

KOEFISIEN TRANSFER MASSA VOLUMETRIS EKSTRAKSI ZAT WARNA ALAMI DARI RIMPANG KUNYIT (*KURKUMINOID*) DI DALAM TANGKI BERPENGADUK

Samun

Chemical Engineering Department, Engineering Faculty,
Surakarta Sebelas Maret University
Jl. Ir. Sutami No. 36 A, Surakarta 57126, Phone/Fax. (0271) 632112
Email: paryanto_ftuns@yahoo.com; adon_artha@yahoo.co.id

Abstract : *publications state that coloring substance in food products has negative impact on health. The negative impact occurs if the synthetic dye is added in excess amount into the food or in small amount but is consumed continuously in long term. Body resistance factor that is different with age, sex and other physical factors, as well as certain society consumption culture also contribute to the effect resulted from the food dye substance. Turmeric (*Curcuma domestica* Vahl) is one of natural coloring substance that has been used widely. This research aims to determine the coloring substance content in the material (oleoresin) with extraction method by using mixing-tank with mixing rate and turmeric weight variables. The procedure of research was as follows:*

- To determine coloring substance concentration in original turmeric rhizome (X_0)*
- To determine Henry constant in extraction process*
- Extraction process using mixing tank*
- To analyze the sample produced by using spectrophotometer*

The result is obtained with mixing rate of 1000 rpm in operating temperature 95°C for 2.5 hours extraction time, with sampling interval of 15 minutes the kca value is 0.0061875. he research results an equation that links speed turn around of agitation with kca value in the speed turn around of agitation range between 200 to 1000 rpm

$$\left[\frac{kca \times d_i^2}{D_L} \right] = 3.26023 \times \left[\frac{\rho \times N \times d_i^2}{\mu} \right]^{0.2608}$$

Keywords: *extraction; mass transferring coefficient; turmeric*

PENDAHULUAN

Perkembangan industri pengolahan pangan dan terbatasnya jumlah dan mutu zat pewarna alami, menyebabkan penggunaan zat warna sintetik meningkat. Sejak ditemukannya zat pewarna sintetik penggunaan pigmen sebagai zat warna alami semakin menurun. Zat pewarna sintesis memang terbukti lebih murah sehingga lebih menguntungkan dari segi ekonomis. Namun Penggunaan pewarna sintetik sebagai pewarna makanan atau minuman dapat berdampak negatif yaitu menyebabkan toksik dan karsiogenik, karena kandungan logam berat yang berada dalam pewarna sintetik tidak dapat dihancurkan dalam sistem pencernaan manusia dan akan terakumulasi di dalam tubuh.

Oleh karenanya, penggunaan zat pewarna makanan alami khususnya untuk makanan, sangat perlu digalakkan karena lebih aman dari segi kesehatan. Pilihan warnanya memang agak terbatas dibandingkan dengan pewarna sintesis, karena itu perlu

dikembangkan berbagai penelitian untuk terus mencari zat pewarna alami dari berbagai bahan yang ada di alam. Tanaman yang mengandung zat pewarna alami misalnya kunyit (kuning) jati (coklat merah), daun suji (hijau), nanas (kuning), jarak (hijau), soga (kuning), aren (coklat), dan pinang (merah tua).

Tujuan penelitian ini adalah :

- Mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan terhadap koefisien perpindahan massa volumetris ($k_c a$).
- Menyusun persamaan yang menghubungkan variabel berubah yaitu kecepatan putar pengadukan dengan koefisien transfer massa volumetris ($k_c a$) dalam suatu hubungan kelompok tak berdimensi.
- Menguji ekstrak kunyit yang dihasilkan dari proses ekstraksi rimpang kunyit pada makanan dan melakukan analisa kelayakan.

Sedangkan manfaat penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui kandungan zat warna pada kunyit

LANDASAN TEORI

Pengambilan zat warna alami rimpang kunyit dengan aquades adalah proses perpindahan massa zat warna dari padatan (rim pang kunyit) ke fase cairan (aquades) yang disebut dengan proses ekstraksi padat-cair (*leaching*). Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tangki berpengaduk (secara batch) dikarenakan rimpang kunyit memiliki sifat dapat terbiodegradasi.

Peristiwa ekstraksi dapat dianggap sebagai peristiwa transfer massa yang meliputi:

1. Difusi zat warna dari dalam padatan ke permukaan padatan.
2. Perpindahan massa zat warna dari permukaan padatan ke cairan.
3. Difusi zat warna di dalam cairan.

Kecepatan ekstraksi padat-cair tergantung pada dua tahapan pokok yaitu difusi dari dalam padatan ke permukaan padatan dan perpindahan massa dari permukaan padatan ke cairan. Jika perbedaan kecepatan kedua tahap hampir sama, maka kecepatan ekstraksi ditentukan oleh kedua proses tersebut, tetapi jika perbedaan kecepatan kedua tahapan cukup besar, maka kecepatan ekstraksi ditentukan oleh kecepatan proses yang paling lambat. (Sediawan dan Prasetya, 1997)

Pada ekstraksi zat warna dari rimpang kunyit ke aquades, ukuran padatan dibuat sangat kecil, sehingga proses difusi zat warna dari dalam permukaan padatan sangat cepat maka dapat diabaikan, dan proses transfer massa dari permukaan padatan ke cairan menjadi proses yang menentukan.

Kecepatan transfer massa zat warna dari permukaan padatan ke cairan mengikuti persamaan :

$$N_A = k_c (C_A^* - C_A) \dots\dots\dots (1)$$

Karena luas permukaan sulit dievaluasi maka digunakan faktor "a" yang menunjukkan luas muka transfer massa antar permukaan persatuan volum total.

Persamaan menjadi :

$$N_{AV} = k_c a (C_A^* - C_A) \dots\dots\dots (2)$$

C_A^* adalah konsentrasi zat warna dalam larutan yang setimbang dengan kadar zat warna pada permukaan padatan. Hubungan kesetimbangan antara konsentrasi zat warna alami dalam padatan dan pada larutan dianggap mengikuti hukum Henry.

$$C_A^* = H \cdot X_A \dots\dots\dots (3)$$

2. Dapat membuat zat warna alami yang aman untuk dikonsumsi.

Neraca massa zat warna kunyit dalam cairan di dalam tangki adalah sebagai berikut :

$$R_{in} - R_{out} + R_{terlarut} = R_{acc} \dots(4)$$

$$0 - 0 + k_c a (C_A^* - C_A) V = V \frac{dC_A}{dt} \dots(5)$$

Neraca massa total zat warna dalam sistem batch tersebut didapat :

$$X_0 \cdot N = X_A \cdot N + C \cdot V_i \dots (6)$$

$$X_A = X_0 - C_A \cdot \frac{V_i}{N} \dots\dots\dots (7)$$

Setelah jenuh, $C_A = C_A^*$ sehingga persamaan (7) berubah menjadi :

$$X_A = X_0 - C_A^* \cdot \frac{V_i}{N} \dots\dots\dots (8)$$

Persamaan (7) disubstitusikan ke persamaan (3) diperoleh :

$$C_A^* = H \left(X_0 - \left(\frac{V_i}{N} \right) C_A \right) \dots\dots\dots (9)$$

Persamaan (9) disubstitusikan ke persamaan (5) diperoleh :

$$\frac{dC_A}{dt} = k_c a \left(H \left(C_0 - \frac{V_i}{N} C_A \right) - C_A \right) \dots(10)$$

Persamaan (10) dapat disusun ulang menjadi :

$$\frac{dC_A}{dt} + \left(k_c a H \frac{V_i}{N} + k_c a \right) C_A = k_c a H C_0 \dots(11)$$

Misal : $m = k_c a H \frac{V_i}{N} + k_c a$

$n = k_c a H C_0$

Sehingga persamaan (11) dapat diubah menjadi :

$$\frac{dC_A}{dt} + m C_A = n \dots\dots(12)$$

Persamaan (12) merupakan persamaan diferensial ordiner orde 1. Penyelesaian secara analitis dengan kondisi batas saat $t = 0$, $C_A = 0$ dan saat $t = t$, $C_A = C_A$ diperoleh :

$$C_A = \frac{n}{m} - \frac{n}{m} e^{(-mt)} \dots\dots(13)$$

Dari persamaan (12) dapat dilihat bahwa dibutuhkan data C_A pada berbagai waktu. Nilai $k_{c,a}$ tidak dapat diukur langsung dari hubungan C_A dan t . Penentuan nilai $k_{c,a}$ dilakukan dengan mencoba-coba kemudian membandingkan data hasil percobaan laboratorium dengan hasil simulasi model matematis.

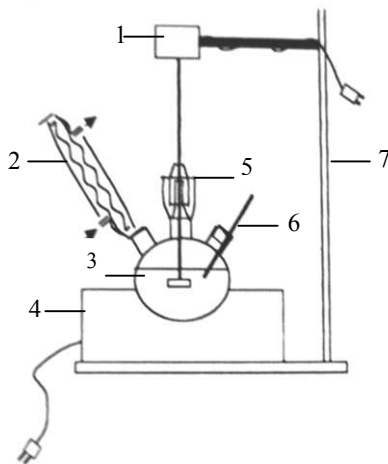
METODE PENELITIAN

Bahan :

- Rimpang kunyit
Beberapa **kandungan** kimia dari rimpang kunyit yang telah diketahui yaitu minyak atsiri sebanyak 6% yang terdiri dari golongan senyawa *monoterpen* dan *sesquiterpen* (meliputi *zingiberen*, *alfa* dan *beta-turmerone*), zat warna kuning yang disebut *kurkuminoid* sebanyak 5% (meliputi *kurkumin* 50-60%, *monodesmetoksikurkumin* dan *bidesmetoksikurkumin*), protein, fosfor, kalium, besi dan vitamin C. (<http://www.pikiran-rakyat.com>)
- Aquadest
Berat jenis aquades pada 0,9959 gr/ml (Perry,). Viskositas aquades adalah 53 cP pada 29°C. 1 cP=0,01 gr/(cm.detik)

Alat

Rangkaian alat untuk penelitian merupakan suatu alat ekstraksi yang terdiri dari sebuah labu berleher tiga ukuran 1000 ml yang dilengkapi dengan pengaduk merkuri yang dihubungkan dengan motor pengaduk. Diameter impeler pengaduk adalah 2,5 cm dan lebarnya 1 cm. Alat kelengkapan lainnya adalah termometer skala 150, pendingin balik, pemanas mantel dan motor pengaduk.



Gambar 1. Rangkaian Alat Ekstraksi

Keterangan gambar :

1. Motor Pengaduk
2. Pendingin Balik
3. Labu Leher Tiga
4. Pemanas Mantel
5. Pengaduk Merkuri
6. Termomete

Metode Penelitian

1. Metode Ekstraksi

Ekstraksi adalah pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan dengan bantuan pelarut. Pemisahan terjadi atas dasar kemampuan larut yang berbeda dari komponen-komponen dalam campuran. Kondisi operasi dijaga pada suhu ± 95 °C, selama 2,5 jam dengan interval pengambilan sampel 15 menit.

2. Variabel

a. Kecepatan pengadukan

Pada percobaan dilakukan lima variasi kecepatan putar pengadukan yaitu sebesar 200 rpm, 400 rpm, 600 rpm, 800 rpm dan 1000 rpm. Berat kunyit yang digunakan 5 gram, dengan solvent aquadest 200 ml.

b. Berat kunyit

Pada percobaan dilakukan lima variasi berat kunyit yaitu sebesar 2,5 gram, 5 gram, 7,5 gram, 10 gram, 12,5 gram. Kecepatan pengadukan 600 rpm dengan solvent aquadest 200 ml.

3. Analisa Hasil

Larutan sampel dianalisa menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 570 nm, untuk warna kuning (sampel berwarna kuning jernih).

Variabel yang diukur adalah absorbansi yang kemudian dikonversi dengan menggunakan kurva standar. Dari percobaan diperoleh data kadar pigmen dalam larutan pada berbagai waktu (C_A vs t). Simulasi model matematis memberikan nilai kadar pigmen dalam larutan sebagai fungsi waktu jika harga $k_{c,a}$ diketahui. Harga $k_{c,a}$ ditentukan dengan cara coba-coba dengan metode minimasi Golden-Section, dan harga $k_{c,a}$ optimum apabila memberikan nilai SSE (*Sum of Square of Errors*) minimum.

Nilai SSE ditentukan dengan

$$\text{persamaan SSE} = \sum (C_{A,\text{data}} - C_{A,\text{simulasi}})^2.$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

Pada penelitian ini akan disajikan tabel dan grafik sebagai berikut :

Tabel I. Hubungan antara konsentrasi dan interval waktu untuk kecepatan putar pengadukan 800 rpm

Waktu (menit)	C _A data (gr zat warna/mL aquades)	C _A hitung (gr zat warna/mL aquades)
15	0.004488	0.00134
30	0.004851	0.00263
45	0.005137	0.00362
60	0.005335	0.00456
75	0.005434	0.00523
90	0.005522	0.00576
105	0.005577	0.00619
120	0.005599	0.00631
135	0.005610	0.00642
150	0.005665	0.00647

Diperoleh harga :

$$k_c a = 0.0055 \text{ menit}^{-1}$$

Pembahasan

Semakin lama waktu ekstraksi, konsentrasi pewarna dalam solven (aquades), C_A, akan

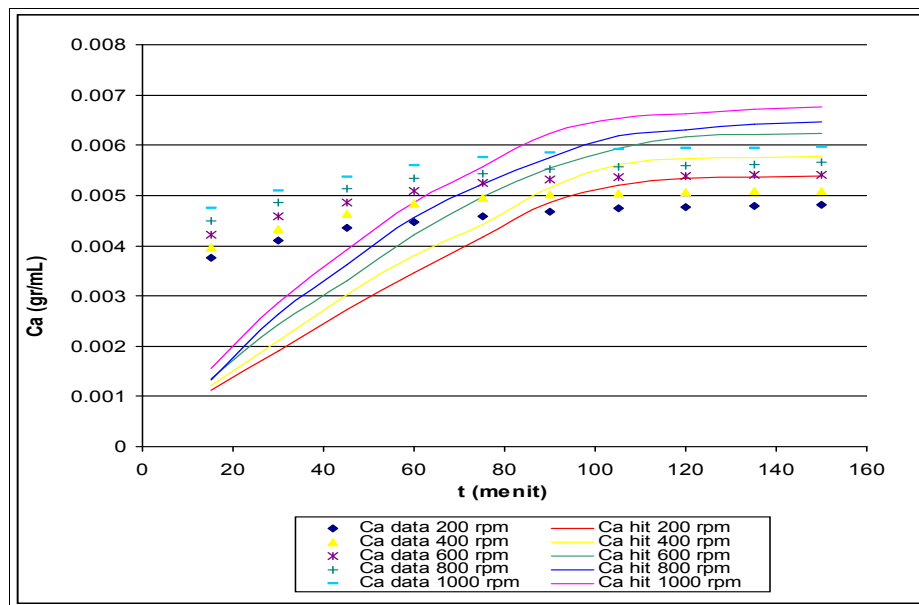
semakin besar. Tetapi penambahan konsentrasi untuk setiap interval waktu pengambilan sampel semakin lama akan semakin kecil. Pada saat tertentu, penambahan konsentrasi sudah tidak signifikan lagi. Pada kondisi ini, konsentrasi pewarna dalam badan cairan (C_A) dan konsentrasi pewarna dalam padatan (X_A) sudah berada dalam kesetimbangan.

Tabel II. Hubungan antara konsentrasi dan interval waktu untuk kecepatan putar pengadukan 1000 rpm

Waktu (menit)	C _A data (gr zat warna/mL aquades)	C _A hitung (gr zat warna/mL aquades)
15	0.004741	0.00155
30	0.005082	0.00287
45	0.005357	0.00393
60	0.005588	0.00485
75	0.005753	0.00558
90	0.005841	0.00624
105	0.005907	0.00654
120	0.005929	0.00663
135	0.005940	0.00671
150	0.005951	0.00676

Diperoleh harga :

$$k_c a = 0.0061875 \text{ menit}^{-1}$$



Gambar 2. Grafik Hubungan Ca dengan t pada variabel Kecepatan Pengadukan

yang dijalankan pada proses ekstraksi pewarna alami dari rimpang kunyit ini, faktor yang paling berperan dalam laju ekstraksi adalah transfer massa solut pewarna dari permukaan padatan melintasi film gas menuju ke badan cairan. Dengan semakin tipisnya film gas, transfer massa solut menuju badan cairan akan semakin cepat sebab jarak perpindahannya semakin kecil. Adanya pengadukan pada proses leaching ini dimaksudkan untuk memberikan turbulensi pada sistem ekstraksi sehingga akan menyebabkan penurunan ketebalan film cairan pada permukaan padatan. Untuk kisaran kecepatan putar pengadukan antara 200 hingga 1000 rpm, dengan semakin besarnya kecepatan putar pengadukan, maka nilai turbulensi pada sistem akan semakin besar, dengan demikian film cairan akan semakin tipis dan akan menyebabkan semakin besarnya laju ekstraksi atau bertambahnya harga $k_c a$.

KESIMPULAN

1. Harga koefisien transfer massa volumetris ($k_c a$) pewarna dari permukaan padatan rimpang kunyit ke solven pada ekstraksi dalam tangki berpengaduk berbanding lurus dengan kecepatan putar pengadukan.
2. Hubungan antara koefisien transfer massa ($k_c a$) dengan variabel-variabel yang mempengaruhinya dapat dinyatakan dalam persamaan kelompok tak berdimensi sebagai berikut

$$\left[\frac{kca \times d_i^2}{D_L} \right] = 3.26023 \times \left[\frac{\rho \times N \times d_i^2}{\mu} \right]^{0.2608}$$

Persamaan di atas berlaku untuk nilai kecepatan putar antara 200 rpm hingga 1000 rpm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UNS yang telah memberikan kesempatan maupun pendanaannya melalui BPI Jurusan Teknik Kimia dan peneliti tak lupa juga berterima kasih kepada segenap karyawan di Laboratorium Proses Teknik Kimia UNS.

DAFTAR LAMBANG

C_A = kadar pewarna alami pada fase cairan, gr pewarna/mL pelarut
 C_A^* = kadar pewarna alami pada kondisi jenuh, gr pewarna/mL pelarut
 A = absorbansi
 N_A = fluks massa solute, gr/cm² menit
 $k_c a$ = koefisien transfer massa volumetris, 1/menit
 N_{AV} = fluks massa tiap satuan volume pelarut, gr/cm³ menit
 H = konstanta Henry, gr rimpang kunyit kering/mL pelarut
 X_0 = kadar zat warna alami pada fase padatan, gr pewarna/gr rimpang kunyit kering

X_A = kadar pewarna alami pada fase padatan,
gr pewarna/gr rimpang kunyit kering
N = massa rimpang kunyit kering, gr
V = volume pelarut, ml

DAFTAR PUSTAKA

Bernasconi, G., et, 1995, "*Yeknologi Kimia II*", Pradnya Paramita, Jakarta.
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 Offset, Yogyakarta.

Siswanto, Y.W., 1997, "*Penanganan Hasil Panen Tanaman Obat Komersial*". Trubus Agriwidya, Ungaran.

Tjiptosopomo, G., 1994, "*Taksonomi Tanaman Obat-obatan*", Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Treyball, R. E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed., Mc Graw Hill, Singapore