

Koefisien Perpindahan Massa pada Ekstraksi Protein dari Biji Kecapir dengan Pelarut NaOH

Harsa Pawignya dan Siswanti

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jln. Swk 104 Lingkar utara, Condongcatur, Yogyakarta, 55283.
Telp/fax: 0274 486889 E-mail : Harsa_paw@yahoo.co.id

Abstract

Kecapir bean contains many proteins. The kecapir protein bean can be separated or taken by extraction. In the extraction process of kecapir bean, there is a solid mass transfer from solidity to liquidity that runs through two steps of diffusion from solidity to solidity surface and mass transfer from solidity surface to liquidity. Because the dimension of grain is small, the mass moving diffusively is ignored. In this study, it will search the mass transfer coefficient value of protein extraction from kecapir bean by arranging a mathematical model. Mathematical model solution proposed was solved numerically by computer program. This study used kecapir bean grain that was extracted using NaOH solution in three-neck flask equipped by mixer and cooler. The data obtained was used to test mathematical model proposed. The result of computer program simulation showed that the mathematical model proposed could represent the extraction process from kecapir bean by using NaOH solution. The result of research obtained $K_c = 4,437639 \cdot 10^6$ solven/cm/hour with average error of 6 %

Keywords: extraction, mathematical model.

I. Pendahuluan

Tanaman kecapir adalah tanaman yang mudah dibudidayakan dan hampir semua bagian dari tanaman dapat dimakan antara lain polong yang masih muda, umbi, daun, bunga dan bijinya. Biji kecapir mengandung protein yang cukup tinggi yang dapat disejajarkan dengan kedelai. Seiring dengan berkembangnya industri pengolahan makanan maka kebutuhan akan protein pun semakin meningkat. Protein yang ada pada biji kecapir dapat dipisahkan dengan ekstraksi dengan suatu pelarut. Untuk merancang alat ekstraktornya dalam pengolahan protein dari biji kecapir ini diperlukan data atau informasi mengenai perpindahan massanya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi data perpindahan massa sehingga diharapkan dapat dirancang suatu ekstraktor protein dari biji kecapir dengan ukuran seefisien mungkin dan dengan hasil protein yang maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung koefisien perpindahan massa dan mempelajari pengaruh variabel kecepatan putaran pengaduk, ukuran butiran, suhu ekstraksi, konsentrasi pelarut dan waktu ekstraksi.

Tanaman kecapir hidupnya suka merambat, batang pohon umumnya berwarna hijau, walaupun ada juga kecapir yang berwarna ungu

dan coklat. Kandungan zat gizi tiap 100 gram biji kecapir dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia biji kecapir

Komponen	Kandungan
Air (g)	8,7
Protein (g)	36,6
Lemak(g)	15,3
Karbohidrat(g)	35,6
Abu(g)	3,8
Kalium(mg)	1100
Fosfor(mg)	450
Magnesium(mg)	255
Kalsium(mg)	230
Besi(mg)	10,8
Tiamin(mg)	0,08 – 1,7
Riboflavin(mg)	0,2 – 0,5
Niasin (mg)	3,1 – 4,6

(Claydon, 1978)

Kecapir juga memiliki asam amino lisin yang relatif lebih tinggi bila disbanding dengan protein dari biji-biji yang lain, oleh karena itu kecapir dapat dijadikan sebagai makanan sumber protein alternatif untuk mengatasi masalah kekurangan protein pada bayi, anak-anak dan ibu menyusui (Soedirjoatmojo, 1985).

Banyaknya protein yang dihasilkan itu tergantung pada beberapa factor antara lain metode

ekstraksi, suhu ekstraksi, ukuran butir, waktu, kecepatan pengadukan dan jenis pelarut.

Pada proses ekstraksi protein dari biji kecipir ini merupakan ekstraksi padat-cair dan disebabkan oleh gaya pendorong yaitu perbedaan konsentrasi, perpindahan massa dapat terjadi secara difusi molekuler atau konveksi maupun keduanya. Perpindahan massa secara konveksi karena terbawa oleh aliran, sedangkan perpindahan massa secara difusi karena adanya gaya dorong didalam system yaitu beda konsentrasi (Treyball, 1985).

Pada penelitian ini ekstraksi dilakukan secara batch didalam tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan pendingin. Didalam ekstraksi padat - cair secara batch dalam tangki berpengaduk dengan padatan berbentuk butiran, terjadi dua transfer massa secara seri yaitu transfer massa secara difusi di dalam butiran dan transfer massa antar fasa (padat-cair) (Sediawan, 1997).

Untuk menyusun model matematik dari neraca massa pada peristiwa ekstraksi di atas digunakan asumsi-asumsi berikut :

1. Perpindahan massa berlangsung dari padatan ke cairan.
2. Pada pelarutan dianggap tidak ada reaksi kimia yang terjadi.
3. Ukuran butiran dianggap seragam dan berbentuk bola.
4. Karena diameter butiran kecil maka difusi didalam butiran cepat sehingga difusi didalam butiran diabaikan, jadi yang mengontrol adalah transfer massa antar fasa.
5. Ekstraksi dilakukan dalam tangki berpengaduk sehingga dianggap konsentrasi protein dalam pelarut selalu seragam

Neraca massa :

Neraca massa protein dalam cairan (pelarut) :
(Laju massa masuk) - (Laju massa keluar) -
(Laju massa generasi) = (Laju akumulasi)

$$Kc.A (C^* - c) - 0 - 0 = \frac{d(WC)}{Dt} \quad (1)$$

$$Kc.4\pi.R^2.Nb(C^* - C) = W \frac{dC}{dt} \quad (2)$$

$$M_A = (4/3) \pi.R^3.\rho.Nb \quad (3)$$

$$Nb = \frac{3 M_A}{4\pi.\rho.R^3} \quad (4)$$

$$\frac{dC}{dt} = \frac{Kc.3 M_A (C^* - C)}{W.R.\rho} \quad (5)$$

Hubungan keseimbangan antara konsentrasi protein dalam padatan dan larutan dianggap mengikuti hukum Henry.

$$C^* = H.X \quad (6)$$

Hubungan antara C^* dengan X dicari dengan menggunakan neraca massa :

Massa protein dalam butiran mula-mula = massa protein dalam butiran + massa protein dalam cairan .

$$M.X_0 = M.x + W.C^* \quad (7)$$

Persamaan model matematis pada persamaan (5) dapat diselesaikan dengan menggunakan metode Runge Kutta, dengan harga Kc dipilih yang optimum yang memberikan SSE (Sum square of Error) minimum, dan minimasi dilakukan dengan metode Golden Section, model matematis dianggap dapat mewakili apabila prosen kesalahan rata-ratanya kecil.

II. Metodologi

Bahan baku :

1. Biji kecipir, setelah dianalisis mempunyai kadar protein = 30,4628 %, kadar air = 8,443% dan $\rho = 1,256$ g / ml.
2. NaOH

Alat :

Satu rangkaian tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan pendingin balik.

Cara penelitian :

Setelah biji kecipir dihaluskan dengan digiling kemudian tepung tersebut diayak sesuai ukuran, ditimbang dengan berat tertentu dimasukkan dalam labu leher tiga, pendingin dan pengaduk dijalankan pada kecepatan tertentu. Waterbath dipanaskan sampai suhu tertentu, kemudian ekstraksi dijalankan sampai waktu tertentu. Hasil ekstraksi dianalisis kadar proteinnya .

III. Hasil dan Pembahasan

1. Pengaruh kecepatan putaran pengaduk terhadap kadar protein yang dihasilkan

Berat biji kecipir : 20 g

NaOH : 100 ml, konsentrasi 0,5 N

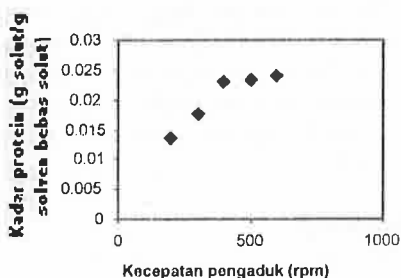
Waktu : 2 jam

Ukuran butir : 50 mesh

Temperatur : 70 °C

Tabel 2. Pengaruh kecepatan putaran pengaduk terhadap kadar protein

No	Kec. Putaran (rpm)	Kadar protein (g solute/ g. solven bebas solute)	Berat protein (g)
1	200	0,0136	1,4450
2	300	0,0175	1,8594
3	400	0,0229	2,2406
4	500	0,0233	2,4756
5	600	0,0241	2,5606



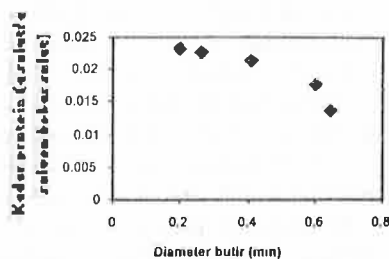
Gambar 1. Grafik Hubungan Kecepatan Pengaduk dengan kadar protein

Dari tabel 2. diatas terlihat bahwa semakin besar kecepatan putaran pengadukan maka kadar protein yang dihasilkan semakin besar hal ini karena semakin besar kecepatan putaran maka semakin besar tumbukan antara butir-butir kecipir dengan pelarut sehingga kontaknya semakin baik. Setelah kecepatan putaran 400 diperoleh kadar protein yang hampir konstan hal ini karena sudah mendekati keseimbangan.

2. Pengaruh ukuran butir terhadap kadar protein yang dihasilkan
 Berat biji kecipir : 20 g
 NaOH : 100 ml, konsentrasi 0,5 N
 Waktu : 2 jam
 Temperatur : 70 °C
 Kecepatan pengadukan : 400 rpm

Tabel 3. Pengaruh ukuran butir terhadap kadar protein

No	Ukuran butir (mm)	Kadar protein (g solute/g solven bebas solute)	Berat protein (g)
1	0,649	0,0137	1,4556
2	0,601	0,0176	1,8700
3	0,412	0,0213	2,2631
4	0,265	0,0226	2,4013
5	0,196	0,0233	2,4756



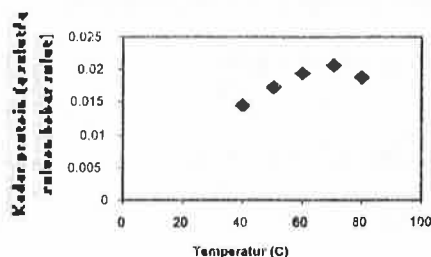
Gambar 2. Grafik Hubungan Diameter butir dengan Kadar protein

Dari tabel 3. diatas terlihat bahwa semakin kecil ukuran butir maka kadar protein yang dihasilkan semakin besar tetapi setelah 60 mesh mendekati konstan , hal ini karena semakin kecil ukuran butir maka luas permukaan semakin besar sehingga kontak semakin baik tetapi setelah 60 mesh diperoleh kadar protein yang hampir konstan hal ini karena luas permukaan sudah tidak memberi pengaruh yang signifikan.

3. Pengaruh temperatur terhadap kadar protein yang dihasilkan
 Berat biji kecipir : 20 g
 NaOH : 100 ml, konsentrasi 0,5 N
 Ukuran butir : 60 mesh
 Kecepatan pengaduk: 400 rpm
 Waktu : 2 jam

Tabel 4. Pengaruh Temperatur terhadap kadar protein

No	Temperatur (°C)	Kadar protein (g solute/g solven bebas solute)	Berat protein (g)
1	40	0,0145	1,5406
2	50	0,0174	1,8488
3	60	0,0194	2,0613
4	70	0,0207	2,1994
5	80	0,0188	1,9976



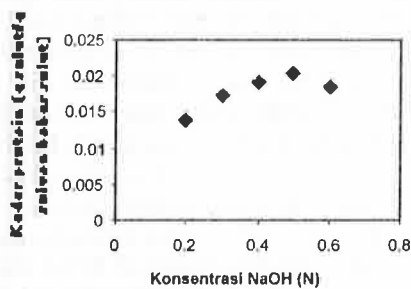
Gambar 3. Grafik Hubungan Temperatur dengan Kadar Protein

Dari tabel 4. diatas terlihat mulai temperatur 40°C sampai 70°C diperoleh kadar protein semakin besar, hal ini karena semakin tinggi temperatur maka semakin mudah protein terekstraksi. Tetapi setelah 70 °C diperoleh kadar protein semakin kecil hal ini karena sebagian protein akan terdenaturai.

4. Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kadar protein yang dihasilkan
 Berat biji kecipir : 20 g
 NaOH : 100 ml
 Ukuran butir : 60 mesh
 Kecepatan pengaduk : 400 rpm
 Waktu : 2 jam
 Temperatur : 70 °C

Tabel 5. Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kadar protein

No	Konsentrasi NaOH (N)	Kadar protein (g solute/g solven bebas solute)	Berat protein (g)
1	0,2	0,0139	1,4769
2	0,3	0,0173	1,8381
3	0,4	0,0190	2,0188
4	0,5	0,0204	2,1675
5	0,6	0,0185	1,9656



Gambar 4. Hubungan Konsentrasi NaOH dengan Kadar Protein

Dari table 5. terlihat bahwa semakin besar konsentrasi NaOH yang digunakan kadar protein yang dihasilkan semakin besar, hal ini dikarenakan pada konsentrasi yang semakin besar maka kontak antara NaOH dengan kecipir akan semakin baik sehingga akan menaikkan kadar protein.

5. Pengaruh Waktu ekstraksi terhadap kadar protein yang dihasilkan
 Berat biji kecipir : 20 g
 NaOH : 100 ml , Konsentrasi 0,5 N
 Ukuran butir : 60 mesh

Kecepatan pengaduk : 400 rpm
 Temperatur : 70 °C

Tabel 6. Pengaruh Waktu ekstraksi terhadap kadar protein

No	Waktu ekstraksi (jam)	Kadar protein (g solute/g solven bebas solute)
1	0,25	0,0032
2	0,50	0,0073
3	0,75	0,0103
4	1,00	0,0127
5	1,25	0,0156
6	1,50	0,0184
7	1,75	0,0198
8	2,00	0,0211

Dari table 6. terlihat bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka semakin banyak protein yang terlarut hal ini karena waktu yang digunakan untuk bertumbukan antara kecipir dan pelarut lebih lama sehingga protein yang terlarut lebih banyak.

B. Penentuan Harga Koefisien Transfer Massa

Dari data Tabel 5. digunakan untuk menguji kesesuaian model matematis yang digunakan :

$$\frac{dC}{dt} = kc \cdot 3 M_A (C^* - C)$$

W.R.p

dengan $C^* = 0,96 X$

Persamaan diselesaikan secara numerik sehingga diperoleh :

Kc optimum = $4,43769 \cdot 10^{-3}$ g solven/cm²/jam

SSE minimum = $6,7429 \cdot 10^{-6}$

Ralat rerata = 6 %

IV. Kesimpulan

1. Model matematis yang diajukan dapat mewakili proses ekstraksi protein dari biji kecipir dengan pelarut NaOH
2. Dari penelitian diperoleh harga Koefisien Transfer massa (Kc) sebesar $4,43769 \cdot 10^{-3}$ g solven / cm²/jam.
3. Dari hasil penelitian diperoleh kondisi yang relatif baik pada kecepatan pengaduk 400 rpm, ukuran butir 60 mesh, temperature 70°C dan konsentrasi NaOH 0,5 N, waktu 2 jam diperoleh kadar protein 0,0211 g solute / g solven bebas solute.

V. Ucapan Terimakasih

Dengan selesainya penelitian ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Harristya Yudhayanto dan Rr. Bangun Pudyati Utami yang telah membantu dalam analisis.

VI. Daftar Notasi

- A : Luas butiran padatan, cm^2
C : Kadar solut dalam solven setiap saat, g solut / g solven bebas solute.
C* : Kadar solute dalam solven pada keadaan seimbang setiap saat, g solute / g solven bebas solute.
H : Konstante Henry, g padatan bebas solute / g solven bebas solute
Kc : Koefisien Transfer Panas, g solven/ cm^2 /jam.
M : Massa padatan, g.
 N_A : Fluks massa, g solute / cm^2 / jam
 N_B : Jumlah butiran
T : waktu, jam
V : Volume padatan, cm^3
W : berat solven, g
X : Kadar solute dalam padatan, g solute / g padatan bebas solute.

VII. Pustaka

- Anonymous, 1981, "Membuat Kecap Kecipir", Tarik, 7, 11-23
Claydon, 1978, "The Winged Bean a High Protein Crop for the Tropics", National Academy Press, Washington.DC.
Sediawan.W.B.,Prasetya, A., 1997, "Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia", 1 ed, Andi, Yogyakarta
Soedirjoatmojo, S.M.d, 1985, "Bertanam Kecipir" hal 11-41, Badan Penerbit Karya Baru, Jakarta.
Sudarmadji S.,1976, "Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian", Badan Penerbitan Bagian Pengolahan Hasil Pertanian Fak. Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta
Treyball, R.E, 1985, "Mass Transfer Operation", 6 ed, Mc Graw Hill, Kogakusha Co. Ltd