

PRODUKSI MINYAK BIJI KAPUK DALAM USAHA PEMANFAATAN BIJI KAPUK SEBAGAI SUMBER MINYAK NABATI

Murni Yuniwati¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 11 Nopember 2011, revisi masuk : 9 Januari 2012, diterima: 25 Januari 2012

ABSTRACT

Kapok tree (Ceiba pentandra) is a member of small class Malvales, family Malvaceae. The plant is native to the shout America, Central of America and Caribia. It grow well at the tropical region. In fact the kapok seed contains fatty acid with higher economic value which is called kapok oil. Oil of kapok seed can be obtained from solid-liquid extraction methode. In this investigation, the extraction of kapok seed was carried out in the stirred tank with ethanol as a solvent. Extract was distilled to separate kapok seed oil from solvent. The variable of investigation were extraction temperature, stirring speed, ratio between solvent volume and mass of kapok seed, and size of kapok seed. Tthe extracted oil was analyzed by using gas chromatography to determine the fatty acid composition. The optimum condition of kapok seed extraction were obtained at boiling point of ethanol $\pm 78^{\circ}\text{C}$, stirring speed 400 rpm, ratio between solvent volum and mass of kapok seed is 16mL: 1gr, and size of kapok seed (-30 / 40) mesh or average diameter 0,065 cm. The corelation between mass transfer coefficient and these variables is shown in the dimensionless equation below :

$$Sh = 0,132 Re^{(0,5004)} \cdot Sc^{0,651} \cdot \left[\frac{db}{dp} \right]^{-0,541} \quad \text{with the average error } 0,95 \%$$

Keywords :extraction, seed, kapok, etanol

INTISARI

Kapok randu merupakan pohon tropis yang tergolong ordo Malvales dan famili Malvaceae, berasal dari bagian utara Amerika Selatan, Amerika Tengah dan Karibia. Biji buah kapok memiliki kandungan utama minyak murni yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Minyak dalam biji kapok dapat dipisahkan dari biji kapok dengan cara ekstraksi. Penelitian dilakukan dengan mengekstrak minyak biji kapok dengan menggunakan pelarut etanol, dilakukan dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan pemanas, pengaduk, serta pendingin balik. penelitian dilakukan dengan variasi suhu, kecepatan pengaduk, perbandingan pelarut dan bahan, serta ukuran butir biji kapok. Hasil ekstraksi didistilasi untuk memisahkan minyak dari etanol. Hasil minyak dianalisis dengan *gas chromatography* Kondisi proses ekstraksi minyak biji kapok menggunakan pelarut etanol adalah dengan menggunakan suhu didih pelarut $\pm 78^{\circ}\text{C}$, kecepatan pengaduk 400 rpm, perbandingan volume pelarut dengan biji kapok 16mL:1gr, dan ukuran butir lolos ayakan 30 mesh dan tertahan ayakan 40 mesh (-30 / 40) atau diameter rata-rata 0,065 cm. Hubungan koefisien transfer massa dengan variabel-variabel yang mempengaruhinya dapat dinyatakan dengan persamaan dalam bentuk kelompok tak berdimensi sebagai berikut :

$$Sh = 0,132 Re^{(0,5004)} \cdot Sc^{0,651} \cdot \left[\frac{db}{dp} \right]^{-0,541} \quad \text{dengan ralat rata-rata } 0,95 \%$$

Kata Kunci :ekstraksi, biji, kapuk, etanol

¹murni_yuniwati@yahoo.com

PENDAHULUAN

Pembuatan biodiesel dari biji kapuk memerlukan dua tahap proses yaitu pengambilan minyak kemudian mereaksikan minyak dengan etanol menjadi biodiesel. Untuk melakukan perancangan alat ekstraktor minyak biji kapok membutuhkan data transfer massa minyak ke dalam pelarutnya serta kecepatan reaksi antara minyak dengan etanol. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengambilan minyak dengan cara ekstraksi. Pada penelitian ini akan dipelajari tahap yang pertama yaitu memperoleh data transfer massa minyak ke dalam pelarutnya dalam proses ekstraksi

Dengan ekstraksi, minyak dalam biji dapat diambil secara optimal dan kemurnian minyak yang diperoleh lebih tinggi dibanding dengan cara yang lain seperti pengempaan maupun cara rendering. Sebagai pelarut dipilih etanol karena etanol dapat melarutkan minyak dengan baik, harga relatif lebih murah dari pelarut lain, disamping itu apabila minyak yang dihasilkan akan diolah menjadi biodiesel, maka minyak tersebut tidak perlu dipisahkan dari pelarutnya, langsung ditambahkan katalisator dan direaksikan dengan kondisi operasi tertentu. Hasil yang diperoleh dari reaksi ini berupa ester dan gliserol yang bisa langsung dipisahkan. Ester bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar dan gliserol bisa digunakan sebagai bahan kosmetik atau bahan peledak.

Transfer massa minyak biji kapuk dalam pelarut etanol dalam proses ekstraksi dapat disajikan dalam bentuk model matematis yaitu hubungan konstanta kecepatan transfer massa minyak biji kapuk ke dalam etanol dengan variable-variable yang mempengaruhinya. Untuk keperluan tersebut diperlukan data percobaan dengan berbagai variable antara lain pengaruh suhu proses, jumlah pelarut, kecepatan pengadukan serta ukuran butir biji kapuk, sebagaimana yang dipelajari dalam penelitian ini.

Pohon Kapuk randu atau kapuk merupakan pohon tropis yang ter golong ordo Malvales dan famili Malvaceae (sebelumnya dikelompokkan ke dalam

famili terpisah Bombacaceae), berasal dari bagian utara dari Amerika Selatan, Amerika Tengah dan Karibia, dan (untuk varitas *C. Pentandra* var. *guineensis*) berasal dari sebelah barat Afrika. Kata "kapuk" atau "kapok" juga digunakan untuk menyebut serat yang dihasilkan dari bijinya. Pohon ini juga dikenal sebagai kapas Jawa atau kapok Jawa, atau pohon kapas sutra. Juga disebut sebagai ceiba.

Pohon ini tumbuh hingga setinggi 60-70 m dan dapat memiliki batang pohon yang cukup besar hingga mencapai diameter 3 m. Pohon ini banyak ditanam di Asia, terutama di pulau Jawa, Indonesia, Malaysia, Filipina dan Amerika Selatan. (Juanda & Cahyono, 2003).

Dalam kehidupan sehari-hari, kapuk sangat dikenal semua lapisan masyarakat. Indonesia berpotensi sangat besar dalam hal tanaman kapuk ini. Kapuk randu (Sunda/Jawa) atau kapo (Madura) umumnya tumbuh di kawasan pinggir pantai serta lahan-lahan dengan ketinggian 700 meter di atas permukaan laut. Jenis pohon ini mulai berbunga dan berbuah pada usia 5-6 tahun dengan masa panen dilakukan setelah biji-biji kapuk berwarna kuning kelabu. Tanaman perkebunan ini berbeda dengan kapas yang dihasilkan dari tanaman kapas yang digunakan untuk bahan baku tekstil atau pakaian lainnya. Secara tradisional, kapuk digunakan sebagai bahan pembuat atau pengisi kasur dan saat ini dikembangkan aneka jenis keperluan lainnya.

Usaha budi daya kapuk sudah dilakukan sejak ratusan tahun silam, namun harus diakui belum berkembang baik. Masih ada sejumlah hambatan yang sebenarnya juga merupakan persoalan klasik selama dalam budi daya. Di berbagai daerah di Indonesia, pohon kapuk tumbuh seadanya di sekitar pekarangan rumah, budi daya kapuk secara teratur dan baik, cukup sulit ditemukan.

Dari 147 jenis kapuk yang dapat tumbuh di berbagai negara, terdapat dua jenis yang dapat menghasilkan produk yang cukup baik yakni *Indica* dan *Caribbaca*. *Indica* memiliki batang

pendek dan berdaun jarang serta menghasilkan 600 gelondongan (sekitar 20 kg serat/pohon/tahun). Pada jenis Caribbaca memiliki batang yang lebih tinggi, besar, berdaun lebat dan telah menghasilkan sekitar 2000 gelondongan (sekitar 80 kg serat/ pohon/tahun). Seiring dengan minimnya peningkatan nilai tambah kapuk menyebabkan budidaya pun terus menurun. Tidak ada dukungan sarana dan teknologi memadai serta minimnya permodalan semakin memerosotkan budi daya kapuk. Akibatnya kualitas dan produksi kapuk pun anjlok. Pada awal 1990-an, data yang ada menyebutkan luas areal tanaman kapuk sekitar 600 ribu ha (www.situshijau.co.id). Jumlah ini pun terus menurun tahun demi tahun.

Salah satu langkah untuk mengangkat lagi kapuk tersebut tentu dengan menawarkan manfaat produk olahan atau nilai tambah yang akan menguntungkan. Setidaknya melalui upaya memproduksi kapuk halus, kapuk bersih, kapuk daur ulang dan sejumlah jenis lainnya, diharapkan mendorong proses peningkatan budi daya tersebut. Selain itu potensi pengembangan kapuk masih mempunyai peluang yang cukup besar antara lain pemanfaatan biji kapuk dan bungkil kapuk.

Biji buah kapuk memiliki kandungan utama minyak yang apabila diolah dapat menghasilkan minyak nabati yang telah mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi dari biji kapuk. Saat ini biji kapuk belum banyak dimanfaatkan, padahal apabila biji kapuk diolah untuk diambil minyaknya akan sangat menguntungkan. Pengambilan minyak dari padatnya bisa dilakukan antara lain dengan cara ekstraksi. Dengan penelitian ini ingin dipelajari pengaruh kondisi proses terhadap kualitas dan kuantitas minyak yang diperoleh dengan cara ekstraksi minyak dari biji kapuk menggunakan etanol, sehingga dapat diketahui persamaan hubungan antara koefisien transfer massa dengan variabel variabel yang mempengaruhinya berupa persamaan matematis dalam bentuk kelompok tidak berdimensi. Persamaan tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk per-

cangan alat ekstraksi pengambilan minyak dari biji kapuk.

Ivan Kristia H. dan Rifky Rachmanto, mahasiswa Universitas Widya Mandala jurusan Teknik Kimia telah meneliti cara mendapatkan minyak biji kapuk. Dari penelitian ini didapatkan bahwa melalui proses ekstraksi dengan pelarut etanol bisa didapat minyak sebanyak 40 persen dari bahan biji kapuk, sedangkan dengan menggunakan pelarut N-hexane minyak yang didapat sebanyak 30 persen dari bahan biji kapuk (www.widyamandala.org).

Biji buah kapuk memiliki kandungan utama minyak sebesar 25,67% sampai 43,64%. Selain itu kandungan utama yang konsentrasinya cukup besar adalah kandungan protein dan *gossypol* (pigmen warna biji kapuk). Minyak yang didapat dari biji kapuk ini memiliki kandungan protein 36 hingga 44 persen. Biasanya minyak ini digunakan sebagai bahan baku pada industri makanan dan bahan baku dalam industri pembuatan minyak diesel. Minyak biji kapuk randu (*Ceiba pentandra*) merupakan salah satu jenis minyak nabati. Minyak nabati tersusun dari unsur-unsur C, H, O. Minyak biji kapuk randu merupakan campuran *triesther* gliserol dan asam lemak, yang secara umum disebut trigliserol. Asam lemak gliseridnya memiliki 15-20% asam lemak jenuh dan 80-85% asam lemak tak jenuh. (Bailey, 1946).

Karakteristik minyak biji kapuk randu adalah berwarna kuning pucat sampai coklat kehitam – hitaman dan pekat. Minyak biji kapuk merupakan minyak setengah mengering (non drying) yang berwujud cair dan mempunyai daya mengering lebih lambat bila terkena oksidasi (Sudarmadji, 1977).

Ekstraksi adalah suatu cara pemisahan komponen dari padatan atau cairan dipindahkan ke cairan yang lain yang berfungsi sebagai pelarut. Ekstraksi dapat dilakukan untuk campuran yang mempunyai titik didih berdekatan, sehingga tidak dapat dipisahkan dengan cara distilasi. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses ekstraksi yaitu : 1). Jenis pelarut. Pelarut yang ideal adalah pelarut yang memiliki sifat

tidak korosif, dan daya larut yang tinggi. 2). Perbandingan berat bahan dengan volume pelarut. Perbandingan ini akan mempengaruhi tegangan permukaan dari butir-butir bahan dan berpengaruh terhadap proses keluarnya minyak dari bijinya. 3) Suhu semakin tinggi suhunya akan memperbesar daya larutnya. 4). Kecepatan pengadukan pengadukan akan memperbesar frekuensi tumbukan antara bahan dengan pelarutnya. 6). Waktu ekstraksi, maka bsemakin besar waktu ekstraksiakan akan memperbesar kesempatan bahan kontak dengan pelarut.

Pada ekstraksi padat – cair, transfer massa solut dari padatan ke cairan berlangsung melalui dua tahapan proses, yaitu diifusi dari dalam padatan ke permukaan padatan dan transfer massa dari permukaan padatan ke cairan

Karena butir padatan cukup kecil, maka diambil asumsi bahwa konsentrasi solut dalam padatan selalu homogen atau serba sama, jadi dalam hal ini tidak ada gradien konsentrasi dalam padatan. Dengan kata lain, difusivitas efektif dalam padatan diabaikan. Dengan demikian, perpindahan massa dalam padatan dianggap tidak mengontrol perpindahan massa secara keseluruhan. Karena difusivitas efektif diabaikan, maka yang mengontrol perpindahan massa *overall* adalah perpindahan massa antarfase, dalam hal ini harga Koefisien transfer massa ($k_L a$) merupakan faktor yang menentukan. Dengan demikian dapat disusun neraca massa solut dalam cairan sebagai berikut :Kecepatan massa masuk – Kecepatan massa keluar = Kecepatan massa terakumulasi

$$k_L a (C_S - C_L) V_L = \frac{dC_L}{dt} V_L$$

Keterangan:

- $k_L a$: Koefisien transfer massa, 1/menit
- C_S : Konsentrasi keseimbangan minyak dalam etanol, gmol/L
- C_L : Konsentrasi minyak dalam etanol, gmol/L
- V_L : Volume larutan, L

$$\frac{dC_L}{dt} = k_L a (C_S - C_L)$$

$$\frac{dC_L}{(C_S - C_L)} = k_L a dt$$

$$-\ln (C_S - C_L) = k_L a .t \dots\dots\dots (1)$$

Dengan mengamati konsentrasi larutan setiap saat, dapatlah dibuat grafik hubungan antara $-\ln (C_S - C_L)$ versus t. Dari data pengamatan, akan diperoleh grafik garis lurus, dengan slopea koefisien transfer massa $k_L a$.

Dalam hal ini C_S dapat didekati dengan persamaan kesetimbangan, (Brown, 1978)

$$C_S = H.X \dots\dots\dots (2)$$

H: Konstanta Henry

X: Fraksi mol minyak dalam padatan

Perpindahan massa antar fase terjadi bila terdapat perbedaan konsentrasi dimana berpindah dari sistem yang lebih tinggi konsentrasinya ke sistem yang lebih rendah konsentrasinya. Faktor yang mempengaruhi perpindahan massa yaitu adanya gaya pendorong yang berupa gradien konsentrasi dari komponen dalam suatu fase. Gaya pendorong ini cenderung merubah kondisi sistem menuju kesetimbangan, konsentrasi di semua bagian dari sistem sama. Sedangkan koefisien transfer massa dipengaruhi oleh, gerakan molekul yang dipengaruhi oleh dinamika aliran. Dinamika aliran tersebut dipengaruhi pula oleh, suhu operasi, ukuran partikel, kecepatan aliran, densitas dan viskositas pelarut (Treybal, 1980)

Untuk menentukan persamaan hubungan antara koefisien transfer massa dengan faktor yang mempengaruhinya, Pada penelitian ini diperkirakan peubah-peubah yang berpengaruh terhadap koefisien perpindahan massa antar fasa pada proses ekstraksi padat-cair dengan menggunakan tangki berpengaduk adalah : 1). Densitas larutan, ρ . 2).Viskositas larutan, μ . 3). Difusivitas larutan, DL. 4). Diameter pengaduk, dp.

5). Diameter butir padatan, db. 6). Kecepatan pengaduk, N.

Difusivitas solut ke dalam pelarut didekati dengan persamaan Wilke-Chang (Treybal, 1980) :

$$D_L = \frac{(117.3 \cdot 10^{-18})(\phi M_B)^{0.5} T}{\mu V_A^{0.6}} \dots\dots (3)$$

Dengan:

D_L : difusivitas zat A ke dalam zat B

Φ : faktor asosiasi pelarut

M_B : berat molekul pelarut

T : temperatur, K

μ : viskositas larutan, g/cm.detik

V_A : volum solut molar pada titik didih normal, cm³/gmol

Volume molar ditentukan dengan menggunakan hukum Kopp yang mengatakan bahwa volume molar disamping bersifat aditif juga bersifat konklusif. Sehingga volume molar suatu senyawa merupakan jumlah volum atomis atom-atom dan volume setara ikatan.

Volume atom beberapa unsur dan volum setara beberapa ikatan, dapat dilihat pada tabel 2 (Brown, 1978).

Tabel 2. Volume Atomis Beberapa Unsur

Unsur	Volume Atomis, cm ³ /gmol
Brom	27,0
Oksigen dalam aldehyd, keton dan mata rantai ganda	25,6
Oksigen dalam ester	7,9
Oksigen dalam ester yang tinggi dan eter	11,0
Oksigen dalam asam	12,0
Karbon	24,0
Khlor	24,6
Hidrogen	3,7
Nitrogen	15,6
Nitrogen dalam amina primer	10,5
Nitrogen dalam amina sekunder	12,0

Hubungan antara $k_L a$ dengan variabel-variabel yang berpengaruh dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$k_L a = f(\rho, \mu, D_L, dp, db, N) \dots\dots (4)$$

Persamaan (4) dapat dinyatakan dengan persamaan pangkat sebagai berikut :

$$k_L a = K \cdot \rho^{c1} \cdot \mu^{c2} \cdot D_L^{c3} \cdot dp^{c4} \cdot db^{c5} \cdot N^{c6} \dots\dots (5)$$

Kemudian dapat dikelompokkan menjadi kelompok bilangan tak berdimensi :

$$\frac{k_L a dp^2}{Dt} = K \left[\frac{N \cdot dp^2 \rho}{\mu} \right]^a \left[\frac{\mu}{\rho \cdot D_L} \right]^b \left[\frac{db}{dp} \right]^c \dots\dots (6)$$

atau

$$Sh = K \cdot Re^a \cdot Sc^b \cdot \left[\frac{db}{dp} \right]^c \dots\dots (7)$$

Dengan:

Sh : Bilangan Sherwood

Re : Bilangan Reynold

Sc : Bilangan Schmid

db/dp : Ratio diameter pengaduk dengan diameter butir

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari kinetika transfer massa minyak ke dalam etanol pada proses ekstraksi minyak biji kapuk dengan pelarut etanol. Variabel yang dipelajari dalam penelitian ini adalah diameter partikel biji kapuk, kecepatan putar pengaduk, suhu ekstraksi, dan perbandingan bahan dengan pelarut. Dari data yang diperoleh dapat disusun persamaan matematis hubungan antara koefisien tranfer massa dengan variabel- variabel yang berpengaruh dalam bentuk kelompok tak berdimensi.

Dari data yang diperoleh dapat disusun persamaan dalam kelompok tak berdimensi yang dapat dimanfaatkan dalam perancangan alat, serta dapat diketahui kondisi operasi yang optimal untuk proses ekstraksi tersebut.

Apabila perancangan alat dalam skala besar bisa dilakukan termasuk alat-alat pembantunya, kemudian digunakan untuk memanfaatkan biji kapuk dari petani untuk diambil minyaknya, maka nilai ekonomi biji kapuk menjadi

meningkat, sehingga penghasilan petanipun akan meningkat.

Selanjutnya apabila diteliti lebih lanjut untuk pengolahan minyak yang dihasilkan menjadi biodiesel, maka terciptalah peluang kerja bagi masyarakat dalam pembuatan biodiesel sebagai energi alternatif bagi masyarakat, dari minyak biji kapuk.

METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: 1). Biji kapuk randu dari petani kapuk di daerah Imogiri. Biji kapuk sudah dalam keadaan kering. 2). Etanol merupakan etanol teknis dengan kadar 95%, diperoleh dari Toko Tekun-jaya, Yogyakarta 3). Bahan-bahan lain untuk keperluan analisis

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat ekstraksi dan seperangkat alat distilasi. Alat ekstraksi berupa penangas minyak, labu leher tiga, thermometer, pendingin balik bola, motor pengaduk, dan statif.

Sedangkan alat distilasi berupa labu distilasi, pendingin lurus, termometer, statif, klem, corong, erlenmeyer, penangas minyak, pemanas listrik, dan termometer. Selain alat ekstraksi dan distilasi digunakan juga peralatan untuk analisis diantaranya adalah spektrofotometer, viskosimeter, piknometer, gas chromatography, dan sebagainya.

Penelitian ini dilakukan dengan melalui tahap-tahap sebagai berikut: 1). Persiapan bahan baku. Biji kapuk yang sudah kering, ditumbuk kemudian diayak untuk memperoleh bahan dengan ukuran butir tertentu. 2). Ekstraksi minyak biji kapuk. Sejumlah bahan baku dengan pelarut etanol dalam perbandingan tertentu dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Penangas dijalankan, air pendingin dialirkan dan pengaduk dijalankan dengan kecepatan konstan. Ekstraksi dijalankan dengan interval waktu tertentu. Hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring. 3. Destilasi minyak biji kapuk. Untuk memperoleh minyak biji kapuk randu, bisa dilakukan dengan pemisahan minyak dari pelrutnya dengan cara distilasi. Minyak biji kapuk

yang merupakan residu dari proses distilasi dimasukkan dalam oven untuk menghilangkan sisa etanol yang masih terdapat dalam minyak biji kapuk. Kemudian dilakukan penimbangan untuk mendapatkan berat yang konstan, hasilnya kemudian ditimbang.

PEMBAHASAN

Proses ekstraksi biji kapuk menggunakan pelarut etanol dalam reaktor tangki berpengaduk dilakukan dengan variasi suhu, kecepatan pengaduk, ukuran butir, serta perbandingan pelarut dengan bahan. Hasil percobaan yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 1 untuk masing masing variabel.

Percobaan dilakukan menggunakan 25 gram biji kapuk dengan ukuran -30/+40 mesh, kecepatan pengadukan 300 rpm, perbandingan pelarut dengan bahan 10 mL/gr bahan, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3, Absorbansi larutan pada berbagai suhu dan waktu ekstraksi

Waktu	Absorbansi larutan pada berbagai suhu dan waktu ekstraksi					
	29°C	40°C	50°C	60°C	70°C	78°C
20	0,0	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0
	37	56	56	55	6	54
40	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0
	38	45	58	57	61	56
60	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0
	42	8	59	595	62	605
80	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0
	49	9	595	63	63	625
100	0,0	0,06	62	63	64	66
	0,0	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0
120	61	15	67	65	65	69

Dengan menggunakan grafik standard yaitu hubungan antara absorbansi larutan dengan konsentrasi minyak dalam g/mL, dapat diketahui konsentrasi minyak dalam larutan pada berbagai suhu dan waktu, dengan bantuan grafik keseimbangan fraksi massa minyak dalam padatan dan konsentrasi minyak dalam larutan, dapat dihitung koefisien transfer massa (k_1a) minyak biji kapuk ke dalam pelarut etanol

pada berbagai suhu. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabell 4.

Pada Tabel 4 serta Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu maka koefisien transfer massa akan semakin besar, karena suhu yang semakin tinggi akan membuat gerakan molekul dalam larutan akan lebih dinamis, sehingga transfer massa akan berjalan lebih cepat. Dari penelitian dengan variasi suhu ini dapat disimpulkan bahwa kondisi proses ekstraksi minyak biji kapuk dengan pelarut etanol paling baik dilakukan pada suhu didihnya. Apabila diinginkan suhu yang lebih tinggi maka akan membutuhkan tekanan yang lebih besar, sehingga biaya alat maupun biaya operasi lebih mahal.

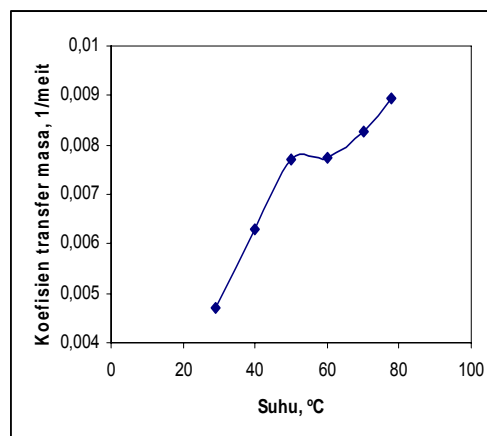
Tabel 4. Pengaruh suhu terhadap koefisien transfer massa

Suhu, °C	k_{La} , 1/menit
29	0,04697
40	0,00630
50	0,00771
60	0,00775
70	0,00826
78	0,00892

Hasil perhitungan tersebut dapat disajikan dalam bentuk grafik hubungan suhu ekstraksi dengan nilai koefisien transfer masa yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan 25 gram biji kapuk dengan ukuran -30/+40 mesh, pada suhu didih pelarut (78°C), perbandingan pelarut dengan bahan 10 mL/gr bahan, hasilnya dapat dilihat pada tabel 5.

Dengan menggunakan grafik standard yaitu hubungan antara absorbansi larutan dengan konsentrasi minyak dalam g/mL, dapat diketahui konsentrasi minyak dalam larutan pada berbagai suhu dan waktu, kemudian dapat dihitung koefisien transfer masaa (kLa) minyak biji kapuk ke dalam pelarut etanol pada berbagai kecepatan pengaduk, hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 1. Hubungan suhu ekstraksi dengan koefisien transfer massa minyak ke dalam etanol

Tabel 5. Absorbansi larutan pada berbagai kecepatan pengaduk dan waktu

Waktu	Absorbansi larutan pada berbagai kecepatan pengaduk dan waktu ekstraksi					
	100 rpm	200 rpm	300 rpm	400 rpm	500 rpm	600 rpm
20	0,05	0,056	0,05	0,06	0,06	0,05
40	0,05	0,057	0,05	0,06	0,06	0,05
60	0,06	0,059	0,06	0,06	0,06	0,06
80	0,06	0,06	0,02	0,06	0,06	0,06
100	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
120	0,06	0,068	0,06	0,07	0,06	0,07

Untuk melihat kecenderungan (trend) pengaruh kecepatan pengaduk terhadap koefisien transfer massa pada ekstraksi minyak dalam biji kapuk ke dalam pelarut etanol, hasil perhitungan tersebut dapat disajikan dalam bentuk grafik hubungan kecepatan pengaduk dengan nilai koefisien transfer massa yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari tabel 6. serta gambar 2. dapat dilihat bahwa semakin besar kecepatan pengaduk semakin besar koefisien transfer massa. Hal tersebut dikarenakan kecepatan pengadukan yang semakin tinggi akan membuat molekul- molekul bergerak semakin cepat. sehingga transfer massa akan berjalan lebih cepat, namun setelah tercapai kondisi optimal yaitu kecepatan pengaduk 400 rpm, penambahan kecepatan pengadukan justru menurunkan koefisien transfer massa, hal ini disebabkan dengan kecepatan pengadukan yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya

vortex, sehingga turbulensi menurun, hal ini bisa dihindari dengan memberikan baffle pada ekstraktor. Dari penelitian dengan variasi kecepatan pengaduk, dapat disimpulkan bahwa kondisi proses ekstraksi minyak biji kapuk dengan pelarut etanol yang dilakukan dalam ekstraktor tanpa baffle adalah 400 rpm. Namun dalam praktek mungkin dapat dilakukan dengan kecepatan dalam pengadukan lebih tinggi lagi asal reaktor dilengkapi dengan baffle untuk mencegah terjadinya vortex.

Tabel 6. Pengaruh kecepatan pengaduk terhadap koefisien transfer massa

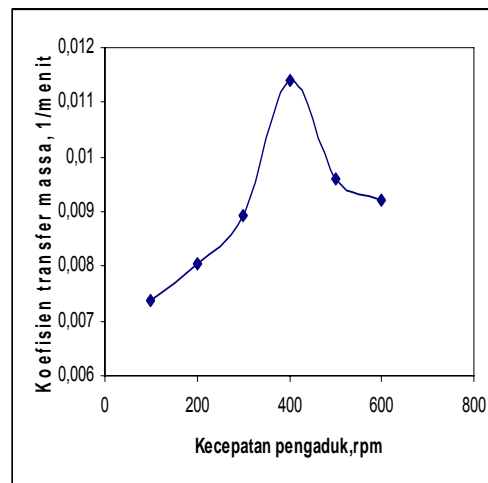
Kecepatan pengaduk, rpm	$k_L a, 1/mnt$
100	0,073815
200	0,008049
300	0,008924
400	0,001139
500	0,009605
600	0,009196

Proses Variasi ukuran butir, pada percobaan dilakukan dengan cara menggunakan 25 gram biji kapuk dengan kecepatan pengaduk 400 rpm, pada suhu didih pelarut (78°C), perbandingan pelarut dengan bahan 10 mL/gr bahan, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7. Dengan menggunakan grafik standard yaitu hubungan antara absorbansi larutan dengan konsentrasi minyak dalam g/mL, dapat diketahui konsentrasi minyak dalam larutan pada berbagai ukuran butir dan waktu, kemudian dapat dihitung koefisien transfer masaa ($k_L a$) minyak biji kapuk ke dalam pelarut etanol pada berbagai ukuran butir, hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 8.

Hasil perhitungan tersebut dapat disajikan dalam bentuk grafik hubungan ukuran butir dengan nilai koefisien transfer masa yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Dari tabel 8 serta Gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin kecil ukuran butir semakin besar koefisien transfer massa, karena ukuran butir yang makin kecil akan memperluas permukaan kontak antara biji kapuk dengan pelarutnya,

sehingga transfer massa akan berjalan lebih cepat.



Gambar 2. Hubungan kecepatan pengaduk dengan koefisien transfer massa minyak ke dalam etanol

Tabel 7. Absorbansi larutan pada berbagai ukuran butir dan waktu ekstraksi

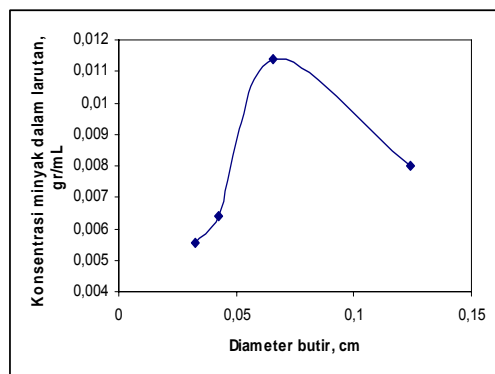
Waktu	Absorbansi larutan pada berbagai kecepatan pengaduk dan waktu ekstraksi			
	-20 / 30 mesh	-30 / +40 mesh	-40 / +50 mesh	-50 / +60 mesh
	20	0,054	0,064	0,055
40	0,056	0,065	0,056	0,055
60	0,059	0,067	0,057	0,0551
80	0,06	0,0679	0,058	0,057
100	0,063	0,069	0,061	0,058
120	0,068	0,07	0,0612	0,058

Tabel 8, Pengaruh ukuran butir terhadap koefisien transfer massa.

Ukuran butir, mesh	$k_L a, 1/menit$
-20/+30	0,00798
-30/+40	0,01139
-40/+50	0,00639
-50/+60	0,00553

Namun setelah tercapai kondisi optimal yaitu ukuran butir -30/+40 (diameter butir rata-rata 0,06572 cm), ukuran yang lebih kecil lagi menunjukkan hasil kurang bagus karena dengan

ukuran yang terlalu kecil, banyak butiran yang mengapung dan menempel pada dinding ekstraktor dan tidak kontak dengan pelarutnya.



Gambar 3. Hubungan ukuran butir dengan koefisien transfer massa minyak ke dalam etanol

Pada variasi perbandingan volume pelarut dengan massa biji kapuk. Percobaan tersebut dilakukan dengan menggunakan 25 gram biji kapuk dengan ukuran butir -30/+40 mesh, kecepatan pengaduk 400 rpm, dan pada suhu didih pelarut (78°C), hasilnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Dengan menggunakan grafik standard yaitu hubungan antara absorbansi larutan dengan konsentrasi minyak dalam g/mL, dapat diketahui bahwa konsentrasi minyak dalam larutan pada berbagai perbandingan volume pelarut dengan massa biji kapuk dan waktu, kemudian dapat dihitung koefisien transfer massa ($k_L a$) minyak biji kapuk ke dalam pelarut etanol pada berbagai perbandingan pelarut dan bahan, hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 10. Untuk melihat kecenderungan (trend) pengaruh perbandingan volume pelarut dengan massa bahan terhadap koefisien transfer massa pada ekstraksi minyak dalam biji kapuk ke dalam pelarut etanol, hasil perhitungan tersebut dapat disajikan dalam bentuk grafik hubungan perbandingan pelarut dengan bahan dengan nilai koefisien transfer masa yang dapat dilihat pada Gambar 4. Pada Tabel 10 serta Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin besar perbandingan pelarut dengan bahan, semakin besar koefien transfer massa,

hal ini karena semakin banyak pelarut, molekul molekul lebih leluasa bergerak dan kontak dengan pelarutnya, sehingga transfer massa akan lebih besar. Namun penggunaan pelarut harus dapat dipertimbangkan dengan proses pemisahan yang menjadi lebih mahal karena membutuhkan panas yang besar. Dalam hal ini hasil ekstraksi akan langsung direaksikan dengan etanol dengan menggunakan katalisator menjadi biodiesel, bisa diatur berdasarkan kebutuhan perbandingan etanol dengan minyak biji kapuk untuk reaksi.

Tabel 9. Absorbansi larutan pada berbagai perbandingan pelarut dan massa bahan serta waktu ekstraksi

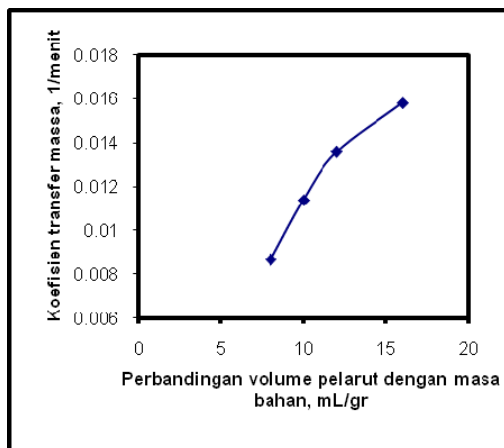
Waktu (menit)	Absorbansi larutan pada berbagai perbandingan volume pelarut dengan massa bahan (mL/gr) dan waktu ekstraksi			
	8	10	12	16
20	0,06	0,064	0,066	0,069
40	0,061	0,065	0,068	0,0699
60	0,061	0,067	0,0702	0,07
80	0,062	0,0679	0,0705	0,071
100	0,063	0,069	0,071	0,072
120	0,069	0,07	0,0712	0,073

Tabel 10. Konsentrasi minyak dalam larutan pada berbagai perbandingan pelarut dengan massa bahan dan waktu. (berat bahan = 25 gr, ukuran = -30/+40 mesh, pada suhu 78°C dan kecepatan pengaduk 400 rpm)

Waktu (menit)	Konsentrasi minyak pada berbagai perbandingan pelarut dengan massa bahan dan waktu ekstraksi, mL/gr			
	8	10	12	16
20	0,001	0,0017	0,0019	0,0021
40	0,001	0,0018	0,0020	0,0022
60	0,001	0,0020	0,00227	0,00225
80	0,001	0,0020	0,00229	0,00234
100	0,001	0,0021	0,00234	0,0024
120	0,002	0,0022	0,00235	0,00251
$k_L a$,	0,008	0,0113	0,01356	0,0157

Persamaan matematis dalam bentuk kelompok tak berdimensi. Pada pengukuran variabel variabel yang

mempengaruhi koefisien transfer massa pada setiap titik percobaan yaitu densitas, larutan, viskositas larutan, kecepatan pengadukan, diameter butir, diameter pengaduk, difusifitas dan sebagainya, dapat disusun persamaan matematis dalam bentuk kelompok tak berdimensi.



Gambar 4. Hubungan perbandingan pelarut dan bahan dengan koefisien transfer massa minyak ke dalam etanol

Data dan hasil perhitungan tersebut, selanjutnya digunakan untuk menentukan persamaan hubungan antara koefisien transfer massa dengan variabel-variabel yang mempengaruhinya dalam bentuk kelompok tak berdimensi. Analisis perhitungan menggunakan metode regresi linier, dengan hasil sebagai berikut :

$$\frac{k_L a \cdot dp^2}{D_L} = 0,132$$

$$\left[\frac{N \cdot dp^2 \rho}{\mu} \right]^{(0,5004)} \left[\frac{\mu}{\rho \cdot D_L} \right]^{(0,651)} \left[\frac{db}{dp} \right]^{(-0,541)}$$

$$Sh = 0,132 Re^{(0,5004)} \cdot Sc$$

$$0,651 \cdot \left[\frac{db}{dp} \right]^{-0,541}$$

dengan ralat rata-rata 0,95 %

Komposisi minyak biji kapuk hasil penelitian. Komposisi minyak biji kapuk

yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis dengan menggunakan *gas chromatography* (GC) di laboratorium penelitian dan Pengujian Terpadu, Universitas Gadjah Mada), hasil analisis bisa dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji Minyak Biji Kapuk

Parameter Uji	Hasil Uji	Satuan
Asam Kaprat	14,83	% relatif
Asam Laurat	5,34	% relatif
Asam Miristat	8,71	% relatif
Asam Miristoleat	2,07	% relatif
Asam palmitat	18,91	% relatif
Asam Oleat	49,99	% relatif
Asam Linoleat	0,99	% relatif
Asam Arasidat	1,09	% relatif
Asam Behenat	0,06	% relatif

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan diantaranya bahwa kondisi proses ekstraksi minyak biji kapuk menggunakan etanol adalah dengan menggunakan suhu didih pelarut $\pm 78^\circ\text{C}$, kecepatan pengaduk 400 rpm, perbandingan volume pelarut dengan biji kapuk 16:1, dan ukuran butir lolos ayakan 30 mesh dan tertahan ayakan 40 mesh (-30 / 40) atau diameter rata- rata 0,065 cm.

Selain itu hubungan antara koefisien transfer massa dengan variabel-variabel yang mempengaruhinya dapat dinyatakan dengan persamaan dalam bentuk kelompok tak berdimensi sebagai berikut :

$$\frac{k_L a \cdot dp^2}{D_L} = 0,132$$

$$\left[\frac{N \cdot dp^2 \rho}{\mu} \right]^{(0,5004)} \left[\frac{\mu}{\rho \cdot D_L} \right]^{(0,651)} \left[\frac{db}{dp} \right]^{(-0,541)}$$

$$Sh = 0,132 Re^{(0,5004)} \cdot Sc$$

$$0,651 \cdot \left[\frac{db}{dp} \right]^{-0,541}$$

dengan ralat rata-rata 0,95 %.

DAFTAR PUSTAKA

Bailey, A.E., 1946, *Industrial Oil and Fat Product*, Interscience Publisher, Me., New York.

Brown, G.G., 1978, *Unit Operations*, pp. 510-540, Charles E. Tuttle Co, Tokyo

Cahyono, Bambang., 2003, *Budi Daya dan Analisis Usaha Tani Kapuk*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta

Groggins, P. H., 1958, *Unit processing Organics Synthesis*, 5th ed, pp. 670 – 728, Mc. Graw Hill Book Company Inc, New York

Sudarmadji, S., 1997, *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan & Pertanian*, hal. 83 – 96, Liberty, Yogyakarta.

Treybal, R.E., 1980, *Mass Transfer Operations*, McGraw-Hill Book Co., New York.

Winarno, F.G., 1986, "Kimia Pangan dan Gizi", hal. 88-99, Gramedia, Jakarta

www.widyamandala.org

(www.situshijau.co.id).