

# PENGARUH SUHU TERHADAP EKSTRAKSI MINYAK TEMULAWAK BERBENTUK SLAB MENGGUNAKAN PELARUT ETANOL

Sperisa Distantina dan Dwi Hastuti Asta Wulan

Jurusan Teknik Kimia FT UNS, Surakarta

**Abstract:** Extraction of oil from slab curcuma using etanol as a solvent in batch extractor has been performed. The objectives of this research are to evaluate parameter that came up in a mathematical model. The parameters that would be evaluated were interface mass coefficient ( $k_c$ ), effective diffusivity ( $De$ ) oil in curcuma, and equilibrium constant ( $H$ ). This experiment also investigates the effects of extraction temperature on  $k_c$ ,  $De$ , and  $H$ .

In this research, extraction was carried out in a three necks glass as an extractor equipped with a thermometer, mercury mixer, heater and, water cooler. Sample withdrawn at every 5 minutes interval. The concentration of oil in the samples were measured with gravimetry method.

The evaluation of experimental data shows that the mathematical model proposed can describe the curcuma oil extraction and the three parameter,  $k_c$ ,  $De$ , and  $H$  increase with the increase of temperature. Relation between  $De$  and temperature can be expressed in the following equation :

$$De = 0.0000756e^{-9.194/T}$$

The equation is formulated in the range of temperatures from 35°C to 65°C, and its average error is 0.085%.

**Keywords :** extraction, slab, interface mass transfer, effective diffusion, equilibrium constant, and temperature.

## Pendahuluan

Rimpang temulawak terdiri atas curcumin, pati, abu serat, minyak atsiri, dan oleoresin. Curcumin dan minyak atsiri ini diduga mempunyai khasiat sebagai obat tradisional. Oleoresin merupakan komponen minyak yang tidak menguap, dan hampir semua berupa cairan pekat atau lilin kental [ 4 ]. Oleoresin merupakan komponen pemberi rasa pedas dan pahit. Di masa mendatang diharapkan ekspor serbuk atau temulawak kering dapat digantikan dalam bentuk ekspor oleoresin yang mempunyai nilai lebih tinggi. Berdasarkan pertimbangan kegunaannya, maka dilakukan penelitian ekstraksi oleoresin (minyak) dari temulawak yang banyak tumbuh di Indonesia.

Cara pengambilan minyak dalam temulawak yang paling sesuai adalah ekstraksi dengan pelarut yang mudah menguap, seperti kloroform, eter, aseton, atau alkohol. Alkohol dengan kadar tinggi biasanya digunakan untuk mengekstraksi bahan kering, daun, dan batang [ 2 ].

Pada ekstraksi padat-cair perpindahan massa terjadi secara difusi di dalam padatan dan konveksi antar fasa padatan-cairan [ 6 ]. Padatan pada tumbuhan merupakan struktur sel, dan produk alam yang diekstraksi terdapat dalam jaringan sel-sel ini. Tahapan ekstraksi solut dalam padatan menggunakan pelarut cair meliputi antara lain :

1. difusi pelarut ke dalam jaringan sel-sel,
2. pelarutan solut ke pelarut dan solut mendifusi dari dalam padatan ke permukaan padatan,
3. transfer massa solut dari permukaan padatan ke cairan pelarut.

Peristiwa difusi pelarut ke dalam jaringan sel-tumbuhan sangat cepat, karena pelarut yang digunakan biasanya cukup banyak dibandingkan jumlah padatan. Untuk mempercepat difusi solut di dalam jaringan sel, biasanya jaringan ini dipotong-potong [ 6 ].

## Dasar Teori

Pada penelitian ini ekstraksi dilakukan terhadap temulawak yang diiris tipis-tipis sehingga dapat dianggap berbentuk slab. Persamaan kecepatan difusi minyak dalam temulawak dianalogikan mengikuti hukum Fick dengan nilai difusivitas diganti difusivitas efektif ( $De$ ), yaitu :

$$N_A = -De \frac{\partial C}{\partial z} \quad (1)$$

Kecepatan transfer massa minyak antar fasa padatan-cairan dituliskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$N_A = kc (C_L^* - C_L) \quad (2)$$

Hubungan keseimbangan antara minyak dalam padatan dan larutan mengikuti hukum Henri, karena konsentrasi minyak dalam larutan sangat kecil, dan dapat dituliskan persamaan sebagai berikut :

$$C_L^* = H C_A \quad (3)$$

Untuk keperluan penyusunan model matematis dipakai asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. Padatan berbentuk slab, difusi dalam padatan hanya ke arah tebal slab yang memiliki luas permukaan terbesar,
2. Ekstraksi dalam labu batch yang berpengaduk, dan dianggap konsentrasi minyak di dalam larutan seragam.

Berdasarkan neraca massa minyak dalam padatan dapat disusun persamaan diferensial untuk menyatakan konsentrasi minyak dalam padatan berbentuk slab sebagai fungsi posisi dan waktu sebagai berikut :

$$\frac{\partial^2 C_A}{\partial z^2} = \frac{1}{De} \frac{\partial C_A}{\partial t} \quad (4)$$

dengan kondisi awal dan batas adalah :

- a.  $t=0$ , semua posisi,

$$C_A = C_{A0} \quad (5)$$

- b.  $t>0$ ,  $z=0$ ,

$$-De \frac{\partial C_A}{\partial z} = kc (C_L^* - C_L) \quad (6)$$

- c.  $t>0$ ,  $z=L$ ,

$$-De \frac{\partial C_A}{\partial z} = kc (C_L^* - C_L) \quad (7)$$

Konsentrasi minyak dalam pelarut setiap saat ditentukan berdasarkan neraca massa minyak di dalam tangki dan dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$C_L = C_{L0} + \frac{nS}{W} \left[ LC_{A0} - \int_0^L C_A \right] \quad (8)$$

Persamaan diferensial, keadaan awal dan keadaan batas yang tersusun diselesaikan dengan cara pendekatan beda hingga cara implisit, sehingga terbentuk matriks tridiagonal. Matriks ini diselesaikan dengan *backward substitution*, sehingga dapat ditentukan kadar

minyak dalam padatan fungsi posisi dan waktu, untuk nilai  $kc$  dan  $De$  yang diketahui.

Nilai  $H$  adalah parameter yang dapat diukur dari percobaan, sedangkan nilai  $kc$  dan  $De$  adalah parameter yang tidak dapat diukur langsung. Penentuan nilai  $kc$  dan  $De$  dilakukan dengan membandingkan data hasil percobaan laboratorium untuk besaran yang dapat diukur dan hasil simulasi model matematika.

Pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh temperatur ekstraksi terhadap nilai  $H$ ,  $kc$ , dan  $De$ .

### Metodologi Penelitian

Rimpang temulawak segar dengan kandungan minyak  $0,072 \text{ g/cm}^3$  diiris tipis berbentuk slab dengan tebal  $0,1 \text{ cm}$  dan luas permukaan  $1 \text{ cm}^2$ . Ekstraksi dilakukan secara batch, dimana sejumlah  $310$  buah slab diekstraksi menggunakan  $198,865 \text{ g}$  etanol teknis  $92\%$ .

Alat ekstraksi yang digunakan adalah labu leher tiga yang dilengkapi pengaduk merkuri, pendingin balik, termometer dan pemanas bermantel. Setelah memanaskan etanol di dalam labu sampai suhu sekitar suhu ekstraksi, semua rimpang dimasukkan dan pengaduk dihidupkan yang kecepatannya dijaga tetap sekitar  $700 \text{ rpm}$ , dan suhu ekstraksi dijaga tetap. Setiap selang waktu tertentu diambil cuplikan dan dianalisis kadar minyak dengan metode gravimetri.

Pada percobaan ini dilakukan variasi suhu ekstraksi, yaitu  $35^\circ\text{C}$ ,  $50^\circ\text{C}$ , dan  $65^\circ\text{C}$ . Dari percobaan akan diperoleh data kadar minyak dalam larutan ( $C_L$ ) sebagai fungsi waktu ekstraksi ( $t$ ). Data-data itu digunakan untuk mengevaluasi nilai  $H$ ,  $De$ , dan  $kc$ .

Nilai  $H$  dievaluasi dari data  $C_L$  saat keseimbangan tercapai, yang ditandai tidak ada perubahan  $C_L$  terhadap  $t$ . Nilai  $De$  dan  $Kc$  dicari dengan mencoba-coba nilai itu sampai diperoleh  $C_L$  simulasi yang mendekati  $C_L$  data percobaan, atau dicari nilai  $De$  dan  $kc$  yang memberikan *sum of squares of errors* (SSE) yang minimum, dengan

$$SSE = \sum (C_{L\text{data}} - C_{L\text{hitung}})^2 \quad (9)$$

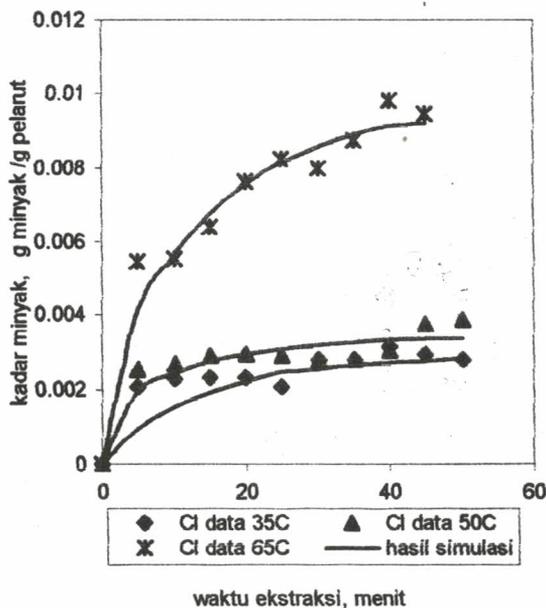
Minimasi SSE dengan 2 variabel ( $De$  dan  $Kc$ ) dijalankan secara numeris dengan metode Hooke-Jeeve dan selanjutnya dibahas pengaruh suhu terhadap  $H$ ,  $De$ , dan  $kc$ .

## Hasil dan Pembahasan

Hasil percobaan dan perhitungan disajikan pada daftar I, gambar 1, dan daftar II.

Daftar I. Data konstanta Henry (H) pada beberapa suhu ekstraksi

T, °C	H, cm <sup>3</sup> /g pelarut
45	0,0543
50	0,0686
65	1,11



Gambar 1. perbandingan data percobaan dengan hasil simulasi model

Daftar II. Nilai kc dan De pada setiap peubah suhu

T, °C	kc, g/cm <sup>2</sup> /menit	De, cm <sup>2</sup> /menit
35	0,07806	5,84E-05
50	0.08269	6,17E-05
65	0.676	6,63e-05

Dari daftar I, II dan gambar 1, terlihat bahwa semakin tinggi suhu ekstraksi maka diperoleh nilai H, De, dan Kc semakin besar pula. Hal ini menunjukkan semakin banyak rendemen minyak yang diperoleh dan ekstraksi semakin cepat pula.

Model matematis yang diajukan, dapat mewakili peristiwa yang terjadi karena CI hasil simulasi sesuai dengan CI pada percobaan laboratorium, seperti pada gambar 1.

Nilai De hasil perhitungan simulasi menghasilkan harga yang cenderung naik dengan meningkatnya suhu. Hal ini menunjukkan nilai De merupakan fungsi suhu, dan hubungan itu dapat didekati dengan persamaan Arrhenius, seperti persamaan di bawah ini :

$$De = 0.0000756e^{-9.194/T} \quad (10)$$

Nilai kc merupakan harga koefisien transfer massa di batas permukaan pada antarmuka. Menurut teori penetrasi kc sebanding dengan  $Dab^{0.5}$  dan difusivitas minyak dalam pelarut juga dipengaruhi suhu. Nilai Dab akan semakin besar dengan meningkatnya suhu, sehingga semakin tinggi suhu, nilai kc juga semakin besar.

Suhu tinggi menyebabkan kelarutan solut dalam solven meningkat, sehingga kadar minyak dalam cairan menjadi meningkat dengan naiknya suhu, sehingga dapat meningkatkan kecepatan reaksi. Pada suhu yang lebih tinggi jaringan sel dalam tumbuhan kemungkinan menjadi lunak, dan pori-pori rimpang temulawak akan lebih terbuka atau lebih permeabel sehingga minyak dapat lebih mudah keluar.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dan perhitungan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Pemodelan matematika yang diajukan dapat mewakili peristiwa ekstraksi minyak dari temulawak berbentuk slab,
2. semakin tinggi suhu ekstraksi maka konstanta Henry (H), koefisien transfer massa (kc) dan difusivitas efektif (De) semakin besar,
3. Hubungan antara De dengan suhu adalah sebagai berikut :

$$De = 0.0000756e^{-9.194/T}$$

Persamaan di atas berlaku untuk kisaran suhu 35°C sampai 65°C.

## Saran

Penelitian ekstraksi ini masih perlu dikembangkan dengan menggunakan variabel-variabel lainnya yang mempengaruhi kecepatan ekstraksi, sehingga diperoleh korelasi variabel-variabel itu.

### Daftar lambang

- $C_A$  = Kadar minyak dalam padatan, g minyak/cm<sup>2</sup>  
 $C_{AO}$  = Kadar minyak dalam padatan mula-mula, g/cm<sup>3</sup>  
 $C_L$  = kadar minyak dalam cairan  
 $C_L^*$  = kadar minyak dalam larutan yang berkeseimbangan dengan kadar minyak dalam padatan, g minyak/g pelarut.  
 $D_e$  = difusivitas efektif, cm<sup>2</sup>/menit  
 $H$  = tetapan keseimbangan  
 $K_c$  = koefisien transfer massa antar fase, g pelarut/menit/cm<sup>2</sup>.  
 $L$  = tebal slab, cm  
 $N$  = jumlah slab  
 $S$  = luas transfer permukaan slab, cm<sup>2</sup>  
 $T$  = suhu, °C  
 $W$  = berat pelarut, g.

### Daftar Pustaka

- [1] Guenther, E., 1990, Minyak Atsiri, Jilid I, Cetakan I, UI Press, Jakarta.
- [2] Harris, R., 1993, Ser Tanaman Obat Empon-empon dan Tanaman Lain dalam Zingiberaceae, Perhimpunan Peneliti Bahan Obat Alami, Yogyakarta.
- [3] Rukmana, R., 1995, Temulawak, Tanaman Rempah dan Obat, Cetakan I, Kanisius, Yogyakarta.
- [4] Sediawan, W.B., dan Prasetya, A., 1997, Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia dengan Pemrograman Bahasa Basic dan Fortran, Edisi I, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [5] Treyball, R.E., 1981, Mass Transfer Operations, 3 ed., McGraw-Hill, International Edition, Singapore.