

PENGARUH KECEPATAN PUTAR PENGADUKAN DAN SUHU OPERASI PADA EKSTRAKSI TANIN DARI JAMBU METE DENGAN PELARUT ASETON

Enny Kriswiyanti Artati, Fadilah

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta

Abstract : *Cashew has high economic values. Almost all the part of this plant are useful. However, the chasew nut is the most important part and the cashew apples is just eaten or used for syrup. The extraction of tannin from cashew apples can increase the economic value of cashew apples. The objectives of this research were obtained tannin and to seek the process and operation condition of extraction of tannin from cashew apples. The experiment was carried out in a stirred reactor equipped with condenser and mantel heater. Cashew apples was in slab form. 250 ml acetone and 60 gram chasew apples add to the ractor. Samples was drawn at ceratin times and the tannin concentration was measured by gravimetriv method*

The results showed that increasing extraction temperature and stirrer velocity caused increase the tranfer mass(Kc) and diffusivity (De) coefficients . The value of Kc and De are from 0.2322 gr / cm².min until 1.2678 gr /cm².min and from 0.031 cm²/min until 0.079 cm²/min for the range of stirrer velocity 500 - 800 rpm. The value of Kc and De are from 3.305 gr / cm².min until 8.021 gr /cm².min and from 0.408999 cm²/min until 0.6678 cm²/min for extraction temperature range 35 °C until 50 °C.

Keywords : *extract, tannin, cashewapple*

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara negara tropis yang terkenal memiliki beraneka ragam jenis tanaman buah-buahan dan sayur-sayuran. Diantara buah-buahan tersebut, buah jambu mete merupakan buah yang kurang digemari karena rasanya yang sepat. Pada buah mete kandungan taninnya sangat tinggi, oleh karena itu untuk meningkatkan nilai ekonomi dari buah mete, maka dapat dilakukan dengan mengambil tanin dari buah mete dengan jalan ekstraksi.

Pada percobaan yang dilakukan oleh Margaretha (1992), diperoleh hasil bahwa tanin dari buah pinang menggunakan pelarut alkohol menghasilkan tanin yang lebih banyak dibanding dengan menggunakan pelarut air. Sedang penelitian yang dilakukan Wibowo (2001), menunjukkan bahwa ekstraksi tanin dari buah pinang dipengaruhi oleh kecepatan putar pengadukan. Semakin besar kecepatan putar pengadukan maka semakin besar pula nilai koefisien transfer massa volumetrisnya.

Dipilihnya acetone sebagai pelarut dalam mengekstrak didukung oleh banyak literatur (Jayalaksi & Mathew, 1982, Irving Sax & Richard J. Lewis, 1989, Trevor Robinson, 1995,) yang menyebutkan bahwa tanin sebagai golongan senyawa polifenol yang sifatnya polar dapat larut dalam gliserol, alkohol dan hidoalkoholik, air dan acetone, tetapi tidak larut dalam kloroform, petroleum eter dan benzene.

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi dari buah jambu mete, secara tidak langsung menaikkan ekonomi masyarakat yang berusaha di bidang pengolahan jambu mete.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai koefisien difusi (De) dan koefisien transfer massa (Kca) pada pengaruh kecepatan putar pengadukan dan suhu operasi pada ekstraksi tanin dari buah jambu mete dengan pelarut acetone.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanin merupakan senyawa *phenolic* yang mengandung protein. Tanin terdiri atas bermacam-macam kelompok oligomer dan polimer. Oleh karena itu ada beberapa kesimpangsiuran tentang terminologi yang digunakan untuk mengidentifikasi ataupun mengelompokkan senyawa tanin. Salah satu definisi yang paling baik yang diberikan oleh Horvath (1981), Tanin adalah suatu senyawa *phenolic* dengan berat molekul cukup tinggi yang mengandung hidroksil dan kelompok lain yang cocok (seperti karboksil) untuk membentuk kompleks yang efektif dengan protein dan makro molekul yang lain di bawah kondisi lingkungan tertentu yang dipelajari. Tanin merupakan bentuk kompleks dari protein, pati, selulosa dan mineral. Tanin mempunyai struktur dengan formula empiris C₇₂H₅₂O₄₆.

(www.encyclopedia.com/article/12626.html)

Pada proses ekstraksi terjadi transfer massa. Transfer massa merupakan gerakan-gerakan molekul atau elemen fluida yang disebabkan karena adanya gaya pendorong. Difusi merupakan suatu transfer massa. Difusi adalah gerakan suatu komponen melalui campuran, yang berlangsung karena suatu rangsangan fisika. Pada umumnya disebabkan oleh gradien konsentrasi pada komponen yang terdifusi itu. Gradien konsentrasi cenderung menyebabkan terjadinya gerakan komponen itu ke arah yang menyamakan konsentrasi dan menghapuskan gradien. Bila gradien itu dipertahankan dengan menambahkan komponen yang terdifusi secara terus menerus ke ujung yang berkonsentrasi tinggi pada gradien itu, aliran komponen yang terdifusi akan berlangsung secara kontinyu. Gerakan inilah yang dimanfaatkan dalam perpindahan massa. Persamaan difusifitas zat A dalam cairan B mengikuti hukum Fick (Treybal 1981).

$$N_A = -D_e \frac{\partial C_A}{\partial z} \quad (1)$$

Pada ekstraksi padat – cair, transfer masa suatu zat dari dalam padatan ke cairan melalui 2 tahapan pokok, yaitu :

1. Difusi dari dalam padatan ke permukaan padatan

Persamaan kecepatan difusi dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$N_A = \frac{\partial X_A}{\partial \text{jarak}} \quad (2)$$

2. Transfer massa dari permukaan padatan ke cairan secara konveksi (karena cairan diaduk terus).

Persamaan kecepatan transfer massa antara fasa padat cair dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$N_A = K_c (C_{Af}^* - C_{Af}) \quad (3)$$

Konsentrasi tanin dalam padatan akan berkeseimbangan dengan konsentrasi tanin dalam larutan pada waktu tak terhingga, sehingga dianggap mengikuti hukum Henry, dan dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$C_{Af}^* = H C_{As} \quad (4)$$

Model matematis yang diajukan mengambil asumsi bahwa difusi yang berpengaruh hanya kearah tebal padatan yang memiliki luas permukaan terbesar (difusi satu arah) sedangkan pengaruh difusi kearah lain (di ujung padatan) diabaikan. Penyusunan persamaan matematis yang digunakan adalah sebagai berikut:

Dengan kondisi batas (boundary conditions) :

- a. $t=0$, semua posisi z , $C_A = C_{A0}$

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

$$N_A = -D_e \frac{\partial C_A}{\partial z} = K_c (C_{Af}^* - C_{Af}) \quad (5)$$

- c. $t > 0$, dipermukaan padatan ($z=L$, dengan L adalah tebal slab) terjadi transfer massa secara konveksi

$$N_A = -D_e \frac{\partial C_A}{\partial z} = K_c (C_{Af}^* - C_{Af}) \quad (6)$$

Hubungan kesetimbangan mengikuti persamaan yang mirip hukum Henry:

$$C_{Af}^* = H C_{As} \quad (7)$$

Hubungan C_A dan C_{Af} untuk waktu tertentu didekati dengan menggunakan neraca massa tanin dalam tangki yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$\left[\begin{array}{c} \text{tanin dalam} \\ \text{cair awal-mula} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{tanin dalam} \\ \text{padatan mula-mula} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{tanin} \\ \text{dalam larutan} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{tanin dalam} \\ \text{padatan} \end{array} \right]$$

$$W C_{Af0} + n S L C_{Ain} = W C_{Af} + n S \int_0^L C_{As} dz \quad (8)$$

Manipulasi dari persamaan (22) menghasilkan:

$$C_{Af} = C_{Af0} + \frac{nS}{W} \left[LC_{Ain} - \int_0^L C_{As} dz \right] \quad (9)$$

Pada waktu tak hingga, konsentrasi tanin dalam padatan akan berkeseimbangan dengan konsentrasi tanin di dalam larutan, sehingga pada waktu tak hingga persamaan menjadi :

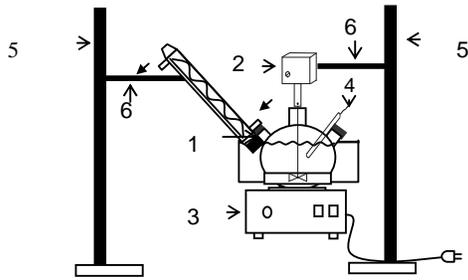
$$W C_{Af0} + n S L C_{Ain} = W C_{Af}^* + n S L C_{As} \quad (10)$$

Persamaan-persamaan matematis yang terbentuk diselesaikan secara numeris dengan *finite difference approximation* cara Implisit.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah jambu mete, acetone sebagai pelarut dan petroleum eter sebagai larutan pencuci

Susunan alat yang digunakan disajikan pada gb.1.



Keterangan gambar :

1. Labu leher tiga 500 ml
2. Motor pengaduk
3. Pemanas mantel
4. Termometer
5. Klem dan statif
6. Pendingin balik
7. Pipet volume
8. Karet penghisap

Gambar 1. Rangkaian alat percobaan

Proses ekstraksi

Buah mete diiris iris berbentuk slab dengan ukuran $1 \times 1 \times 0,2 \text{ cm}^3$, lalu ditimbang seberat 60 gram, dimasukkan dalam labu leher tiga yang berisi 250 ml pelarut acetone. Kemudian pemanas dihidupkan sampai suhu operasi 50°C , aliran air pendingin dan motor pengaduk dihidupkan serta diputar dengan kecepatan 700 rpm. Setiap interval waktu 30 menit sampel diambil 5 ml untuk dianalisa kadar taninnya. Sampel yang diambil ditimbang lalu dikeringkan dengan cara dioven pada suhu 80°C untuk mendapatkan tanin bebas solven. Setelah berat konstan diperoleh lalu tanin bebas solven dicuci dengan petroleum eter 5 ml untuk menghilangkan pengotor yang ada. Selanjutnya dioven lagi lalu ditimbang sampai diperoleh berat konstan. Percobaan dilakukan dengan cara yang sama untuk variabel kecepatan putar pengadukan (500 rpm, 600 rpm, dan 800 rpm) dan suhu operasi (35°C , 40°C , dan 45°C).

Untuk penentuan konsentrasi awal tanin dengan menimbang mete sebanyak 60 gr dalam bentuk slab dengan ukuran $1 \times 1 \times 0,2 \text{ cm}^3$ dan volume acetone yang digunakan sebanyak 250 ml lalu diekstrak dengan alat ekstraksi soxhlet pada titik didih acetone selama 5 jam (25 kali refluks). Hasil ekstrak diuapkan dalam oven pada suhu 80°C sampai diperoleh tanin bebas acetone.

$$C_{\text{ain}} = \frac{\text{gr tanin dalam padatan}}{\text{gram padatan}}$$

Konstanta Henry dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4), dimana C_{Af} diambil dari data C_{A} untuk ekstraksi saat

setimbang, yang ditandai tidak berubahnya C_{A} terhadap waktu.

$$H = \frac{C_{\text{Af}}^*}{C_{\text{As}}}$$

Dari percobaan diperoleh data C_{Af} vs waktu. Nilai k_c dan D_e ditentukan dengan mencoba-coba nilai tersebut dengan metode Hooke Jeeves, sehingga diperoleh *Sum of Square of Errors* (SSE) minimum dengan rumus

$$SSE = \sum (C_{\text{Af, data}} - C_{\text{Af, hitung}})^2$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ekstraksi tanin dari jambu mete ini variabel yang ditinjau adalah kecepatan putar pengadukan dan suhu operasi. Untuk variasi kecepatan putar pengadukan pengambilan sampel pada fase cair untuk perhitungan jumlah tanin yang terkandung dalam solven (C_{Af}) dilakukan setiap interval waktu 30 menit selama 180 menit, sedangkan untuk variasi suhu operasi waktu ekstraksi selama 300 menit. Kondisi operasi dijaga pada berat jambu mete 60 gram dan volume pelarut 250 mL. Analisa tanin di fase cair dilakukan dengan cara gravimetri.

Pada perhitungan dibutuhkan data konstanta keseimbangan yang didapat dari persamaan Henry (persamaan 4). Data konstanta keseimbangan diperoleh dengan cara konsentrasi tanin diambil saat ekstraksi setimbang ditandai tidak berubahnya konsentrasi tanin terhadap waktu. Untuk variasi suhu operasi data konstanta keseimbangannya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Konstanta henry pada berbagai suhu

Suhu ($^\circ\text{C}$)	Konstanta henry ($\text{cm}^3 \text{ padatan} / \text{gram pelarut}$)
50	0,835491
45	0,68169
40	0,5249
35	0,32524

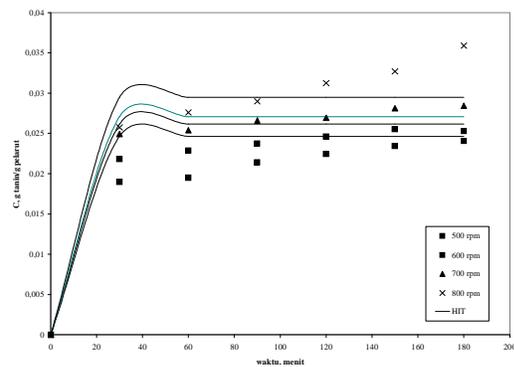
A. Pengaruh kecepatan putar pengadukan

Pada variasi kecepatan putar pengadukan dilakukan pada suhu operasi 50°C sehingga data konstanta keseimbangan yang digunakan adalah data konstanta keseimbangan pada suhu operasi 50°C yaitu sebesar $0,835491 \text{ cm}^3 \text{ padatan} / \text{gram pelarut}$.

Konsentrasi tanin dalam pelarut hasil percobaan dan konsentrasi tanin dalam pelarut hasil simulasi program komputer sebagai fungsi waktu dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 2

Tabel 2. Data hasil penelitian dan hasil simulasi pada kecepatan putar pengadukan

Wkt (mnt)	500 RPM		600 RPM		700 RPM		800 RPM	
	CAf Data (gr/cm ³)	CAf Hitung (gr/cm ³)	CAf Data (gr/cm ³)	CAf Hitung (gr/cm ³)	CAf Data (gr/cm ³)	CAf Hitung (gr/cm ³)	CAf Data (gr/cm ³)	CAf Hitung (gr/cm ³)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0.019 22	0.02261 45	0.021 9	0.024637 9	0.025 0.025	845 845	0.0258 3	0.029475
60	0.019 74	0.02261 45	0.023 9	0.024637 9	0.0254 5	0.0270 845	0.0276 8	0.029475
90	0.021 61	0.02261 45	0.023 9	0.024637 9	0.0266 8	0.0270 845	0.0229 1	0.029475
120	0.022 7	0.02261 45	0.024 8	0.024637 9	0.0270 2	0.0270 845	0.0313 4	0.029475
150	0.023 7	0.02261 45	0.025 8	0.024637 9	0.0281 8	0.0270 845	0.0328 1	0.029475
180	0.024 35	0.02261 45	0.025 5	0.024637 9	0.0285 3	0.0270 147	0.036	0.029475
Ralat rerata (%)	8.16077 7		5.126581		4.2364 2		13.92194	



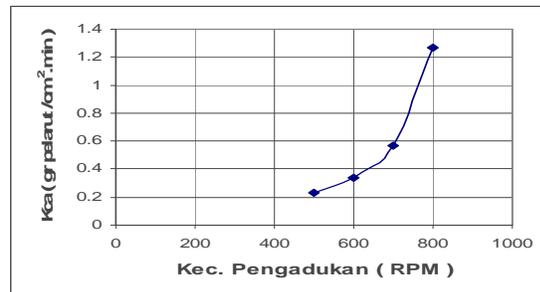
Gambar 2. Grafik perbandingan CAf data percobaan dengan hasil simulasi terhadap waktu untuk berbagai variasi kecepatan putar pengadukan

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa hubungan t (waktu) dengan C_{Af} data dan C_{Af} hasil simulasi berbentuk kurva. Kenaikan C_{Af} mula-mula besar karena tanin yang terkandung dalam padatan masih cukup besar atau dengan kata lain gradien konsentrasi *solute* diantara padatan dan di *solven* cukup besar, selanjutnya kenaikan C_{Af} semakin kecil sampai akhirnya C_{Af} konstan. Nilai C_{Af} yang konstan menunjukkan bahwa telah terjadi kesetimbangan antara C_{Af} dan C_A yang mengikuti hukum Henry.

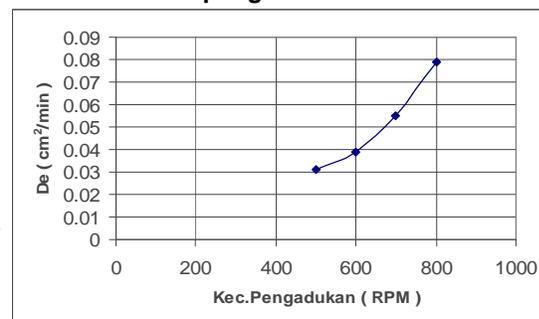
Nilai k_{ca} dan De hasil perhitungan simulasi komputer menurut kenaikan kecepatan putar pengadukan dapat dilihat pada tabel 3, gambar 3 dan 4.

Tabel 3. Nilai k_{ca} dan De pada berbagai variasi kecepatan putar pengadukan

Kecepatan Putar Pengadukan (RPM)	De (cm ² / min)	k_{ca} (gr / cm ² .min)
800	0.079	1.2678
700	0.055	0.5712
600	0.039	0.3356
500	0.031	0.2322



Gbr. 3 Grafik hubungan antara koefisien transfer massa dengan kecepatan putar pengadukan



Gbr. 4. Grafik hubungan antara difusivitas efektif dengan kecepatan putar pengadukan

Dari gambar 3 dan gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin cepat putaran pengadukan maka nilai koefisien transfer massa (k_{ca}) dan difusivitas efektif (De) cenderung meningkat. Hal ini terjadi karena semakin cepat putaran pengadukan maka akan menaikkan turbulensi (tumbukan) sehingga kontak antara padatan dengan pelarut semakin sering akibatnya difusi tanin dari permukaan padatan ke pelarut semakin banyak, sehingga koefisien transfer massa semakin besar.

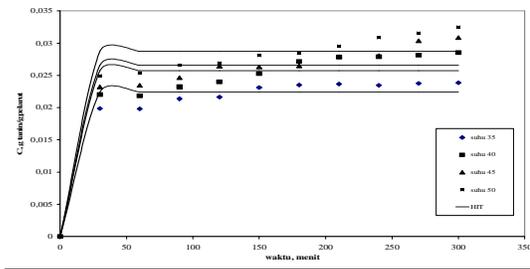
B. Pengaruh suhu

Pada variasi suhu operasi dilakukan pada kecepatan putar pengadukan 700 rpm. Data konstanta keseimbangan yang digunakan adalah data konstanta keseimbangan pada tiap-tiap suhu operasi yang dapat dilihat pada tabel 1.

Konsentrasi tanin dalam pelarut hasil percobaan dan konsentrasi tanin dalam pelarut hasil simulasi program komputer sebagai fungsi waktu dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 5.

Tabel 4. Data hasil penelitian dan hasil simulasi pada pengaruh suhu

Waktu (menit)	35°C		40°C		45°C		50°C	
	CAf Data (gr/cm ³)	CAf Hitung (gr/cm ³)	CAf Data (gr/cm ³)	CAf Hitung (gr/cm ³)	CAf Data (gr/cm ³)	CAf Hitung (gr/cm ³)	CAf Data (gr/cm ³)	CAf Hitung (gr/cm ³)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0.01987	0.0224314	0.02208	0.0257187	0.02329	0.0265554	0.025	0.0287192
60	0.01985	0.0224314	0.02192	0.0257187	0.02354	0.0265554	0.02545	0.0287192
90	0.0214	0.0224314	0.02328	0.0257187	0.02471	0.0265554	0.02688	0.0287192
120	0.02166	0.0224314	0.02406	0.0257187	0.02649	0.0265554	0.02702	0.0287192
150	0.02314	0.0224314	0.02536	0.0257187	0.02639	0.0265554	0.02818	0.0287192
180	0.02351	0.0224314	0.02722	0.0257187	0.02144	0.0265554	0.02853	0.0287192
210	0.02367	0.0224314	0.02792	0.0257187	0.02798	0.0265554	0.02955	0.0287192
240	0.02348	0.0224314	0.02797	0.0257187	0.02813	0.0265554	0.0309	0.0287192
270	0.0238	0.0224314	0.02792	0.0257187	0.03046	0.0265554	0.03163	0.0287192
300	0.02393	0.0224314	0.02862	0.0257187	0.03094	0.0265554	0.03255	0.0287192
Ralat rerata (%)	6.36692		9.203819		9.6738		7.504176	



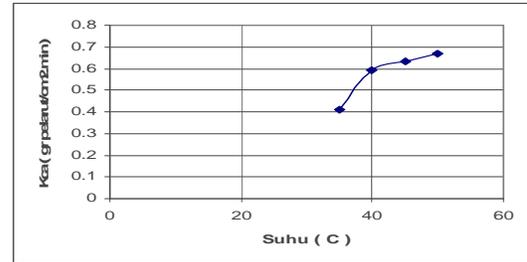
Gambar 5. Grafik perbandingan CAf data percobaan dengan hasil simulasi terhadap waktu untuk berbagai variasi suhu operasi

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa hubungan t (waktu) dengan C_{Af} data dan C_{Af} hasil simulasi berbentuk kurva seperti pada variasi kecepatan putar pengadukan.

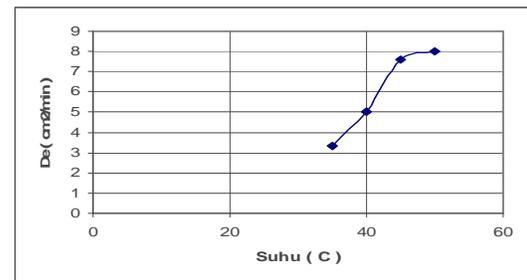
Nilai k_{ca} dan De hasil perhitungan simulasi komputer menurut kenaikan suhu ekstraksi dapat dilihat pada tabel 5, gambar 6 dan gambar 7.

Tabel 5. Nilai k_{ca} dan De pada berbagai variasi suhu

Suhu ekstraksi (°C)	De (cm ² / min)	k_{ca} (gr / cm ² .min)
35	3.305	0.409
40	5.021	0.5932
45	7.609	0.6306006
50	8.021	0.6678



Gbr. 6. Grafik hubungan koefisien transfer massa dengan suhu ekstraksi



Gbr. 7 Grafik hubungan antara difusivitas efektif dengan suhu ekstraksi

Dari gambar 6 dan gambar 7 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu ekstraksi maka nilai difusivitas efektif (De) dan nilai koefisien transfer massa (k_{ca}) cenderung meningkat. Nilai De cenderung meningkat karena kenaikan suhu mengakibatkan pori – pori pada jambu mete cenderung lebih terbuka, sehingga difusi tanin berlangsung lebih cepat karena hambatan difusinya lebih kecil. Sedangkan nilai k_{ca} juga cenderung meningkat karena kelarutan tanin dalam pelarut semakin naik seiring kenaikan suhu operasi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, perhitungan dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Kecepatan transfer massa tanin pada operasi ekstraksi tanin dari jambu mete berbentuk slab dalam tangki berpengaduk dikontrol oleh dua langkah tahapan yaitu difusi dari padatan ke permukaan padatan dan transfer massa dari permukaan padatan ke cairan. Besarnya tetapan Koefisien transfer massa (k_c) dan Difusivitas efektif (De) dan dalam ekstraksi tanin dari jambu mete merupakan fungsi kecepatan putar pengadukan dan suhu. Semakin tinggi putaran kecepatan pengaduk dan suhu ekstraksi maka nilai k_{ca} dan De semakin tinggi. Pada kisaran kecepatan putar pengadukan 500 RPM sampai 800 RPM nilai koefisien transfer massa (k_c) berkisar antara

0.2322 gr / cm².min sampai 1.2678 gr /cm².min Sedangkan nilai difusivitas efektif (De) berkisar antara 0.031 cm²/min sampai 0.079 cm²/min. Pada kisaran suhu 35 °C sampai 50 °C nilai koefisien transfer massa (k_c) berkisar antara 3.305 gr terlarut/cm².min sampai 8.021gr /cm².min. Sedangkan nilai difusivitas efektif (De) berkisar antara 0.408999 gr /cm².min sampai 0.6678 gr terlarut/cm².min.

SARAN

Untuk mendapatkan hasil tanin yang optimum sebaiknya dilakukan ekstraksi dengan menggunakan kecepatan putar dan suhu operasi yang tinggi, untuk hasil dari penelitian pada kecepatan putar pengadukan 800 RPM dan suhu operasi 50°C, Selain itu perlu dilakukan percobaan dengan menggunakan pelarut yang berbeda sehingga dapat membandingkan keefektifan pelarut dalam melarutkan tanin secara lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada saudara Rendra Gunawan dan Zamah Syari Dhofir atas bantuannya pada pelaksanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Bird, R. B., Stewart, W. E., and Lightfoot, E. N., 1994, "Transport Phenomena", John Wiley & Sons, Singapore
- Fessenden, Ralph J and Fessenden, Joan S, 1986, " Kimia Organik jilid 2 ", Edisi ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Geankoplis, C. J., 1983, "Transport Processes and Unit Operations", 2nd edition, Allyn and Bacon Inc. Massachusetts
- Hardjono, 1986, "Operasi Teknik Kimia", edisi pertama, Jurusan Teknik Kimia UGM, Yogyakarta
- Kirk, R. E. and Othmer, D. F., 1983, "Encyclopedia of Chemical Technology", vol. 3, Interscience Publisher Inc., New York
- Lubis, M. Y., 1994, " Budidaya dan Pasca Panen Jambu Mete", Pusat Perpustakaan Pertanian dan Komunikasi Penelitian, Bogor
- Mujumdar, A. M., Kapandi, A. H., and Pendse, G. S., 1979, "Chemistry and Pharmacology of Betel nut Areca cathechu LINN", *Journal of Plantation Crops* 7.
- Rumokoi, M. M. M., 1992, "Pengaruh Cara Ekstraksi dan Ukuran Buah Pinang Terhadap Kadar Tanin Buah Pinang", *Jurnal Penelitian Kelapa*, Vol. 5, No. 2, 13-16, Balai Penelitian Kelapa.
- Sax, I. And Lewis, R. J., 1989, " Condensed Chemical Dictionary", 11 th ed., pp. 36, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Sediawan, W. B., Prasetyo, A., 1997, "Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris Dalam Teknik Kimia dengan Pemrograman Basic dan Fortran", edisi 1, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Treyball, R. E., 1981, "Mass Transfer Operation", 3rd edition, Mc. Grow Hill, Singapore.
- Wibowo, W. A., 2001, "Ekstraksi Tanin dari Biji Buah Pinang dalam Tangki Berpengaduk", Laporan Penelitian Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia UNS, Surakarta

www.Asiamaya.com/jambumonyet

www.CornellUniversity.com/animalscience

www.encyclopedia.com/articles/12626.html