



Difusi dan Transfer Massa pada Ekstraksi Tanin dari Buah Mangrove (*Rhizophora Stylosa*)

Paryanto^{1*)}, Azalia Kartika Suri²⁾, dan Ilham Roy Saputro²⁾

¹⁾ Staff Pengajar Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

²⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami No. 36-A, Kientingan, Surakarta, 57126, Telp: (0271) 632112

^{*)} Penulis korespondensi : paryanto.uns@gmail.com

Abstract

Tannins are obtained by extraction with water as solvent. This study aims to determine mass rate transfer (k_c), De and Henry's constant (H). Mangrove is divided into small pieces and then dried. Mangroves are extracted using water with a mass and solvent ratio 1:10 at 100 °C for 60 minute, 500 rpm stirring speed. And it repeated using solvent variation like water, ethanol and n-hexane, mixing speed variation of 300 rpm, 400 rpm and 500 rpm, also mass and solvent ratio of 1:5; 1:7; 1:10. Then it analyzed using $KMnO_4$ to get %tanin. Calculation with matlab program looked for value of SSE (sum of squares of error) = $\sum ((C_{fdata} - C_{fhitung})^2)$ and the most minimum SSE values. Thus it is known that the optimum conditions of *Rhizophora stylosa*'s extraction with water solvent in mixing speed of 500 rpm, mass and solvent ration of 1:10 during 60 minutes and temperature 100°C. The speed extraction of tannin from mangrove is determined by the speed of diffusion in solids and mass transfer from the surface to solvent. Mass transfer coefficient that obtained from Matlab program are (k_c) is $1,6 \times 10^{-3}$ cm/s, the effective diffusivity (De) is $6,7 \times 10^{-4}$ cm²/s and the Henry constant (H) is $2,6 \times 10^{-2}$ with SSE: $6,93 \times 10^{-10}$.

Keywords: mangrove, *Rhizophora stylosa*, diffusion, tannins

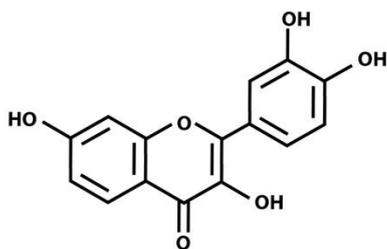
Abstrak

Tannin yang terkandung dalam mangrove diperoleh dengan cara ekstraksi dengan pelarut air. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kecepatan transfer massa (k_c), difusivitas (De) dan konstanta Henry (H). Buah mangrove dipotong kecil-kecil dan dikeringkan kemudian diekstraksi menggunakan pelarut air dengan perbandingan massa bahan dan pelarut 1:10 pada suhu 100°C selama 60 menit, kecepatan pengadukan 500 rpm. Selanjutnya diulangi untuk berbagai variasi jenis pelarut yaitu air, etanol dan n-heksana, variasi kecepatan pengadukan yaitu 300 rpm, 400 rpm dan 500 rpm dan variasi perbandingan massa bahan dan pelarut yaitu adalah 1:5; 1:7; 1:10. Penentuan kadar tanin menggunakan cara titrasi menggunakan $KMnO_4$. Dengan program matlab dicari nilai SSE (sum of squares of error) = $\sum ((C_{fdata} - C_{fhitung})^2)$ dan dicari nilai SSE yang paling minimum. Dengan demikian kondisi operasi yang optimum untuk ekstraksi tanin dari buah mangrove (*Rhizophora stylosa*) adalah pada kecepatan pengadukan 500 rpm, perbandingan massa bahan terhadap pelarut 1:10 menggunakan pelarut air selama 60 menit dan suhu 100°C. Kecepatan ekstraksi tanin dari buah mangrove ditentukan oleh kecepatan difusi dalam padatan dan transfer massa dari permukaan ke pelarut. Dari program matlab diperoleh nilai koefisien transfer massa (k_c) sebesar $1,6 \times 10^{-3}$ cm/s, Difusivitas efektif (De) sebesar $6,7 \times 10^{-4}$ cm²/s, dan konstanta Henry (H) bernilai $2,6 \times 10^{-2}$ dengan SSE bernilai $6,93 \times 10^{-10}$.

Kata kunci: mangrove, *Rhizophora stylosa*, difusi, tanin

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai zat warna alami dalam pematikan karena mangrove mengandung tanin. Tanin adalah pigmen tumbuhan dengan berat molekul tinggi antara 500-20.000 (Schofield, 2001). Tanin adalah suatu senyawa polifenol yang berasal dari tumbuhan, berasa pahit dan kelat, yang dapat menggumpalkan protein. Tanin pada bakau/mangrove sebagian besar terdiri dari 4 flavonoid monomer yaitu *catechin*, *epicatechin*, *epigallocatechin*, dan *epicatechin gallate* (Rahim, 2007).



Gambar 1. Struktur Kimia Tanin (Harborne,1987)

Indonesia mempunyai hutan mangrove yang cukup luas, yang diperkirakan luasnya sekitar 4,255 juta hektar yang tersebar di sepanjang pantai dan muara-muara sungai. Kabupaten Cilacap merupakan salah satu wilayah yang terdapat ekosistem hutan payau mangrove. Salah satu jenis mangrove yang terdapat di wilayah ini adalah *Rhizophora stylosa*. Mangrove Segara Anakan adalah hutan mangrove yang terletak di Kabupaten Cilacap. Luas Mangrove Segara Anakan sebesar 6.716 Ha (Purwanto, 2015). Pengambilan tanin dari tanaman dengan proses ekstraksi sudah banyak dilakukan. Rata-rata kadar tanin yang dihasilkan dari kulit kayu bakau adalah 23,41% (Hamidah, 2006).

Penelitian tentang pembuatan zat warna alami dari kayu mahoni, tingi, dan jambal telah dilakukan menggunakan alat spray dryer dengan mengumpulkan 1000 ml ekstrak kulit kayu mahoni, kulit kayu tingi dan kulit kayu jambal. Hasil terbaik ekstrak didapat pada perbandingan 1:5 dan spray dryer suhu 85-90°C, waktu 60 menit, untuk serbuk zat warna alami kulit kayu mahoni sebanyak 19,86 gram, serbuk zat warna alami kulit kayu tingi sebanyak 19,23 gram, dan serbuk zat warna alami kulit kayu jambal sebanyak 18,76 gram (Paryanto, dkk.,2013).

Pengertian difusivitas pada ekstraksi tanin telah dilakukan dengan perbandingan massa bahan dan pelarut 1:10 pada suhu 100°C selama 60 menit dengan kecepatan pengadukan 400 rpm. Bahan dianggap berbentuk slab sehingga kecepatan ekstraksi ditentukan oleh kecepatan difusi solute dari bahan padatan ke permukaan dan dihasilkan nilai difusivitas sebesar $7,94 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{detik}$ (Kwartiningsih E., dkk., 2013).

Kwartiningsih E., dkk., (2014) telah melakukan penelitian dengan mengekstraksi tannin dari buah mangrove *Rhizophora mucronata* dengan

mempelajari pengaruh jenis pelarut, suhu ekstraksi dan perbandingan massa. Hasil yang didapat berupa tanin pada kondisi ekstraksi suhu 100°C, waktu 60 menit dan perbandingan massa bahan 1:10. Yield diperoleh 0,4326% (4,326 mg tanin/gram buah mangrove).

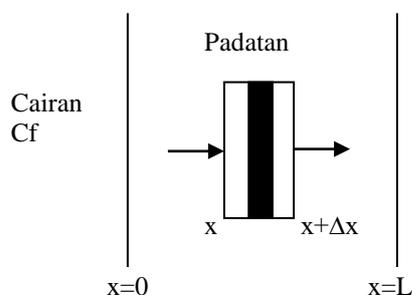
Paryanto, dkk. (2015) juga telah melakukan penelitian dengan mengambil tanin dengan cara ekstraksi kontinyu menggunakan simulasi batch 3 tahap dengan variabel suhu 60°C, 70°C dan 80°C serta variasi kecepatan pengadukan 200 rpm, 300 rpm, dan 400 rpm selama 60 menit. Hasil yang diperoleh didapatkan kadar tanin yang terekstrak paling banyak pada suhu 80°C dan kecepatan pengadukan 200 rpm selama 60 menit sebesar 1,3618% dan juga pada kecepatan pengadukan 400 rpm dan suhu 60°C selama 60 menit sebesar 1,011%.

Pada ekstraksi padat cair, bahan padat dikontakkan dengan cairan pelarut (solven) yang bisa melarutkan zat-zat yang akan diambil (solut), sehingga diperoleh larutan solut dalam solven (ekstrak). Perpindahan massa solut dari dalam padatan ke cairan melalui dua tahapan pokok, yaitu difusi dari dalam padatan ke permukaan padatan dan perpindahan massa dari permukaan padatan ke cairan (Sediawan dan Prasetya,1997).

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh jenis pelarut, kecepatan pengadukan dan perbandingan massa bahan dan pelarut terhadap kadar tanin yang bisa terekstrak. Jenis pelarut yang digunakan yaitu air, etanol dan n-heksana. Kadar tanin yang terekstrak dianalisis dengan cara permanganometri menggunakan larutan indikator indigocarmin. Kemudian menentukan kecepatan transfer massa (kc), difusivitas (De) dan konstanta Henry (H) dari ekstraksi mangrove *Rhizophora stylosa*.

a. Difusi dalam Padatan Mengontrol

Asumsi pertama, jika luas permukaan perpindahan tanin dari buah mangrove dianggap relatif besar maka kecepatan ekstraksi dikendalikan oleh difusi dalam padatan yang mengontrol.



Gambar 2. Elemen volum pada slab

Neraca massa solut dalam elemen volum (gambar 2):

$$\left(-De.A \frac{\partial C_A}{\partial x} \Big|_x \right) - De.A \frac{\partial C_A}{\partial x} \Big|_{x+\Delta x} = A.\Delta x \frac{\partial C_A}{\partial x} \quad (1)$$

$$\frac{\frac{\partial C_A}{\partial x} \Big|_{x+\Delta x} - \frac{\partial C_A}{\partial x} \Big|_x}{\Delta x} = \frac{1}{De} \frac{\partial C_A}{\partial t} \quad (2)$$

Jika diambil limit $\Delta x \rightarrow 0$, diperoleh :

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial C_A}{\partial x} \right) = \frac{1}{De} \frac{\partial C_A}{\partial t} \quad (3)$$

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

Kondisi batas

$$C_A(x,0) = C_{Ain} \quad (5)$$

$$C_A(0,t) = C_f/H \quad (6)$$

$$C_A(L,t) = C_f/H \quad (7)$$

Untuk menyelesaikan persamaan diferensial (4) dengan keadaan batas (5), (6), dan (7), diperlukan satu persamaan lagi, yaitu untuk C_f . Neraca massa solut pada fase padat dan cair dapat ditulis sebagai berikut :

$$\left(\begin{array}{c} \text{Solut dalam} \\ \text{Cairan} \\ \text{mula - mula} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Solut dalam} \\ \text{padatan} \\ \text{mula - mula} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Solut} \\ \text{dalam} \\ \text{cairan} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Solut} \\ \text{dalam} \\ \text{padatan} \end{array} \right)$$

$$W.C_{f0} + n.S.L.C_{Ain} = W.C_f + n.S \int_0^L C_A dx \quad (8)$$

$$C_f = C_{f0} + \frac{n.S}{W} \left(L.C_{Ain} - \int_0^L C_A dx \right) \quad (9)$$

Persamaan (4) dengan kondisi batas (5),(6),dan (7) diselesaikan secara numeris dengan *finite difference approximation* cara implisit. Dengan pendekatan implisit untuk persamaan (4) diperoleh persamaan :

$$\frac{(C_A)_{i-1,j+1} - (C_A)_{i,j+1} + (C_A)_{i+1,j+1}}{(\Delta x)^2} = \frac{1}{De} \frac{(C_A)_{i+1,j+1} - (C_A)_{i,j}}{\Delta t} \quad (10)$$

Manipulasi persamaan (10) menghasilkan :

$$(C_A)_{i-1,j+1} + (-2-M)(C_A)_{i,j+1} + (C_A)_{i+1,j+1} = -M.(C_A)_{i,j} \quad (11)$$

$$\text{Dalam hal ini } M = \frac{(\Delta x)^2}{De \Delta t} \quad (12)$$

(Sediawan dan Prasetya,1997)

Nilai De dicari dengan membandingkan CA data dengan CA hitung hingga diperoleh SSE yang minimum. Perhitungan ini diselesaikan dengan program Matlab.

b. Difusi dalam Padatan dan Transfer Massa dari Permukaan ke Cairan Mengontrol

Pada kasus yang kedua, proses difusi zat warna tannin dari dalam permukaan buah mangrove dianggap sangat cepat, sehingga dapat diabaikan, dan proses transfer massa dari permukaan padatan ke cairan menjadi proses yang menentukan. Kecepatan transfer massa solut dari permukaan padatan ke cairan mengikuti persamaan :

$$N_A = kc(C_f^* - C_f) \quad (13)$$

dengan C_f^* adalah kadar dalam cairan yang setimbang dengan permukaan padatan.

Model matematis untuk kasus b mirip dengan kasus a, hanya keadaan batas (5), (6), dan (7) tidak bisa dipakai lagi. Sehingga disusun persamaan neraca massa solut pada permukaan.

Neraca massa pada elemen volum setebal

$\frac{\Delta x}{2}$ pada permukaan $i = 0$

Input - Output = Accumulation

$$0 - kc(C_f^* - (C_f)_{j+1}) - De.S \frac{(C_A)_{1,j+1} - (C_A)_{0,j+1}}{\Delta x} = \frac{\Delta x}{2}.S. \frac{(C_A)_{0,j+1} - (C_A)_{0,j}}{\Delta t} \quad (14)$$

$$-kc.(H(C_A)_{0,j+1} - (C_f)_{j+1}) + \frac{De}{\Delta x} ((C_A)_{1,j+1} - (C_A)_{0,j+1}) = \frac{\Delta x}{2.\Delta t} ((C_A)_{0,j+1} - (C_A)_{0,j}) \quad (15)$$

Manipulasi persamaan (15) menghasilkan

$$\left(-1 - \beta H - \frac{1}{2} M \right) (C_A)_{0,j+1} + (C_A)_{1,j+1} = -\beta (C_f)_{j+1} - \frac{1}{2} M (C_A)_{0,j} \quad (16)$$

Neraca massa pada elemen volum setebal $\frac{\Delta x}{2}$ pada permukaan $i = N$:

Input - Output = Accumulation

$$-De.S \frac{(C_A)_{1,j+1} - (C_A)_{0,j+1}}{\Delta x} - kc(C_f^* - (C_f)_{j+1}) = \frac{\Delta x}{2}.S. \frac{(C_A)_{N,j+1} - (C_A)_{N,j}}{\Delta t} \quad (17)$$

$$-(C_A)_{N,j+1} - (C_A)_{N-1,j+1} - \frac{kc\Delta x}{De} (H(C_A)_{N,j+1} - (C_f)_{j+1}) = \frac{\Delta x}{2.De.\Delta t} ((C_A)_{N,j+1} - (C_A)_{N,j}) \quad (18)$$

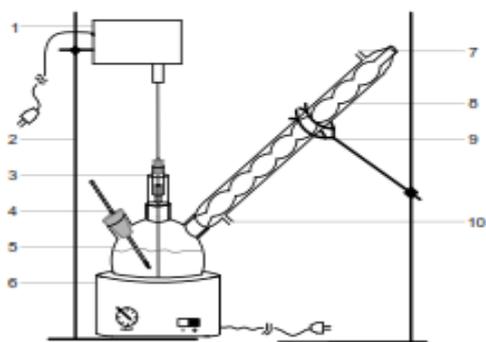
Manipulasi persamaan (18) menghasilkan

$$(C_A)_{N-1,j+1} + \left(-1 - \beta H - \frac{1}{2} M \right) (C_A)_{N,j+1} = -\beta (C_f)_{j+1} - \frac{1}{2} M (C_A)_{N,j} \quad (19)$$

(Sediawan dan Prasetya, 1997)

METODE PENELITIAN

Tahap awal dari penelitian ini dilakukan dengan persiapan buah mangrove yang telah dipotong kecil-kecil dan dikeringkan. selanjutnya diekstraksi dalam tangki berpengaduk, menggunakan pelarut selama 60 menit dan suhu 100°C, yang dapat dilihat pada gambar 3. Jenis pelarut yang digunakan divariasikan yaitu air, etanol dan n-heksana. Setelah jenis pelarut yang paling sesuai diketahui maka kecepatan pengadukan divariasikan pada 300 rpm, 400 rpm dan 500 rpm. Selain itu divariasikan juga perbandingan massa bahan dan pelarut yaitu 1:5, 1:7 dan 1:10.



Keterangan :

1. Motor pengaduk
2. Statif
3. Pengaduk merkuri
4. Termometer
5. Labu leher tiga
6. Pemanas mantel
7. Air pendingin keluar
8. Pendingin bolak-balik
9. Klem
10. Air pendingin masuk

Gambar 3. Rangkaian Alat Ekstraksi Batch

Pengambilan sampel dilakukan setiap selang waktu 10 menit dan dianalisa konsentrasi tanin dalam pelarut. Analisa tanin dilakukan dengan metode permanganometri menggunakan larutan standar indigocarmin.

Penentuan kadar tanin menggunakan rumus :

$$\% \text{ tanin} = \frac{V_2 \times (A - B) \times N \times 0,00416}{V_1 \times \text{sampel (gram)}} \times 100\%$$

Dengan:

V_2 = volume ekstrak

V_1 = volume ekstrak yang dititiasi

A = volume KMnO_4 untuk titrasi sampel (mL)

B = volume KMnO_4 untuk titrasi blanko (mL)

N = normalitas KMnO_4

Larutan KMnO_4 yang digunakan distandarisasi terlebih dahulu menggunakan larutan asam oksalat.

Kemudian setelah menemukan kondisi operasi optimum untuk ekstraksi buah mangrove, ekstraksi

dilakukan pada kondisi optimum, untuk mencari pengontrol ekstraksi dan selanjutnya mencari nilai kecepatan transfer massa (kc), diffusivitas (De), dan konstanta Henry (H) dengan menjalankan cara *finite difference approximation* dengan program komputasi matlab. De, kc, dan H dapat dicari dengan membandingkan hasil hitungan dengan data percobaan (*curve fitting*). Dicari nilai dan yang memberikan nilai SSE (*sum of squares of error*) yang minimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan nilai kc, De dan H diperlukan kondisi operasi optimum untuk ekstraksi buah mangrove *Rhizophora stylosa*.

Ekstraksi Tanin Buah Mangrove Variabel Waktu

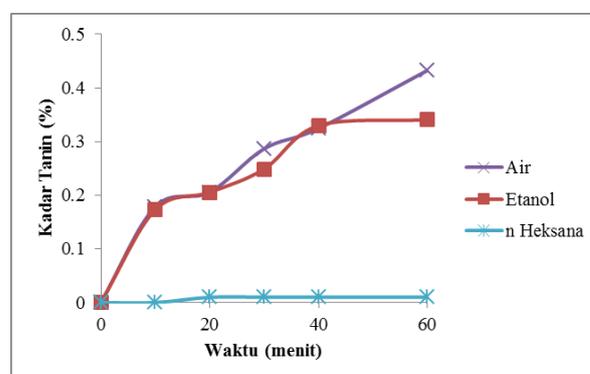
Pada variasi berbagai jenis pelarut, kadar tanin selama waktu ekstraksi dapat dilihat pada tabel 1. Sedangkan grafik hubungan antara kadar tanin dan waktu ekstraksi pada berbagai jenis pelarut dapat dilihat pada gambar 4.

Dari data percobaan tersebut di atas, pelarut air mampu mengekstraksi tanin dari buah mangrove lebih besar daripada pelarut lain, sehingga untuk variasi variabel yang lain (kecepatan pengadukan) digunakan pelarut air.

Pada variasi kecepatan pengadukan menggunakan pelarut air, selama waktu ekstraksi dapat dilihat pada tabel 2. Sedangkan grafik hubungan antara kadar tanin dan waktu ekstraksi pada berbagai kecepatan pengadukan dapat dilihat pada gambar 5.

Tabel 1. Data Kandungan Tanin pada Berbagai Pelarut

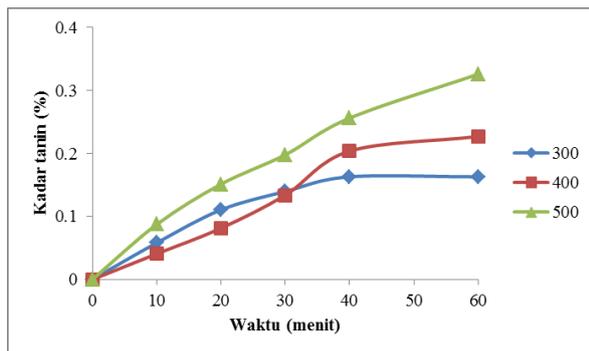
Waktu (menit)	Kadar Tanin (%)		
	Air	Etanol	n-Heksana
0	0	0	0
10	0,1785	0,1731	0
20	0,2055	0,2055	0,0100
30	0,2866	0,2488	0,0100
40	0,3245	0,3299	0,0100
60	0,4326	0,3407	0,0100



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Kadar Tanin (%) dan Waktu Ekstraksi (menit) pada Berbagai Jenis Pelarut

Tabel 2. Data Kandungan Tanin pada Berbagai Kecepatan Pengadukan

Waktu (menit)	Kadar Tanin (%)		
	300 rpm	400 rpm	500 rpm
0	0	0	0
10	0,0582	0,0408	0,0874
20	0,1107	0,0815	0,1514
30	0,1398	0,1340	0,1980
40	0,1631	0,2038	0,2563
60	0,1631	0,2271	0,3261



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Kadar Tanin (%) dan Waktu Ekstraksi (menit) pada Berbagai Kecepatan Pengadukan (rpm)

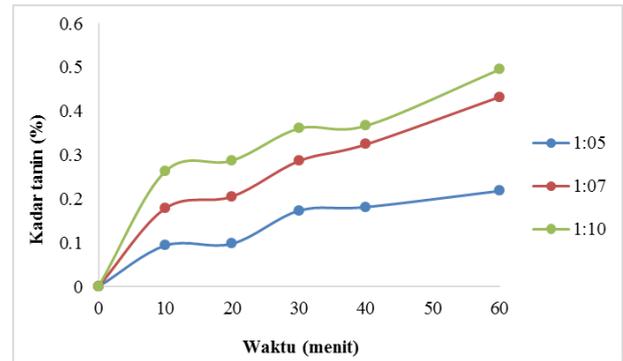
Dari hasil percobaan di atas, semakin tinggi kecepatan pengadukan, semakin banyak pula tanin yang terekstrak, dan yang terbanyak adalah pada kecepatan pengadukan 500 rpm.

Pada variasi perbandingan massa buah mangrove dan pelarut air, sedangkan kadar tanin selama waktu ekstraksi dapat dilihat pada tabel 3. Sedangkan grafik hubungan antara kadar tanin dan waktu ekstraksi pada berbagai perbandingan massa buah mangrove dan pelarut air dapat dilihat pada gambar 6.

Dari gambar 6 terlihat bahwa semakin besar perbandingan pelarut terhadap bahan yang diekstrak, maka kadar tanin yang diperoleh akan semakin besar. Karena bahan yang diekstrak akan lebih sering kontak dengan pelarut yang jumlahnya lebih banyak. Tanin yang terekstrak paling optimum adalah saat perbandingan bahan dan pelarut yaitu 1:10.

Tabel 3. Data Kandungan Tanin pada Berbagai Perbandingan Massa Bahan dan Pelarut

Waktu (menit)	Kadar Tanin (%)		
	1:5	1:7	1:10
0	0	0	0
10	0,0938	0,1785	0,2630
20	0,0978	0,2055	0,2874
30	0,1733	0,2866	0,3608
40	0,1814	0,3245	0,3669
60	0,2181	0,4326	0,4953



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Kadar Tanin (%) dan Waktu Ekstraksi (menit) pada Berbagai Perbandingan Massa Bahan dan Pelarut

Dari uraian di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa kondisi operasi optimum pada ekstraksi tanin dari buah mangrove adalah pada kecepatan pengadukan 500 rpm, perbandingan massa bahan dan pelarut 1:10, menggunakan pelarut air selama 60 menit dan suhu ekstraksi 100°C dengan yield 0,4326 % (4,326 mg tanin/g buah mangrove).

Hasil penelitian ekstraksi buah mangrove untuk variabel waktu tertera pada tabel 4.

Verifikasi model matematis yang diajukan pada penelitian ini dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari data penelitian, yaitu dari data yang tertera pada tabel 4.

Pengontrol Ekstraksi Tanin Buah Mangrove

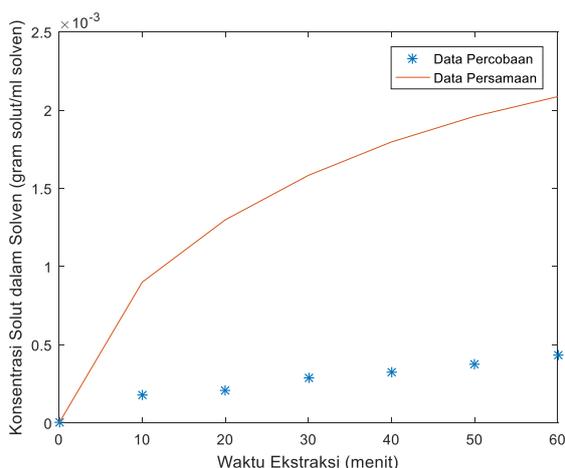
Penentuan pengontrol ekstraksi tanin buah mangrove menggunakan dua asumsi, dimana verifikasi model matematis yang diajukan pada penelitian ini dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari data penelitian, yaitu dari data yang tertera pada tabel 4.

Tabel 4. Data Ekstraksi Tanin dari Buah Mangrove

t(menit)	C _f (g solut/cm ³ solven)
0	0
10	0,000178
20	0,000205
30	0,000286
40	0,000324
50	0,000378
60	0,000432

a. Difusi dalam Padatan Mengontrol

Nilai C_f data dan C_f hitung difusi dalam padatan yang mengontrol diperoleh dari perhitungan matlab tersaji pada gambar 7.



Gambar 7. Data nilai C_f data dan C_f hitung Padatan Mengontrol

Perbandingan nilai C_f data dan C_f hitung serta nilai SSE yang diperoleh dari perhitungan matlab tertera pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan nilai C_f data , C_f hitung dan SSE padatan mengontrol

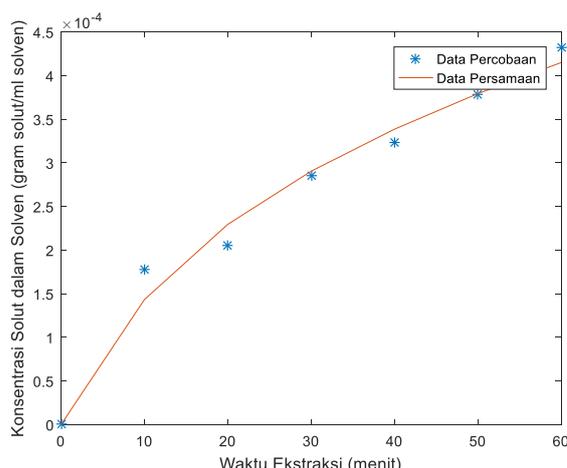
t (menit)	C_f data (gsolut/cm ³ solven)	C_f hitung (gsolut/cm ³ solven)	SSE (sum of squares of error)
0	0	0	0
10	0,0001785	0,0006974	0,27x10 ⁻⁶
20	0,0002055	0,0009981	0,63x10 ⁻⁶
30	0,0002866	0,0012288	0,89x10 ⁻⁶
40	0,0003245	0,0014168	1,19x10 ⁻⁶
50	0,0003780	0,0015744	1,43x10 ⁻⁶
60	0,0004320	0,0017081	1,63x10 ⁻⁶

Hasil perhitungan yang disajikan pada tabel 5. menunjukkan bahwa konsentrasi tanin dalam solven semakin lama meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya waktu maka kesempatan zat warna untuk berdifusi semakin banyak. Dengan demikian, zat warna yang tersisa dalam padatan semakin sedikit.

Berdasarkan perhitungan program matlab diperoleh nilai SSE 6,04x10⁻⁶ , De sebesar 7,94x10⁻⁷ cm²/detik , dan H bernilai 0,011.

b. Difusi dalam Padatan dan Transfer Massa dari Permukaan ke Cairan Mengontrol

Nilai C_f data dan C_f hitung difusi dalam padatan dan transfer massa dari permukaan ke pelarut mengontrol diperoleh dari perhitungan matlab tersaji pada gambar 8.



Gambar 8. Data nilai C_f data dan C_f hitung padatan dan transfer massa mengontrol

Perbandingan nilai C_f data dan C_f hitung serta nilai SSE yang diperoleh dari perhitungan matlab tertera pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan nilai C_f data , C_f hitung dan SSE padatan dan transfer massa mengontrol

t (menit)	C_f data (gsolut/cm ³ solven)	C_f hitung (gsolut/cm ³ solven)	SSE (sum of squares of error)
0	0	0	0
10	0,0001785	0,0001147	4,00x10 ⁻⁹
20	0,0002055	0,0002074	5,94x10 ⁻¹²
30	0,0002866	0,0002825	1,24x10 ⁻¹²
40	0,0003245	0,0003432	3,67x10 ⁻¹⁰
50	0,0003780	0,0003923	2,04x10 ⁻¹⁰
60	0,0004320	0,0004320	0

Dengan program matlab diperoleh nilai SSE 4,59x10⁻⁹ , kc sebesar 3,15x10⁻⁴ cm/s, De sebesar 6,29x10⁻⁵ cm²/s, serta H bernilai 0,025. Dari hasil percobaan, nilai koefisien transfer massa (kc) sangat kecil hal tersebut menunjukkan perpindahan kadar tanin dari padatan ke pelarut sangat lambat.

Berdasarkan perhitungan dengan program matlab antara kasus a dan b, dapat dilihat pada kasus b (Difusi dalam Padatan dan Transfer Massa dari Permukaan ke Pelarut Mengontrol) memberikan nilai SSE yang paling minimum. Dengan demikian kecepatan ekstraksi tanin dari buah mangrove ditentukan oleh difusi dalam padatan dan transfer massa dari permukaan ke pelarut mengontrol.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan :

1. Kondisi operasi yang optimum untuk ekstraksi tanin dari buah mangrove (*Rhizophora stylosa*) adalah pada kecepatan pengadukan 500 rpm, perbandingan massa

- bahan terhadap pelarut 1:10 menggunakan pelarut air selama 60 menit dan suhu 100°C.
- Pengontrol kecepatan ekstraksi tanin dari buah mangrove (*Rhizophora mucronata*) adalah difusi dalam padatan dan transfer massa ke pelarut yang menghasilkan nilai SSE (*sum of squares of error*) lebih kecil
 - Dengan program matlab dihasilkan hasil sebagai berikut:

$$\text{SSE} = 4,59 \times 10^{-9}$$

$$\text{kc} = 3,15 \times 10^{-4} \text{ cm/detik}$$

$$\text{De} = 6,29 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{detik}$$

$$\text{H} = 0,0253$$

DAFTAR NOTASI

C_A	: Konsentrasi tanin dalam slab, g/cm ³
C_f	: Konsentrasi tanin dalam solven, g/cm ³
C_{f0}	: Konsentrasi awal tanin dalam solven, g/cm ³
C_{Ain}	: Konsentrasi awal tanin dalam slab, g/cm ³
De	: Koefisien difusi, cm ² /s
H	: Konstanta Henry
kc	: kecepatan transfer massa, cm/s
t	: Waktu, menit

DAFTAR PUSTAKA

Hamidah, S. (2006). Rendemen dan Kadar Tanin Kulit Kayu Bakau (*Rhizophora mucronata* Lamck) dari Daerah Takisung, *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 18, pp. 15-23.

Harborne, J.B. (1984). *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Technique of Plant Analysis* (2nd ed). Chapman and Hall, London.

Kwartiningsih E., Paryanto, Wibowo, W.A., Mastuti E., Jati, A.K., dan Santosa, D.P. (2014). Difusi pada Ekstraksi Tanin dari Buah Mangrove (*Rhizophora mucronata*). *Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2014, UII Yogyakarta*, ISBN No. 978-602-14272-1-7, 20-23

Kwartiningsih E., Paryanto, Wibowo, W.A., Mastuti E., Revita S.A.A., dan Yanuari P., N. (2014).

Pemanfaatan Ekstrak Tanin dari Buah Mangrove (*Rhizophora mucronata*) untuk Pewarna Alami Batik. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2014, UII Yogyakarta* ISBN No. 978-602-14272-1-7, 14-19

Kwartiningsih, E., Paryanto, Wusana A.W., Endang, M., Aprilia, K.J., dan Diniar, P.S. (2013). Ekstraksi Tanin Dari Buah Mangrove (*Rhizophora mucronata*). *Simposium Nasional RAPI XII-2013 FT UMS*, 12, 21-26

Paryanto, dkk. (2015). Zat Warna Alami dari Mangrove Spesies *Rhizophora Mucronata* sebagai Pengganti Pewarna Sintetis untuk Batik yang Ramah Lingkungan. *Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Pasca Sarjana UNDIP, Semarang*, ISBN : 978-602-73313-0-3

Paryanto, Puwanto A., Yunus A. (2013). Alat Pengering Kabut (*Spray Dryer*) untuk Pembuatan Zat Warna Alami dari Kulit Kayu Mahoni, Kulit Kayu Tinggi dan Kulit Kayu Sga Jambal dalam Bentuk Konsentrat Tinggi. *Seminar Nasional Rekayasa Kimia Dan Proses, UNDIP Semarang* : ISSN 1411-4216

Purwanto, D., A. (2015). *Analisis Sebaran Dan Kerapatan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 Di Segara Anakan, Cilacap*. Jakarta : LAPAN

Rahim, A.A., Rocca, E., J. Steinmetz, Adnan, and Sani, I. (2007). Mangrove Tannins and Their Flavonoid Monomers as alternative steel corrosion inhibitors in acidic medium. *Corrosion Science*, 49 (2) pp. 402-417.

Schofield, P., Mbugua., D.M., and Pell, A.N. (2001) Analysis of Condensed Tannins: a Review. *Animal Feed Science and Technology*, 91, 21-40.

Sediawan, W.B., dan Agus, P. (1997). *Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia*, edisi 1. ANDI. Yogyakarta.