s k_2 t} \quad (8)$$

Persamaan (8) adalah hukum laju ekstraksi terintegrasi untuk orde dua dan dapat diubah lagi menjadi bentuk linear sebagai berikut:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{k_2 C_s^2} + \frac{t}{C_s} \quad (9)$$

Laju ekstraksi ( $\frac{C_t}{t}$ ) dapat diperoleh dari persamaan (10) sebagai berikut:

$$\frac{C_t}{t} = \frac{1}{\left(\frac{1}{k_2 C_s^2}\right) + \left(\frac{t}{C_s}\right)} \quad (10)$$

Dan laju awal ekstraksi  $h$ , dengan  $C_t = t$  ketika  $t$  mendekati 0, dapat didefinisikan sebagai:

$$h = k_2 C_s^2 \quad (11)$$

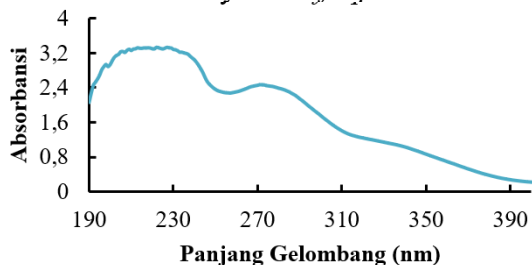
persamaan (8) dapat diubah lagi sehingga akhirnya didapatkan:

$$\frac{t}{C_t} = \frac{t}{C_s} + \frac{1}{h} \quad (12)$$

Laju awal ekstraksi  $h$ , kapasitas ekstraksi  $C_s$  dan konstanta laju ekstraksi untuk orde dua ( $k_2$ ) dapat ditentukan secara eksperimental dari *slope* dan *intercept* dengan cara membuat plot antara  $\left(\frac{t}{C_t}\right)$  dengan  $t$ .

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

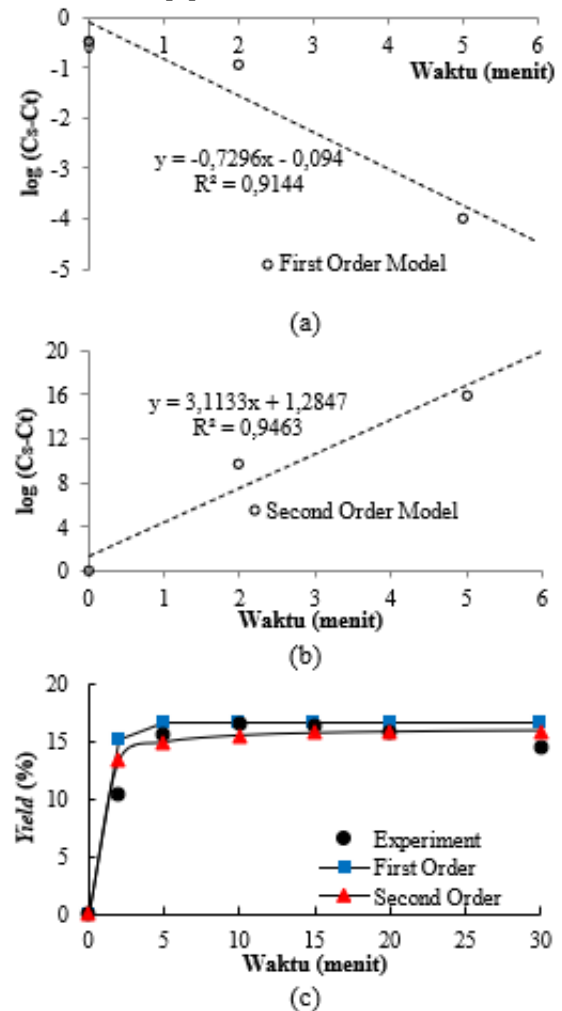
Dari Gambar 1, dapat dilihat absorbansi untuk ekstraksi pacar kuku (*Lawsonia inermis* L.) dengan pelarut air dan metode *Ultrasound-assisted Extraction* memiliki nilai absorbansi pada panjang gelombang 220 nm, 280 nm, dan 340 nm. Pada penelitian sebelumnya, lawson memiliki absorbansi panjang gelombang 246 nm, 277, dan 333 nm. Pada panjang gelombang 246 nm menunjukkan bahwa adanya intramolekular ikatan hydrogen dari benzoquinone. Pada panjang gelombang 277 nm menunjukkan bahwa adanya delokalisasi *electron* dari *benzoquinone* menjadi cincin *quinone*, sedangkan pada panjang gelombang 333 nm menunjukkan bahwa adanya *naftaquinone* dalam bentuk ikatan *hydrogen* dengan karbonil [6]. Hasil analisa spektrofotometri *UV-Visible* pada ekstraksi daun pacar kuku dengan pelarut air dan metode *Ultrasound-assisted Extraction* mengandung senyawa lawson yang termasuk dalam senyawa *naftaquinone*.



Gambar 1. Absorbansi Ekstraksi *Lawsonia inermis* L. dengan pelarut air dan metode *Ultrasound-assisted Extraction* pada berbagai Panjang Gelombang

Pada gambar 2a dan 2b menunjukkan fitting model parameter untuk menentukan kinetika orde yang sesuai. Pada gambar 2c menunjukkan kinetika ekstraksi dengan dilakukan ekstraksi dengan berbagai periode. Pada 5 menit ekstraksi pertama, terjadi peningkatan yang signifikan.

Ditunjukkan dengan nilai *yield* yang dihasilkan sebanyak 10,32% pada menit ke-2 dan 15,59% pada menit ke-5. Pada 5 hingga 10 menit ekstraksi terjadi peningkatan tetapi tidak signifikan dengan nilai *yield* yang diperoleh sebesar 16,47%. Terjadi kenaikan *yield* kurang 1%. Setelah 10 menit terjadi penurunan *yield*. Hal ini dikarenakan banyak ekstrak yang mulai terdegradasi [7]. Waktu ekstraksi juga merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan. Secara umum dengan semakin lama waktu ekstraksi, maka *yield* yang diperoleh juga akan semakin besar. Akan tetapi dengan semakin lamanya waktu ekstraksi, maka peningkatan *yield* yang diperoleh menjadi semakin kecil [8].



Gambar 2. Kinetika ekstraksi pada ekstraksi zat warna jingga lawson daun pacar kuku dengan metode *ultrasound-assisted extraction* (rasio F/S 0,02 g/mL, tekanan 1 atm dan frekuensi 40 Hz): (a) Model orde satu; (b) Model orde dua dan (c) Perbandingan antara model kinetika ekstraksi

Hasil ini telah sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [9]. Proses ekstraksi dengan menggunakan air sebagai pelarut sebagian dikendalikan oleh kinetika desorpsi. Karena gaya pendorong desorpsi dari matriks ke dalam fluida adalah gradien konsentrasi dari tanah ke fluida

ekstraksi dan kemudian mempengaruhi laju kinetik ekstraksi membuat dua daerah dalam kurva laju kinetika yaitu “daerah cepat” ( $k_1$ ) dan “daerah lambat” ( $k_2$ ). Kurva ini sesuai dengan model kinetika orde dua [10]. Konstanta laju ekstraksi permodelan orde 1 dan orde 2 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Konstanta laju model kinetika ekstraksi orde 1 dan orde 2 pada tekanan 1 atm dan frekuensi 40 kHz

Bahan	Model kinetika			
	Orde 1		Orde 2	
<i>Lawsonia inermis</i> L.	Slope	0,7296	Slope	3,1133
	$k_1(\text{min}^{-1})$	0,3168	$k_2(\text{mL/g.min})$	0,7784
	Intercept	0,094	Intercept	1,2847
	Cs (mg/ml)	0,8054	Cs (mg/ml)	0,3212
	$R^2$	0,9144	$R^2$	0,9463

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa model kinetika orde 1 dan orde 2. Dari tabel 1, dapat diketahui untuk konstanta laju reaksi dan nilai Cs. Model kinetika ekstraksi orde 2 untuk ekstraksi pacar kuku dengan pelarut air dan metode *Ultrasound-assisted Extraction* memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2 = 0,9463$ ) lebih tinggi dibandingkan dengan model kinetika ekstraksi orde 1 ( $R^2 = 0,9144$ ). Nilai  $R^2$  atau koefisien determinasi adalah nilai yang menunjukkan tingkat kesesuaian persamaan dengan penelitian yang dilakukan. Nilai  $R^2$  semakin mendekati 1 berarti persamaan yang diperoleh mendekati hasil penelitian yang sebenarnya. Sehingga dapat dikatakan untuk pemodelan kinetika ekstraksi pacar kuku (*Lawsonia inermis* L.) lebih cocok dengan menggunakan kinetika orde 2 dibandingkan kinetika orde 1. Nilai konstanta laju kinetika model ekstraksi pada orde 2 adalah 0,7784 mL/g.min dan nilai Cs pada orde 2 adalah 0,3212 mg/mL.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa *Lawsonia inermis* L. mengandung zat warna jingga lawson. *Yield* ekstrak zat warna lawson meningkat dengan seiring lamanya waktu ekstraksi yang dilakukan. Model kinetika ekstraksi yang sesuai untuk mengekstraksi zat warna lawson dari *Lawsonia inermis* L. adalah orde 2, dimana nilai  $R^2$  nya lebih tinggi dibanding orde 1 dan nilainya hampir mendekati 1.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gonzalez, Wood, Lee, Taylor dan Bussemaker, “Ultrasound-enhanced hairdye application for natural dyeing formulations Ultrason,” *Sonochem*, pp. 294-304, 2018.
- [2] A. Qodim, A. Amira, S. Hidayati dan M. Mahfud, “Anthocyanin from butterfly pea flowers (*Clitoria ternatea*) by ultrasonic-assisted extraction,” *AIP Conference Proceeding*, 2020.
- [3] L. Qadariah, M. Mahfud, E. Sulistiawati dan P. Swastika, “Natural Dye Extraction From Teak Leves (*Tectona Grandis*) Using Ultrasound Assisted Extraction Method for Dyeing on Cotton Fabric,” *MATEC Web of Conferences*, 2018.
- [4] Y. Variyana dan M. Mahfud, “Kinetics Study Using Solvent-Free Microwave Extraction of Essential Oil from *Allium sativum* L.,” *Key Engineering Materials*, pp. 186-192, 2020.
- [5] D. Setyorini, “Kinetika Ekstraksi Hidrotermal Senyawa Fenolik *Gracilaria SP*,” *Jurnal Teknik Kimia Mineral*, vol. 1, pp. 27-30, 2022.
- [6] Chandrakalavathi, Sudha, Sindhuja, Harinipriya dan Jeyalakshmi, “Photosonoelectrochemical analysis of *Lawsonia inermis* (henna) and artificial dye used in tattoo and dye industry,” *ScienceDirect*, vol. Vol. 360, pp. Pages 44-57, 2018.
- [7] Y. Variyana dan Mahfud, “Kinetics Study Using Solvent-Free Microwave Extraction of Essential Oil from *Allium sativum* L.,” *Key Engineering Materials*, vol. 840, pp. 186-192, 2020.
- [8] L. Qadariah, N. Azizah, A. Qodim, D. Bhuana dan Mahfud, “The Extraction of Natural Dyes from Henna Leaves (*Lawsonia Inermis* L.) by Ultrasound-assisted Method,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019.
- [9] M. N. Morshed, H. Deb, S. A. Azad, M. Z. Sultana, Ashaduzzaman dan A. K. Guha, “Aqueous and Solvent Extraction of Natural Colorants from *Tagetes Erecta* L., *Lawsonia Inermis*, *Rosa L* for Coloration of Cellulosic Substrates,” *Flavour and Fragrance Journal* 16, vol. 2, pp. 34-39, 2016.
- [10] Z. Masum, D. Bhuana dan M. mahfud, “Kinetics study of microwave

hydrodistillation (MHD) fresh and dried  
Cymbopogon Nardus leaves,” *AIP  
Conference Proceedings*, 2021.