

Ekstraksi *Curcuminoid* Berbahan Dasar Kunyit Putih Berbasis *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) : Studi Kinetika

Extraction of Curcuminoids from White Turmeric Based on Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) : Kinetic Study

Prama P Aradea^{1,*}, Mega Mustikaningrum²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik – Indonesia

*Email: pramapunggiaradea@gmail.com

Artikel histori:

Submitted 09 Juli 2025

Revised 10 Juli 2025

Accepted 01 Spetember 2025

ABSTRAK: Kunyit putih adalah keluarga dari *zingiberaceae*, dikenal memiliki manfaat bagi kesehatan dikarenakan terdapat kandungan kurkumin yang memiliki sifat anti inflamasi, antioksidan, antikanker, dan antimikroba. Kurkumin pada kunyit putih bisa didapatkan melalui proses ekstraksi. Ekstraksi ultrasonik merupakan metode ekstraksi paling efektif karena bisa mendapatkan hasil kemurnian ekstraksi yang lebih tinggi dengan waktu yang relatif lebih singkat sehingga metode ultrasonik digunakan pada penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variabel ukuran partikel (60 mesh, 80 mesh, dan 100 mesh), suhu (40 °C, 50 °C, dan 60 °C), dan beda pelarut (Etanol dan Methanol) dengan pendekatan kinetika ekstraksi *Pseudo second order* dan *Model Peleg*. Hasil penelitian menunjukkan nilai konsentrasi tertinggi didapatkan pada variabel ukuran yaitu 100 mesh dengan konsentrasi kurkumin yang didapat 23,6705 mg/L, dengan variabel suhu optimum pada 60 °C senilai 24,0460 mg/L, dan pada pelarut etanol didapatkan konsentrasi senilai 24,0460 mg/L. Pada kinetika ekstraksi didapatkan hasil pada model *pseudo second order* dengan K sebesar 0,0406 (mg/g.s) kemudian model K sebesar 1,0265 (1/s)

Kata kunci: Kunyit putih; Kurkumin; *Ultrasonic Assisted Extraction* ; *Pseudo second order*; Model peleg

ABSTRACT: White White turmeric is a family of *zingiberaceae*, known to have health benefits due to the content of curcumin which has anti-inflammatory, antioxidant, anticancer, and antimicrobial properties. Curcumin in white turmeric can be obtained through extraction. Ultrasonic extraction is the most effective extraction method because it can obtain higher extraction purity results in a relatively shorter time so that the ultrasonic method is used in this study. This study aims to examine the influence of particle size (60 mesh, 80 mesh, and 100 mesh), temperature (40 °C, 50 °C, and 60 °C), and different solvents (Ethanol and Methanol) with the *Pseudo second order* extraction kinetics approach and the *Peleg Model*. The results showed that the highest concentration value was obtained in the size variable, namely 100 mesh with a curcumin concentration of 23,6705 mg/L, with the optimum temperature variable at 60 °C worth 24,0460 mg/L, and in the ethanol solvent obtained a concentration worth 24,0460 mg/L. In the extraction kinetics, the results obtained in the *pseudo second order* model with K of 0,0406 (mg/g.s) then the K model of 1,0265 (1/s)

Keywords: White turmeric; Curcumin; *Ultrasonic Assisted Extraction*; *Pseudo second order*; *Peleg model*

1. PENDAHULUAN

Tanaman herbal merupakan tanaman yang diidentifikasi oleh manusia memiliki banyak manfaat khususnya untuk pencegahan penyakit, di era sekarang masyarakat banyak yang masih menggunakan obat tradisional yang berasal dari alam, salah satunya dari tanaman herbal (Grenvilco et al., 2023). Salah satu tumbuhan herbal yang memiliki berbagai macam manfaat dan bisa digunakan sebagai alternatif obat herbal dan obat tradisional adalah kunyit putih.

Kunyit putih sering ditemukan di kebun (TOGA) masyarakat desa khususnya di desa Dungus kecamatan Cerme dan banyak ditemukan juga di pedagang pasar Cerme yang menjadi objek pengambilan bahan baku pada penelitian kali ini. Kunyit putih memiliki berbagai kandungan senyawa yang bermanfaat contohnya senyawa flavonoid, polifenol, kurkumin dan lain-lain. Kandungan senyawa pada kunyit yaitu kurkumin biasanya diperoleh pada bagian kunyit khususnya pada bagian rimpang kunyit (Faisal et al., 2023).

Kurkumin pada era modern digunakan sebagai senyawa pembuatan obat herbal seperti tablet ekstrak, suplemen makanan dan suplemen penunjang kesehatan yang dijual secara komersial. (Aryantini & Hardini, 2024). Metode yang sering digunakan untuk pengambilan senyawa pada tanaman herbal pada kasus ini yaitu pengambilan kurkumin pada kunyit putih adalah metode ekstraksi.

Ekstraksi yang populer digunakan adalah metode ekstraksi maserasi. Proses metode tersebut yaitu dengan merendam sampel pada pelarut organik dengan suhu yang ditentukan, selanjutnya metode sokletasi yang dilakukan dengan menggunakan bantuan pelarut dan suhu operasi yang mendekati titik didih pelarut (Maria Ulfa et al., 2023).

Peneliti terdahulu melakukan ekstraksi maserasi terhadap ekstrak kurkumin dari kunyit menggunakan pelarut aseton dengan lama ekstraksi 18 jam, suhu 35 °C, dengan perbandingan pelarut 1:8 menghasilkan kadar kurkumin sebesar 1,52 % (Yusro AH., 2004). Dari penelitian tersebut metode ekstraksi kurkumin dengan maserasi memiliki kelemahan yaitu dalam pemilihan pelarut harus sesuai dan perbedaan pelarut bisa menyebabkan terjadinya perbedaan hasil ekstraksi. Adapun kelemahan lain dari proses maserasi, penggunaan waktu dan energi sangat besar (Lestari, 2014). Sedangkan pada metode sokletasi memiliki kelemahan dapat menyebabkan rusaknya solute atau komponen lain yang tidak tahan terhadap suhu tinggi (Yasacaxena et al., 2023). Sehingga pada penelitian ini akan digunakan metode ultrasonik untuk mempercepat waktu ekstraksi dan memperkecil penggunaan energi

Metode ekstraksi ultrasonik merupakan alternatif yang lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan metode ekstraksi maserasi dan sokletasi. Isolasi ultrasonik merupakan proses yang efisien, cepat dan mudah, ekstraksi dengan metode ultrasonik lebih unggul dengan hasil kurkumin yang meningkat secara signifikan dalam waktu ekstraksi yang lebih singkat. Untuk ekstraksi metode ultrasonik, berbagai pelarut dapat digunakan seperti air, etanol, metanol, gliserin dan lain-lain. Dibandingkan dengan pelarut lain, etanol adalah pelarut yang efektif dan aman, yang menghasilkan hasil yang tinggi dari ekstrak pada ekstraksi kurkumin (Bagal et al., 2020).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ekstraksi kurkumin dari kunyit putih dilakukan melalui beberapa tahap utama. Pertama, sampel kunyit putih dipersiapkan dengan proses pengeringan dan penghalusan hingga siap digunakan. Selanjutnya, ekstraksi dilakukan dengan bantuan gelombang ultrasonik untuk mempercepat pelepasan senyawa aktif. Setelah itu, hasil ekstraksi dipisahkan menggunakan proses destilasi agar diperoleh komponen yang lebih murni. Tahap terakhir adalah pengambilan sampel secara berkala untuk dianalisis sebagai data kinetika ekstraksi.

2.1 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah rimpang kunyit putih. Sampel kunyit putih diperoleh dari taman TOGA milik masyarakat di Desa Dungus, Kecamatan Cerme, serta dari pasar tradisional di wilayah Cerme. Selain itu, digunakan juga pelarut etanol dengan kemurnian 96 % sebagai pelarut ekstraksi. Metanol 98 % juga digunakan sebagai pelarut ekstraksi dalam proses analisis. Kombinasi bahan alami dan pelarut kimia ini dipilih untuk memastikan hasil ekstraksi kurkumin yang optimal..

2.2 Alat Penelitian

Dalam penelitian terdapat tiga kelompok besar rangkaian peralatan, yaitu rangkaian alat ekstraksi ultrasonik tipe *bath* dengan frekuensi 40 KHz, rangkaian alat destilasi vakum dan spektrofotometer UV/Vis. Sedangkan instrumen *glassware* dan alat penunjang yang digunakan adalah corong gelas, kertas saring, erlenmeyer 250 ml, *beaker glass* 250 ml, *beaker glass* 100 ml, gelas ukur 250 ml, labu ukur 100 ml, cawan porselen, dan blender.

2.3 Prosedur penelitian

2.3.1 Ekstraksi Sampel

Rimpang kunyit putih yang sudah dibersihkan dan dikeringkan dengan oven, dihaluskan dengan blender kemudian diayak dengan ayakan mesh dengan variasi 60 mesh, 80 mesh, dan 100 mesh. Bubuk kunyit ditimbang dengan acuan perbandingan 1:3 dengan pelarut. yakni bubuk kunyit seberat 15 gram dengan pelarut 45 ml, terdapat dua variasi pelarut yaitu etanol 96 % dan metanol 98 %.

Ekstraksi dimulai dengan memasukkan bubuk kunyit dengan pelarut kedalam labu leher tiga kemudian dimasukkan ke dalam alat ultrasonik tipe bath. Ekstraksi dilakukan dengan beberapa variasi yakni ukuran partikel 60 mesh, 80 mesh, dan 100 mesh, kemudian suhu 40 °C, 50 °C, dan 60 °C, terakhir dengan variasi pelarut etanol 96 % dan metanol 98 %. Semua ekstraksi dilakukan selama 45 menit pada setiap variabel tersebut.

2.3.2 Pemisahan

Sampel hasil ekstraksi dipisahkan terlebih dahulu antara larutan dan ampas bubuk kunyit menggunakan kertas saring. Proses penyaringan ini bertujuan untuk memperoleh filtrat yang lebih jernih dan bebas dari partikel padat. Selanjutnya, filtrat yang diperoleh didestilasi menggunakan alat destilasi vakum. Destilasi dilakukan pada suhu 80°C agar senyawa kurkumin dapat dipisahkan dari pelarutnya tanpa merusak struktur aktifnya. Dengan cara ini, kurkumin yang lebih murni dapat diperoleh untuk tahap analisis berikutnya.

2.3.3 Analisis konsentrasi kurkumin

Analisis konsentrasi kurkumin dimulai dengan membuat larutan standar kurkumin dengan cara 10 mg kurkumin dilarutkan dalam 15 ml etanol, lalu dimasukkan ultrasonik selama 10 menit. Setelah itu, larutan diencerkan dengan etanol sampai volume 100 ml dan disaring untuk mendapatkan larutan standar 100 mg/L. Dari larutan standar 100 mg/L, dibuat larutan standar dengan konsentrasi 5 mg/L, 10 mg/L, 15 mg/L, 20 mg/L, dan 25 mg/L.

Setelah larutan standar sudah siap, langkah selanjutnya adalah menentukan panjang gelombang maksimum dengan mengukur absorbansi larutan 5 mg/L dalam rentang 400-600 nm, yang menunjukkan hasil tertinggi pada 430 nm. Selanjutnya, kurva standar dibuat dengan melakukan plotting grafik antara absorbansi sebagai sumbu x dan konsentrasi sebagai sumbu y.

Untuk menentukan kadar sampel, sebanyak 2 ml sampel hasil destilasi dicampur dengan 6 ml etanol, dikocok hingga merata, lalu

absorbansinya diukur menggunakan spektrofotometer UV/Vis.

2.3.4 Model kinetika ekstraksi kurkumin kunyit putih

Dalam penelitian ini, nilai konstanta laju ekstraksi (k) dihitung menggunakan dua pendekatan, yaitu model *pseudo second order* dan model Peleg. Model *pseudo second order* digunakan untuk melihat kecepatan ekstraksi yang berkaitan dengan jumlah titik aktif pada permukaan adsorben. Sementara itu, model Peleg digunakan untuk menggambarkan seberapa cepat proses ekstraksi berlangsung di awal, serta seberapa besar jumlah zat yang bisa diekstraksi secara keseluruhan. Kedua model ini kemudian dibandingkan untuk mengetahui mana yang paling cocok dengan data percobaan.

Model kinetika pertama yaitu model peleg (Milićević et al., 2021). Persamaan yang mewakili model peleg dapat dilihat pada persamaan (1) sampai dengan persamaa (3) :

$$C_t = C_0 + \frac{t}{K_1 + K_2 t} \quad (1)$$

Dimana C_t merupakan konsentrasi kurkumin terhadap waktu t (mg/L). C_0 merupakan konsentrasi mula-mula kurkumin, t adalah waktu ekstraksi (*second*), K_1 merupakan konstanta laju peleg (*second* mg/mg) dan K_2 adalah konstanta kapasitas (mg/mg). Persamaan Peleg yang kemudian diselesaikan dengan menggunakan linearitas, dan jumlah nilai konstanta laju ekstraksi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2):

$$K = \frac{K_2}{K_1} \quad (2)$$

Nilai K dalam model Peleg merepresentasikan konstanta kecepatan ekstraksi dengan satuan (1/s). Persamaan (2) selanjutnya dianalisis dengan menentukan linieritas data menggunakan grafik, menghasilkan bentuk persamaan yang dirumuskan seperti pada Persamaan (3).

$$\frac{t}{C_t - C_0} = K_1 + K_2 t \quad (3)$$

Model kinetika kedua pada penelitian ini yaitu *pseudo second order*, Model ini seringkali diterapkan untuk menggambarkan proses adsorpsi ataupun ekstraksi berbasis laju reaksi kimia. model *pseudo second order* dijelaskan (Ho & McKay, 1999). Dalam pendekatan ini, laju ekstraksi dianggap bergantung pada kuadrat jumlah titik aktif yang tersedia. Persamaan

matematis dari *pseudo second order* disajikan pada Persamaan (4)

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

Persamaan (4) tersebut diintegrasikan. Proses integrasi dilakukan menggunakan kondisi batas. Kondisi batas yang digunakan adalah pada $t = 0$; $C_t = 0$ dan $t = t$; $C_t = C_t$. Dari hasil integrasi tersebut, diperoleh bentuk persamaan linier. Persamaan linier ini dijabarkan pada Persamaan (5).

$$\frac{1}{C_s - C_t} + \frac{1}{C_s} = kt \quad (5)$$

Nilai dari C_s disubstitusi ke dalam Persamaan (5). Dengan cara ini, ditunjukkan untuk mendapatkan bentuk baru sebuah persamaan. Persamaan baru ini digunakan untuk menghitung nilai t/C_t . Hasilnya dijelaskan dalam Persamaan (6). Persamaan ini memudahkan perhitungan dalam analisis selanjutnya.

$$\frac{t}{C_t} = \frac{t}{C_s} + \frac{1}{C_s^2 k} \quad (6)$$

Nilai $C_s^2 k$ pada Persamaan (6) diubah menjadi sebuah konstanta, yaitu y . Langkah ini bertujuan untuk menyederhanakan dari bentuk persamaan sebelumnya. Setelah penyederhanaan ini, persamaan tersebut menjadi lebih mudah untuk digunakan. Persamaan baru ini dijabarkan pada Persamaan (7). Dengan cara ini, perhitungan selanjutnya menjadi lebih praktis dan jelas.

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

Dalam hal ini, konstanta y menunjukkan koefisien laju ekstraksi simultan dengan nilai $k C_s^2$. Nilai k kemudian dapat dicari dengan memplot t sebagai sumbu x dan t/C_t sebagai sumbu y . Satuan k pada second order adalah $L/(mg \cdot s)$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Konsentrasi Kurkumin

Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan tiga variasi ukuran partikel, yaitu 60 mesh, 80 mesh, dan 100 mesh. Setiap sampel diekstraksi pada kondisi suhu terkontrol 40°C dengan waktu proses selama 45 menit. Pemilihan variasi ukuran partikel ini bertujuan untuk melihat pengaruh luas permukaan terhadap efektivitas ekstraksi. Semakin halus ukuran partikel, umumnya semakin besar pula peluang kontak antara pelarut dan senyawa aktif. Hasil lengkap dari pengujian

berdasarkan variasi ukuran partikel tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil variabel ukuran partikel

Suhu (°C)	Ukuran Partikel (mesh)	Konsentrasi (mg/L)
40	60	16,1073
40	80	23,0155
40	100	23,6705

Berdasarkan pengamatan pada Tabel 1, ukuran partikel memiliki pengaruh signifikan terhadap konsentrasi kurkumin yang dihasilkan. Semakin kecil ukuran partikel, luas permukaan kontak akan semakin besar, yang berkontribusi pada pengurangan hambatan difusi. Hal ini menyebabkan peningkatan laju difusi serta percepatan kecepatan ekstraksi (Robert E. Treybal, 1979).

Hasil serupa juga ditemukan dalam penelitian yang dilakukan oleh Dewi (Dewi et al., 2023). Dalam penelitiannya menggunakan variasi ukuran partikel didapatkan hasil terbaik diperoleh pada ukuran partikel tertinggi yaitu -120 mesh. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa ukuran partikel yang optimal berpengaruh terhadap hasil akhir ekstraksi, yaitu pada kasus ekstraksi kitin pada belalang didapatkan ukuran partikel terbaik yaitu BCS 5 yang mendapatkan yield sebesar 95,2 % dibandingkan dengan BCS 1, BCS 2, BCS 3, dan BCS 4 yang mendapatkan *yield* lebih rendah (Savitri et al., 2024).

3.2 Pengaruh Suhu Terhadap Konsentrasi Kurkumin

Pada pembahasan ini ekstraksi dilakukan dengan variasi suhu, yaitu pada suhu 40 °C, 50 °C, dan 60 °C. Setiap sampel dianalisis menggunakan partikel berukuran 100 mesh selama 45 menit.

Hasil yang didapatkan menghasilkan kesimpulan yang sama dengan penelitian sebelumnya yaitu ekstraksi *virgin coconut oil* dengan ultrasonik dengan variasi suhu 25 °C, 35 °C, 45 °C, 55 °C, dan 65 °C didapatkan *yield* tertinggi di suhu 65 °C sebesar 31,33% (Ricad Julian et al., 2023). Penelitian lainnya juga menyebutkan suhu berpengaruh terhadap ekstraksi didapatkan suhu terbaik pada ekstraksi aktivitas antioksidan pada ekstrak metanolik yaitu 55 °C (Tara et al., 2021)

Setelah dilakukan pengujian dengan variabel ukuran partikel, selanjutnya yaitu pengujian dengan variabel perbedaan suhu. Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah variasi suhu memberikan dampak terhadap hasil ekstraksi. Setiap kondisi suhu diuji secara sistematis untuk memperoleh data yang konsisten. Hasil dari pengujian berdasarkan variasi suhu dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian dengan variabel suhu

Ukuran Partikel (mesh)	Suhu (°C)	Konsentrasi (mg/L)
100	40	23,6705
100	50	24,0198
100	60	24,0460

Berdasarkan Tabel 2 suhu memiliki pengaruh yang signifikan terhadap konsentrasi kurkumin dalam sampel. Peningkatan suhu menyebabkan terjadinya pengembangan pori-pori pada padatan, sehingga mempermudah proses difusi pelarut ke dalam sampel dan melarutkan senyawa yang diekstraksi (Prasetyo et al., 2010).

3.3 Pengaruh Pelarut Terhadap Konsentrasi Kurkumin

Proses ekstraksi dilakukan dengan variasi jenis pelarut, yaitu etanol dan metanol. Setiap sampel dianalisis menggunakan partikel berukuran 100 mesh selama 45 menit pada suhu 60 °C dengan bantuan perangkat ultrasonik berfrekuensi 40 kHz. Hasil pengujian berdasarkan variasi jenis pelarut disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian variabel beda pelarut

Ukuran Partikel (mesh)	Suhu (°C)	Pelarut	Konsentrasi (mg/L)
100	60	Etanol	24,0460
100	60	Methanol	23,9587

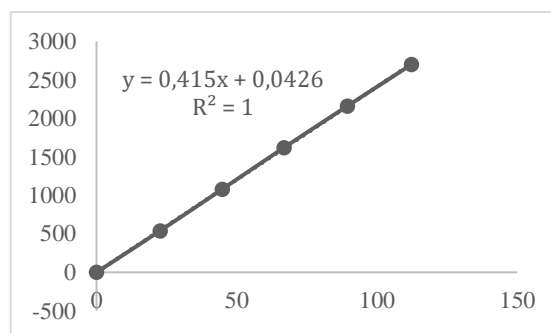
Berdasarkan Tabel 3 dapat diamati bahwa konsentrasi kurkumin yang diekstraksi menggunakan pelarut etanol lebih tinggi dibandingkan dengan metanol. Hal ini karena tingginya kelarutan kurkumin dalam etanol, yang memungkinkan ekstraksi senyawa tersebut berlangsung lebih optimal. Etanol 96 % mempunyai keunggulan yaitu efisien dalam mempercepat proses penguapan, sekaligus menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur pada ekstrak, sehingga sering digunakan dalam berbagai aplikasi, terutama pada proses ekstraksi bahan alam (Suharsanti et al., 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuningtyas (Wahyuningtyas SEP, Permana, 2017) menunjukkan bahwa kadar kurkumin tertinggi diperoleh dengan menggunakan pelarut etanol, yaitu sebesar 1,89 %, yang tidak berbeda secara signifikan dengan metanol (1,78 %) dan aseton (1,81 %). Penelitian lain juga menyatakan pada penentuan kadar flavonoid ekstrak daun sirsak didapatkan hasil rendemen ekstrak tertinggi dengan pelarut etanol 96 % yaitu sebesar 5,840 % (Puspa Yani et al., 2023).

3.4 Penentuan Kinetika Ekstraksi

Dalam penelitian ini, nilai konstanta laju ekstraksi (k) dihitung menggunakan dua pendekatan, yaitu model *pseudo second order* dan model Peleg. Model *pseudo second order* digunakan untuk melihat kecepatan ekstraksi yang berkaitan dengan jumlah titik aktif pada permukaan adsorben. Sementara itu, model Peleg digunakan untuk menggambarkan seberapa cepat proses ekstraksi berlangsung di awal, serta seberapa besar jumlah zat yang bisa diekstraksi secara keseluruhan. Kedua model ini kemudian dibandingkan untuk mengetahui mana yang paling cocok dengan data percobaan. Model *pseudo second order* pertama kali diperkenalkan (Ho & McKay, 1999), dan dianggap lebih sesuai untuk diterapkan pada ekstraksi modern maupun konvensional dibandingkan model *pseudo first order*. Sementara itu, model kinetika Peleg memberikan estimasi nilai kinetika yang akurat pada ekstraksi padat-cair. (Liao et al., 2021).

Ekstraksi dilakukan menggunakan sampel terbaik, yaitu sampel dengan ukuran partikel 100 mesh, menggunakan pelarut etanol pada suhu 60°C. Pengambilan sampel ekstraksi dilakukan dalam waktu 45 menit dengan selang waktu per 9 menit. Hasil dari *pseudo second order* disajikan pada Gambar 1.

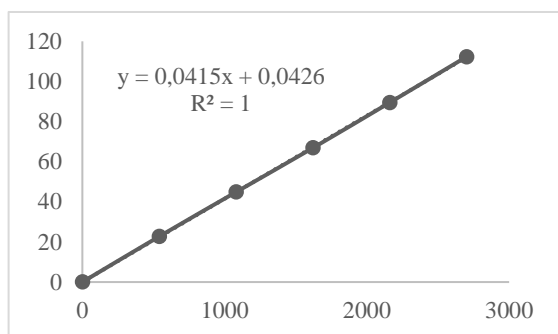


Gambar 1. Grafik hubungan t/C_t-C_0 dan t

Berdasarkan Gambar 1, ditunjukkan hasil analisis menggunakan model *pseudo second order*. Grafik hubungan antara $t/(C_t-C_0)$ dengan waktu (t) memperlihatkan kesesuaian yang sangat baik. Nilai koefisien determinasi (R) yang diperoleh adalah 1, menunjukkan bahwa model ini mampu menggambarkan data secara akurat. Selain itu, nilai konstanta laju (K) pada *pseudo second order* tercatat sebesar 0,0406 mg/g.s. Hasil ini menegaskan bahwa model kinetika *pseudo second order* dapat merepresentasikan fenomena ekstraksi dengan baik.

Model kinetika kedua yang digunakan adalah model peleg. model peleg menggambarkan laju ekstraksi awal melalui konstanta k_1 . Jumlah total zat yang terekstraksi pada model peleg ditunjukkan dengan konstanta k_2 . Model peleg digunakan untuk memahami dinamika ekstraksi secara menyeluruh.

Hasil analisa dengan model peleg ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan t/C_t dan t

Berdasarkan Gambar 2, ditampilkan hasil analisis menggunakan model Peleg. Grafik hubungan antara t/C_t dengan waktu (t) menunjukkan kecocokan yang sangat baik dengan data percobaan. Dari analisis tersebut diperoleh nilai koefisien determinasi (R) sebesar 1, yang menandakan akurasi model sangat tinggi. Parameter kinetika yang dihasilkan adalah K_1 sebesar 0,0415 ($1/\text{mg}\cdot\text{s}$), K_2 sebesar 0,0426 (mg/g), dan K sebesar 1,0265 ($1/\text{s}$). Hasil ini menunjukkan bahwa model Peleg mampu merepresentasikan fenomena ekstraksi yang terjadi secara tepat.

Model peleg adalah model non-eksponensial yang menjelaskan seberapa cepat air atau zat diserap pada awal proses pengujian (K_2), serta berapa banyak air atau zat yang diserap secara maksimal (K_2) (Peleg & Cole, 1998). Sedangkan model *pseudo second order* menjelaskan kapasitas adsorpsi tergantung pada jumlah titik aktif yang tersedia pada permukaan adsorben (Ho & McKay, 1999).

Model *pseudo second order* dipilih karena mampu menggambarkan proses ekstraksi yang lebih realistis dibandingkan model kinetika sederhana lainnya. *pseudo second order* mengasumsikan bahwa laju ekstraksi dikendalikan oleh interaksi kimia (*chemisorption*) antara pelarut dan senyawa aktif, bukan hanya sekadar difusi fisik (Meregalli, 2014). Hal ini sangat relevan untuk senyawa bioaktif seperti fenolik, flavonoid, maupun kurkumin, karena proses pelepasannya banyak dipengaruhi oleh interaksi hidrogen, gaya van der Waals, serta ikatan pada permukaan. Selain itu, *pseudo second order* terbukti memberikan akurasi yang lebih baik dibandingkan model *Pseudo First Order* dalam menggambarkan kinetika ekstraksi kurkumin. Parameter kinetik yang dihasilkan, seperti konstanta laju (k_2) dan kapasitas kesetimbangan (q_e), juga memberikan gambaran kuantitatif mengenai kapasitas maksimum kurkumin yang dapat diekstrak (Tan, 2011).

Sementara itu, Model Peleg dipilih karena sifatnya yang sederhana namun fleksibel dalam menggambarkan kurva ekstraksi. Model ini mampu merepresentasikan pola umum proses ekstraksi,

yaitu kecepatan tinggi pada tahap awal yang kemudian melambat hingga mendekati kondisi kesetimbangan (Peleg & Cole, 1998). Dalam model Peleg, konstanta k_1 berkaitan dengan laju ekstraksi awal, sedangkan konstanta k_2 mencerminkan kapasitas ekstraksi maksimum (Cacace & Mazza, 2003). Karakteristik ini membuat Peleg sangat sesuai untuk proses ekstraksi kurkumin yang memang menunjukkan pola “cepat di awal lalu melambat”. Selain itu, penggunaannya yang luas pada berbagai studi ekstraksi senyawa bioaktif dari bahan alam menunjukkan bahwa model ini praktis, mudah difitkan dengan data eksperimen, dan mampu memberikan deskripsi empiris yang andal (Sulaiman, 2013).

Berdasarkan nilai dari regresi (R^2), model kinetika tersebut sesuai untuk menggambarkan fenomena ekstraksi. Dalam hal ini karena model *pseudo second order* dan model peleg memiliki nilai regresi yang sama dan nilai konstanta kecepatan ekstraksi yang sama. Dapat dikatakan kedua model tersebut mampu menginterpretasikan fenomena ekstraksi yang terjadi, karena konstanta laju reaksi akan semakin besar dengan seiringnya peningkatan waktu kontak pada proses ekstraksi, walaupun terjadi penurunan pada waktu 2700 *second*.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstraksi kurkumin dari kunyit putih dengan bantuan ultrasonik (40 kHz) menggunakan 15 gram sampel dan 45 ml pelarut menghasilkan konsentrasi tertinggi pada ukuran partikel 100 mesh (23,6705 mg/L) dan suhu 60 °C (24,0460 mg/L). Pada variasi ukuran partikel, kurkumin yang diperoleh berturut-turut adalah 16,1073 mg/L (60 mesh), 23,0155 mg/L (80 mesh), dan 23,6705 mg/L (100 mesh), sedangkan pada variasi suhu ekstraksi 40 °C, 50 °C, dan 60 °C, konsentrasi yang dihasilkan berturut-turut adalah 23,6705 mg/L, 24,0198 mg/L, dan 24,0460 mg/L. Penggunaan etanol dan metanol sebagai pelarut menunjukkan hasil masing-masing sebesar 24,0460 mg/L dan 23,9587 mg/L. dengan etanol menghasilkan sedikit lebih banyak kurkumin. Faktor utama yang memengaruhi konsentrasi kurkumin adalah ukuran partikel yang lebih kecil, yang meningkatkan luas permukaan, serta suhu yang lebih tinggi, yang mempercepat difusi pelarut. Dari analisis kinetika, model *pseudo second order* dengan $K = 0,0406$ kemudian model Peleg dengan $K_1 = 0,0415$; $K_2 = 0,0426$ dan $K = 1,0265$ dianggap sesuai karena memiliki nilai regresi 1.

DAFTAR PUSTAKA

Aryantini, D., & Hardini, P. (2024). Penetapan Kandungan Kurkumin Secara KLT Densitometri Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Berdasarkan Perbedaan Tempat Tumbuh Determination of Curcumin

- Content by TLC Densitometry of Extract (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Based on Differences in Growing Places (Vol. 2, Issue 2).
- Bagal, M. V., Deshmukh, ; Aamir, Thakur, N., & Valiyare, A. (2020). Curcumin Extraction using Ultra sonication: A. In JETIR2006496 Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (Vol. 7). www.jetir.org
- Cacace, J. E., & Mazza, G. (2003). Mass transfer process during extraction of phenolic compounds from milled berries. *Journal of Food Engineering*, 59(4), 379–389. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00497-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00497-1)
- Dewi, F. K., Fahreza, F., Arifin, Z., Sirajuddin, S., & Sahraeni, S. (2023). Ekstraksi Pewarna Alami Dari Kayu Ulin Berbantuan Ultrasonik. *Jurnal Teknik Kimia Vokasional (JIMSI)*, 3(2), 55–58. <https://doi.org/10.46964/jimsi.v3i2.549>
- Faisal, H., Chan, A., Winata, H. S., Diana, V. E., & Atika, W. (2023). Aktivitas Anti Oksidan Dan Evaluasi Sediaan Masker Peel-off Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit Putih (*Curcuma Zedoaria* Roscoe). *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.29313/jiff.v6i1.9085>
- Grenvilco, O., Kumontoy, D., Deeng, D., & Mulianti, T. (2023). Pemanfaatan Tanaman Herbal Sebagai Obat Tradisional Untuk Kesehatan Masyarakat Di Desa Guaan Kecamatan Mooat Kabupaten Bolaang Mongondow Timur (Vol. 16, Issue 3).
- Ho, Y. S., & McKay, G. (1999). Pseudo-second order model for sorption processes. *Process Biochemistry*, 34(5), 451–465. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(98\)00112-5](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(98)00112-5)
- Lestari, T. (2014). Pengaruh metode dan variasi pelarut ekstraksi terhadap kadar polifenolat bunga kecombrang (*Etilingera elatior* (jack) rm sm). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada Jurnal Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan dan Farmasi*, 121, 88–95.
- Liao, J., Guo, Z., & Yu, G. (2021). Process intensification and kinetic studies of ultrasound-assisted extraction of flavonoids from peanut shells. *Ultrasonics Sonochemistry*, 76, 105661. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105661>
- Maria Ulfa, A. S., Emelda, E., Munir, M. A., & Sulistyani, N. (2023). Pengaruh Metode Ekstraksi Maserasi Dan Sokletasi Terhadap Standardisasi Parameter Spesifik Dan Non Spesifik Ekstrak Etanol Biji Pepaya (*Carica Papaya* L.). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.36387/jifi.v6i1.1387>
- Meregalli, C., et al. (2014). Kinetic modeling of curcumin extraction from *Curcuma longa* L. *Industrial Crops and Products*, 58, 188–193.
- Milićević, N., Kojić, P., Sakač, M., Mišan, A., Kojić, J., Perussello, C., Banjac, V., Pojić, M., & Tiwari, B. (2021). Kinetic modelling of ultrasound-assisted extraction of phenolics from cereal brans. *Ultrasonics Sonochemistry*, 79, 105761. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105761>
- Peleg, M., & Cole, M. B. (1998). Reinterpretation of Microbial Survival Curves. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38(5), 353–380. <https://doi.org/10.1080/10408699891274246>
- Prasetyo, S., Afilia, D., & Cantawinata, S. (2010). Pengaruh Temperatur, Rasio Bubuk Jahe Kering Dengan Etanol, Dan Ukuran Bubuk Jahe Kering Terhadap Ekstraksi Oleoresin Jahe (*Zingiber Officinale*, Roscoe). 4–5.
- Puspa Yani, N. K. L., Nastiti, K., & Noval, N. (2023). Pengaruh Perbedaan Jenis Pelarut Terhadap Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.). *Jurnal Surya Medika*, 9(1), 34–44. <https://doi.org/10.33084/jsm.v9i1.5131>
- Ricad Julian, O., Ambarwati, R., Lestari, S., & Kasmiyatun, M. (2023). Ekstraksi Virgin Coconut Oil Secara Ultrasonik. *Journal of Chemical Engineering*, 4(2).
- Robert E. Treybal. (1979). *Mass Transfer Operations (Chemical Engineering Series)* by Robert E. Treybal (1979-12-01).
- Savitri, M., Pangestoe, S. H., Hilman Imadul Umam, Meka Saima Perdani, & Teguh Pambudi. (2024). Pengaruh Ukuran Partikel dan Suhu Terhadap Derajat Asetilasi dan Yield Pada Ekstraksi Kitin dari Belalang Melalui Green Method. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, 10(2), 158–166. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2024.v10.i2.17268>
- Suharsanti, R., Astutiningsih, C., Susilowati, N. D., Tinggi, S., Farmasi, I., & Semarang, Y. P. (2020). Kadar Kurkumin Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma Domestica*) Secara KLT Densitometri Dengan Perbedaan Metode Ekstraksi Curcumin Levels From Turmeric Extract (*Curcuma Domestica*) By TLC Densitometry With The Difference Of Extraction Method.
- Sulaiman, S. F., et al. (2013). Kinetics of curcumin extraction using microwave-assisted extraction and mathematical modeling. *Journal of Food Process Engineering* 36(5), 545–554.
- Tan, S. P. T. S. P., S. C. E., & R. P. D. (2011). An improved method for water extraction of

- curcuminoids from turmeric and kinetics of curcuminoid degradation in aqueous solution. Tara, P., Komala, H., & Husni, A. (2021). Pengaruh Suhu Ekstraksi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanolik *Eucommia spinosum*. In *JPHPI 2021* (Vol. 24, Issue 1).
- Wahyuningtyas SEP, Permana, W. (2017). Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Kandungan Senyawa Kurkumin Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. *Jurnal ITEPA*; 6 (2): 61-70.
- Yasacaxena, L. N. Y., Defi, M. N., Kandari, V. P., Weru, P. T. R., Papilaya, F. E., Oktafera, M., & Setyaningsih, D. (2023). Review: Extraction of Temulawak Rhizome (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) and Activity As Antibacterial. *Jurnal Jamu Indonesia*, 8(1), 10–17. <https://doi.org/10.29244/jji.v8i1.265>
- Yusro AH. (2004). Pengaruh waktu, suhu, dan nisbah pelarut pada ekstraksi kurkumin dari temulawak dengan pelarut etanol [skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.