

EKSTRAKSI SAPONIN DARI BUAH LERAK DENGAN PELARUT ETANOL DALAM TANGKI BERPENGADUK

Sunu H. Pranolo ¹⁾, Dwi Setiawan ²⁾, M. Muchamadun ³⁾

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik

Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126

Abstract: Saponin from Lerak is a type of glycoside and used as washing agent of batik, insecticide, rheumatic medicine, poisoning agent for fish, etc. The most known natural source of saponin is Lerak (*Sapindus Rarak D.C.*). This research is aimed to have liquid phase volumetric mass transfer coefficient ($k_c a$) on the surface of solid as function of the solid diameter and solvent concentration. Lerak is extracted as fine powder. The average diameters of solid sphere are 1,59 mm, 1,02 mm, 0,58 mm and 0,23 mm. Solvent concentrations are 96%, 76,7%, 48% and 19,2% (w/w). The extractor is a three-cork vessel which is equipped by thermometer, mercury stirrer, electric heater and water cooler. The temperature operation is 75°C and the speed of stirrer is 1000 rpm. Sample is analysed every 15 minutes during 3 hours gravimetrically. The correlation between $k_c a$ and the other variable can be formulated as

$$\left[\frac{k_c a D_i^2}{D_L} \right] = 1,8964 \times 10^{-36} \left[\frac{\rho N D_i^2}{\mu} \right]^{4,4917} \left[\frac{\mu}{\rho D_L} \right]^{0,1311} \left[\frac{D_i}{D_p} \right]^{-6,4300}$$

The error is 4,67%.

Keywords: Saponin, Lerak, mass transfer koefisien

Pendahuluan

Salah satu tanaman yang mempunyai banyak manfaat tetapi belum dikembangkan adalah tanaman lerak. Di Jawa, buah lerak digunakan untuk mencuci kain batik, bahan pencuci barang-barang perhiasan dan logam mulia. Namun demikian, sebagian masyarakat merasa enggan untuk menggunakan buah lerak sebagai bahan pencuci dikarenakan kurang praktis dan tidak selalu tersedia di lapangan [8]. Usaha untuk mempermudah penggunaan dan menjaga ketersediaannya dilakukan dengan mengambil saponin buah lerak untuk kemudian diproses lebih lanjut.

Buah lerak mengandung saponin yang merupakan senyawa glikosida. Saponin adalah senyawa aktif permukaan kuat yang menimbulkan busa jika dikocok dalam air. Saponin tertentu menjadi penting karena dapat diperoleh dari beberapa tumbuhan dengan hasil baik dan digunakan sebagai bahan baku untuk sintesis hormon steroid yang digunakan dalam bidang kesehatan [6].

Sebagai golongan glikosida, saponin dapat larut dalam etanol dan air tetapi tidak larut dalam eter [6]. Saponin mempunyai titik leleh antara 142 – 144°C [3] dan rumus empirisnya $C_{36}H_{49}O_{15}$ [4].

Pengolahan lerak dilakukan dengan cara pengambilan/pemisahan zat-zat penting yang terdapat di dalam buah lerak. Proses

yang banyak dipakai untuk tujuan tersebut adalah ekstraksi baik secara sinambung maupun tumpak.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai koefisien perpindahan massa volumetris fase cair ($k_c a$) di permukaan padatan sebagai fungsi ukuran butiran serbuk lerak (diameter) dan konsentrasi pelarut etanol-air. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dipergunakan untuk mendukung perancangan proses dan peralatan skala industri.

Dasar Teori

Difusi adalah pergerakan suatu komponen melalui campuran yang berlangsung karena suatu rangsangan fisika yang antara lain berupa adanya perbedaan konsentrasi pada komponen yang terdifusi. Pada keadaan ajeg, hukum Fick tentang perpindahan massa menyatakan [1]:

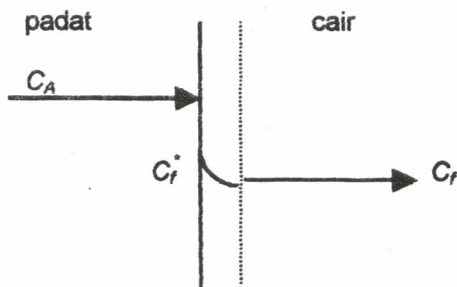
$$N_A = -D_e \frac{dC_A}{dz} \quad (1)$$

Ekstraksi saponin merupakan peristiwa perpindahan massa dengan langkah-langkah urutan berupa:

1. difusi saponin dari dalam buah lerak ke permukaan butir
2. perpindahan massa saponin dari permukaan butir ke cairan secara konveksi
3. difusi saponin di dalam cairan yang dapat digambarkan sebagai berikut

1) Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Kimia, UNS

2) Mahasiswa Tingkat Sarjana Jurusan Teknik Kimia, UNS



Ketiga proses tersebut berlangsung seri dan kecepatan perpindahan massa ditentukan proses yang berlangsung paling lambat.

Perpindahan massa ditentukan banyak hal, diantaranya luas permukaan bidang perpindahan dan sifat fisis pelarut. Karena ukuran butiran relatif sangat kecil, maka difusi saponin dari dalam padatan ke permukaan padatan berlangsung sangat cepat. Adanya pengadukan meningkatkan turbulensi dan menyebabkan meningkatnya laju perpindahan massa tiap satuan luas, sehingga difusi saponin ke dalam pelarut berlangsung cepat [2]. Dalam hal ini, kecepatan perpindahan massa saponin dari permukaan padatan ke cairan dianggap menentukan kecepatan ekstraksi.

Persamaan kecepatan perpindahan massa zat terlarut dari permukaan padatan ke cairan yaitu:

$$N_A = k_c (C_f^* - C_f) \quad (2)$$

Hubungan kesetimbangan mengikuti persamaan yang mirip hukum Henry:

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

Karena luas permukaan bidang perpindahan massa sulit diketahui, maka dipergunakan faktor a sebagai pengganti, sehingga persamaan neraca massa saponin fase cair dalam tangki dapat dituliskan sebagai:

$$k_c a (C_f^* - C_f) V = V \frac{dC_f}{dt} \quad (4)$$

sedangkan neraca massa total saponin dalam tangki

$$WC_{A0} + VC_{f0} = WC_A + VC_f \quad (5)$$

Kadar saponin mula-mula dalam fase cair $C_{f0} = 0$, sehingga persamaan (5) dituliskan sebagai

$$C_A = C_{A0} - \frac{V}{W} C_f \quad (6)$$

Substitusi persamaan (6) ke persamaan (3) diperoleh

$$C_f^* = H \left[C_{A0} - \left(\frac{V}{W} \right) C_f \right] \quad (7)$$

Persamaan (7) disubstitusikan ke dalam persamaan (4) didapatkan persamaan seperti berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dC_f}{dt} &= k_c a \left[H \left(C_{A0} - \frac{V}{W} C_f \right) - C_f \right] \\ \frac{dC_f}{dt} + k_c a \left(H \frac{V}{W} + 1 \right) C_f &= k_c a H C_{A0} \\ \frac{dC_f}{dt} + m C_f &= n \end{aligned} \quad (8)$$

jika

$$m = k_c a \left(H \frac{V}{W} + 1 \right) \text{ dan}$$

$$n = k_c a H C_{A0}$$

Penyelesaian persamaan (8) yang merupakan persamaan diferensial ordiner order 1 dapat dilakukan secara analitis dengan kondisi batas

$$t = 0; C_f = 0$$

$$t = t; C_f = C_f$$

dan diperoleh

$$C_f = \frac{n}{m} - \frac{n}{m} e^{-mt} \quad (9)$$

Guna penyelesaian persamaan di atas diperlukan data C_f setiap saat. Nilai $k_c a$ tidak dapat diketahui langsung dari hubungan tersebut. Penentuannya dilakukan dengan cara mencoba berbagai harga $k_c a$ melalui simulasi model matematis yang kemudian dibandingkan dengan data hasil percobaan laboratorium.

Difusivitas zat terlarut dalam cairan D_L diperkirakan dengan menggunakan persamaan Wilke-Chang sebagai berikut [5]:

$$D_L = \frac{7,4 \times 10^{-8} (\Phi_B M_B)^{0,5} T}{V_A^{0,6} \mu} \quad (10)$$

Harga parameter asosiasi Φ_B etanol sebesar 1,5 dan volum molar zat terlarut ditentukan menurut hukum Kopp [9].

Analisa dimensi menurut metode Buckingham menghasilkan kelompok bilangan tak berdimensi

$$\left[\frac{k_c a D_i^2}{D_L} \right] = K \left[\frac{\rho N D_i^2}{\mu} \right]^P \left[\frac{\mu}{\rho D_L} \right]^Q \left[\frac{D_i}{D_p} \right]^R \left[\frac{D_i}{L} \right]^S$$

Karena harga L dan D_i tetap maka persamaan di atas menjadi

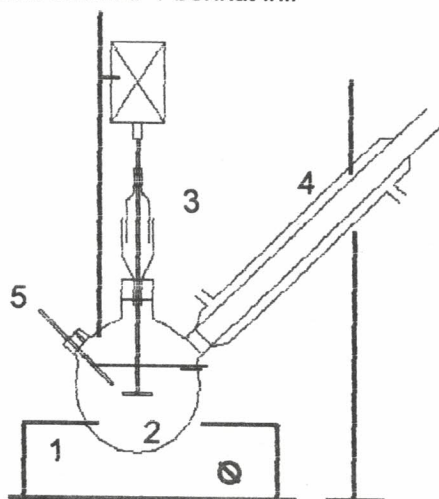
$$\left[\frac{k_c a D_i^2}{D_L} \right] = K \left[\frac{\rho N D_i^2}{\mu} \right]^P \left[\frac{\mu}{\rho D_L} \right]^Q \left[\frac{D_i}{D_p} \right]^R \quad (11)$$

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan sebagai berikut:

1. Buah Lerak, yang diperoleh dari Pasar Gede Surakarta
2. Etanol teknis (96% berat), sebagai pelarut di-peroleh dari Laboratorium Dasar Teknik Kimia, UNS
3. Aquades, sebagai pengencer diperoleh dari laboratorium Dasar Teknik Kimia, UNS.

Skema rangkaian alat penelitian terlihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gb. 1: Skema rangkaian alat

Keterangan :

1. Pemanas mantel
2. Labu leher tiga
3. Pengaduk merkuri
4. Pendingin balik
5. Termometer

Penelitian diawali dengan mengeringkan buah lerak pada suhu 60°C dan kemudian ditumbuk menjadi butiran halus. Butiran ini diayak menggunakan ayakan seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Diameter Butiran Lerak

Ukuran bukaan ayakan (mm)	Diameter rata-rata (mm)
- 2,00 + 1,18	1,59
- 1,18 + 0,85	1,02
- 0,85 + 0,30	0,58
- 0,30 + 0,15	0,23

Konsentrasi pelarut diperoleh dengan pengenceran etanol teknis berkadar 96% berat sehingga diperoleh berbagai macam konsentrasi seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat Fisis Larutan Etanol [5]

Konsentrasi (% berat)	ρ , 75°C (cp)	μ , 75°C (g/cm^3)
96,0	0,7639	0,63142
76,7	0,8286	0,61980
48,0	0,8959	0,47704
19,2	0,9471	0,44506

Pelaksanaan ekstraksi dilakukan dengan langkah:

1. Pemanasan sejumlah 500 ml larutan etanol konsentrasi tertentu dalam sebuah labu leher tiga sampai suhu mencapai 75°C .
2. Sejumlah 100 gram butiran lerak kering diameter tertentu ditambah-kan ke dalam larutan tersebut dan diaduk dengan kecepatan 1000 rpm.
3. Cuplikan diambil setiap selang waktu 15 menit (selama ± 3 jam) untuk ditimbang dan dikeringkan pada suhu 75°C .
4. Hasil pengeringan ditimbang kembali.

Kadar saponin awal dalam butiran lerak (C_{A0}) ditentukan dengan menggunakan sokhlet dan diameter butir 0,225 mm.

Tetapan Henry (H) dihitung menggunakan persamaan (3). Harga C_A ditentukan berdasarkan persamaan neraca massa total pada keadaan setimbang seperti pada persamaan (5) pada saat $C_r = C_f$.

Data kadar saponin dalam larutan sebagai fungsi waktu diperoleh dari percobaan. Dengan mencoba-coba harga $k_c a$, simulasi model matematika dengan metode minimasi Golden-Section memberikan nilai kadar saponin dalam larutan sebagai fungsi waktu (persamaan (9)). Harga optimumnya dicapai apabila memberikan nilai *Sum of Square of Errors* (SSE) minimum. Nilai SSE diperoleh dari

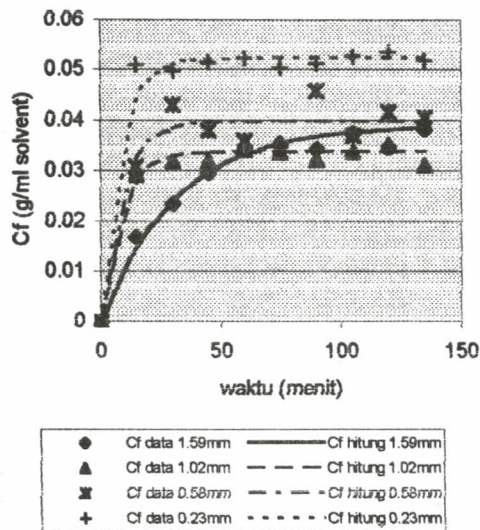
$$SSE = \sum (C_{f,data} - C_{f,simulasi})^2$$

Tetapan-tetapan dalam kelompok bilangan tak berdimensi persamaan (11) ditentukan dengan regresi linier cara kuadrat terkecil.

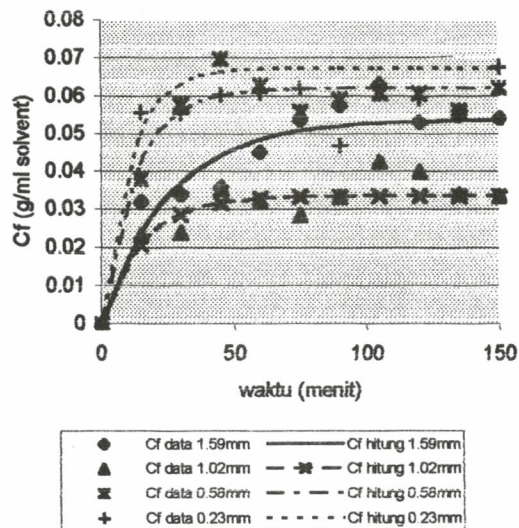
Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dari hasil perhitungan analitis dengan metode minimasi Golden-Section diperoleh harga C_r sebagai hasil percobaan dan C_f hasil

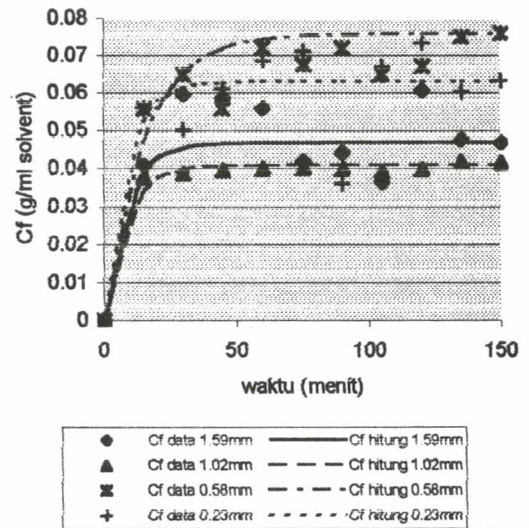
perhitungan simulasi setiap saat (Gambar 2 – 5).



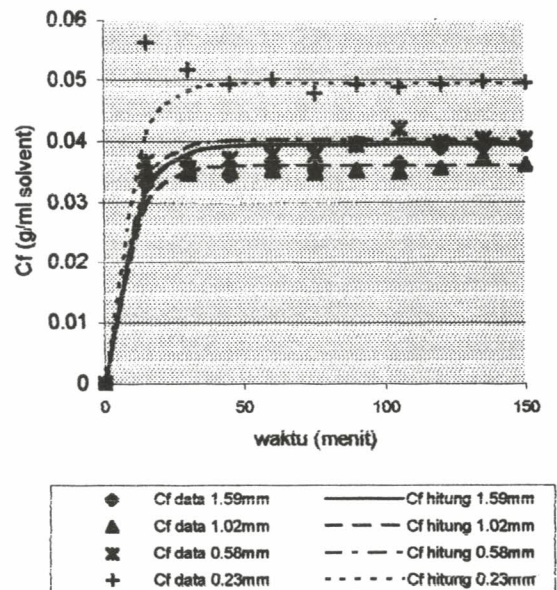
Gb.2 Hubungan konsentrasi saponin terhadap waktu (pelarut: 96% etanol)



Gb.3 Hubungan konsentrasi saponin terhadap waktu (pelarut: 76,7% etanol)



Gb.4 Hubungan konsentrasi saponin terhadap waktu (pelarut: 48% etanol)



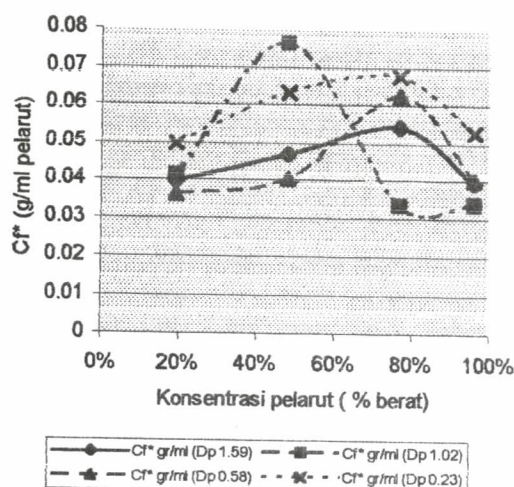
Gb.5 Hubungan konsentrasi saponin terhadap waktu (pelarut: 19,2% etanol)

Analisis dimensional dengan metoda Buckingham menghasilkan persamaan

$$\left[\frac{k_c a D_i^2}{D_L} \right] = 1,8964 \times 10^{-36} \left[\frac{\rho N D_i^2}{\mu} \right]^{4,4917} \left[\frac{\mu}{\rho D_L} \right]^{0,1311} \left[\frac{D_i}{D_p} \right]^{-8,4300}$$

Berdasarkan persamaan tersebut dapat diketahui bahwa harga $k_c a$ berbanding lurus dengan kecepatan pengadukan (N), diameter partikel (D_p), dan densitas pelarut (ρ) tetapi berbanding terbalik dengan viskositas pelarut (μ) dan difusivitas zat terlarut (D_L).

Dari Gambar 2 sampai 5 terlihat kecenderungan bahwa semakin kecil diameter partikel maka semakin besar konsentrasi saponin yang diperoleh. Terjadi penyimpangan pada diameter partikel 1,59 mm. Hal ini dapat disebabkan karena faktor kelipatan diameter yang hanya kurang lebih 1,5 kali dari diameter di bawahnya (1,02) sedangkan untuk ukuran diameter yang lain faktor ini sebesar 2 kali. Pengaruh ini berakibat pada luas permukaan bidang transfer antara permukaan butiran lerak dengan pelarut.



Gb.6 Hubungan C_r dengan konsentrasi pelarut pada berbagai diameter partikel

Gambar 6 memperlihatkan kecenderungan bahwa konsentrasi saponin maksimum tercapai pada percobaan dengan menggunakan etanol berkadar 76,7% berat. Saponin terlarut baik di air maupun etanol dan dalam percobaan ini pelarut yang dipergunakan berupa campuran etanol dan air, namun demikian kelarutan saponin dalam etanol dan air berbeda, sehingga kemungkinan terdapat suatu komposisi campuran keduanya yang dapat melarutkan saponin maksimum.

Kesimpulan

Hubungan antara $k_c a$ dengan peubah-peubah yang mempengaruhi untuk buah lerak berbentuk butir/bola adalah

$$\left[\frac{k_c a D_i^2}{D_L} \right] = 1,8964 \times 10^{-36} \left[\frac{\rho N D_i^2}{\mu} \right]^{4,4917} \left[\frac{\mu}{\rho D_L} \right]^{0,1311} \left[\frac{D_i}{D_p} \right]^{-8,4300}$$

Harga ini berlaku pada kisaran diameter butir dari 0,23 sampai 1,59 mm dan konsentrasi pelarut etanol antara 19,2% sampai 96% berat. Ralat rata-rata yang diperoleh sebesar 4,67%.

Saran

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan

1. melihat pengaruh peubah lainnya, seperti suhu, kecepatan pengadukan dan ukuran alat
2. memperbanyak percobaan pada konsentrasi pelarut antara 76,7% dan 96% sehingga diketahui kecenderungan penurunan konsen-trasi saponin yang dihasilkan
3. mengadakan percobaan untuk diameter butir lebih besar dari pada 1,02 mm sehingga terlihat kecen-derungannya
4. metoda analisa spektrofotometer atau HPLC agar hasilnya lebih tepat

Daftar Lambang

a	: luar permukaan per satuan volume butir	$[L^2/L^3]$
C_A	: kadar saponin dalam butir pada waktu t	$[M/M]$
C_{A0}	: kadar saponin dalam butir mula-mula	$[M/M]$
C_f	: kadar saponin dalam pelarut pada waktu t	$[M/L^3]$
C_{f0}	: kadar saponin dalam pelarut mula-mula	$[M/L^3]$
C_f^*	: kadar saponin dalam pelarut yang setimbang dengan kadar saponin pada permukaan padatan	$[M/L^3]$
D_o	: difusifitas efektif zat terlarut dalam padat	$[L^2/t]$
D_L	: difusifitas efektif zat terlarut dalam pelarut	$[L^2/L^3]$
D_i	: diameter pengaduk	$[L]$
D_p	: diameter butir	$[L]$
H	: tetapan Henry	$[M/L^3]$
k_c	: koefisien perpindahan massa lokal	$[L/t]$
$k_{c,a}$	: koefisien perpindahan massa volumetris	$[1/t]$
M_B	: berat molekul pelarut	$[M/M]$
N_A	: fluks massa saponin	$[M/L^2t]$
Re	: bilangan Reynold	$[-]$
T	: temperatur mutlak	$[T]$
V	: volume pelarut	$[L^3]$
V_A	: volume molar zat terlarut	$[L^3/M]$
W	: massa padatan	$[M]$
z	: jarak	$[L]$
ϕ_B	: parameter asosiasi pelarut	$[-]$
μ	: viskositas pelarut	$[ML^{-1}t^{-1}]$
ρ	: densitas pelarut	$[ML^{-3}]$

Daftar Pustaka

- [1] Geankoplis, *Transport Process and Unit Operation*, 2nd ed., Allyn and Bacon Inc., Massachusetts, 1983, pp. 373-375, 415-427
- [2] Hardjono, *Operasi Teknik Kimia II*, Edisi I, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1989, hal. 17-20, 56, 63-64, 129
- [3] Jasmansyah, *Isolasi Saponin dan Sapogenin Triterpenoid dari Daging Buah Sapindus Rarak D.C.*, online: <http://www.mahidol.ac.th/abstracts/annual2000/0358.htm> (accessed: 10/04/2002)
- [4] Kirk, R. E. and Othmer, D. F., *Encyclopaedia of Chemical Technology*, vol. 13, 4th ed., John Wiley and Sons Inc., New York, 1996, pp. 1044 – 1045
- [5] Perry, R.H. and Green, D.W., *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7th ed., McGraw Hill, New York, 1997
- [6] Robinson, T., *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*, Edisi VI, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1991, hal. 156 – 158
- [7] Sediawan, W.B. dan Prasetya, A., *Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia dengan Pemrograman Basic dan Fortran*, Edisi I, Penerbit Andi, Yogyakarta, 1997
- [8] Soejono dan Nasution, R.E., *Buah Lerak (Sapindus Rarak, D.C.) Pencuci Tradisional Kain Batik*, Vol. 4, No. 3, Buletin Kebun Raya, Bogor, 1979, hal. 101-103
- [9] Treybal, R.E., *Mass Transfer Operation*, 3rd ed., McGraw Hill Co., Singapore, 1981