



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Jl. A Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura Telp. (0271), 719483 (Hunting);
Fax: (0271) 715448 Surakarta – 57102, <http://www.ums.ac.id>, E-mail : ums@ums.ac.id

SURAT PERMOHONAN

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan pelaksanaan seminar nasional TEKNOIN 2013 yang dilaksanakan pada tanggal 16 November 2013 maka saya sebagai pemakalah mengajukan permohonan untuk meng-up load file saya apabila sampai pada waktu saya membutuhkan data tersebut panitia TEKNOIN 2013 belum dapat meng-uploadnya.

Demikian surat permohonan ini saya buat, atas perhatian dan disetujuinya permohonan ini saya ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Panitia TEKNOIN 2013


SEMINAR NASIONAL
TEKNOIN 2013
FDI - UM

Pemohon



(Eni Budiyati, ST, M.Eng)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Telp : (0271) 717417

SURAT TUGAS

Nomor: 86/A.3-III/FT/XI/2013

Bismillahirrahmannirrohim

Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta memberikan tugas kepada:

Nama : Eni Budiyati
NIK : 991

Untuk melaksanakan presentasi makalah dengan judul "*Perhitungan Konsentrasi Polifenol Terekstrak (CAL) dan Koefisien Transfer Massa Volumetris Overall (kca) pada Leaching Polifenol dari Kulit Apel Malang dengan Pelarut Metanol-HCl 1% pada Berbagai Diameter Partikel*" pada seminar Nasional TEKNOIN 2013 pada tanggal 16 November 2013 di Fakultas Teknologi Industri UII.



Dekan,

Agus Riyanto
NIK. 483

Pelaksana,

Eni Budiyati
NIK. 991

Telah dilaksanakan
Mengetahui,





FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



SERTIFIKAT

MEMBERIKAN PENGHARGAAN KEPADA

Eni Budiwati

ATAS KEIKUTSERTAANNYA SEBAGAI

Pemakalah

Seminar Nasional Teknoin 2013
"MENUJU KEMANDIRIAN TEKNOLOGI PERTAHANAN NASIONAL"

YOGYAKARTA, 16 NOVEMBER 2013



DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

[Signature]
GUMBOLO HADI SUSANTO, M.Sc.

KETUA PANITIA,

[Signature]
SEMINAR NASIONAL

DR. ENG. HENDRA SETIAWAN, ST., MT

FTI - UII

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14.5 Yogyakarta 55584 | Phone 0274-895287, Fax: 0274-895007 | email: secretariat@teknoin.org, website : www.teknoin.org

Perhitungan Konsentrasi Polifenol Terekstrak (C_{AL}) dan Koefisien Transfer Massa Volumetris Overall ($k_c a$) pada Leaching Polifenol dari Kulit Apel Malang dengan Pelarut Metanol-HCl 1% pada Berbagai Diameter Partikel

Eni Budiwati¹⁾, Tri Utami²⁾

1) Teknik Kimia – UMS, Kampus UMS Gedung F, Jl. A. Yani Tromol Pos I Surakarta–Indonesia

2) Teknik Kimia – UMS, Kampus UMS Gedung F, Jl. A. Yani Tromol Pos I Surakarta–Indonesia

Email: eni.budiwati@gmail.com

Abstrak

Kulit apel mempunyai kandungan polifenol yang lebih banyak dari pada buah apel sendiri. Polifenol sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh yaitu sebagai antioksidan. Selama ini, kulit apel belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini akan mempelajari leaching polifenol dari kulit apel. Leaching dilakukan dalam tangki berpengaduk pada suhu 70°C selama 4 jam menggunakan pelarut HCl – Metanol 1% (7:3). Kecepatan putaran pengaduk yang digunakan 500 rpm dan rasio solid-liquid 10:100 (w/v). Variabel yang dipelajari adalah ukuran partikel sebesar 8, 12, 16, 20 dan 24 mesh.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran atau diameter partikel, maka konsentrasi polifenol yang terekstrak semakin besar. Konsentrasi polifenol tertinggi diperoleh pada variasi diameter partikel ini sebesar 0,088 mg/ml pada ukuran partikel 20 mesh. Diameter partikel mempunyai hubungan berbanding terbalik dengan koefisien transfer massa volumetris overall ($k_c a$), di mana semakin besar diameter partikel yang digunakan maka $k_c a$ akan semakin kecil. Nilai $k_c a$ pada penelitian ini berkisar antara 0,00061 sampai dengan 0,00313 1/menit.

Kata kunci : leaching, $k_c a$, kulit apel malang, polifenol, tangki berpengaduk

I. PENDAHULUAN

Senyawa radikal bebas dapat mengganggu integritas sel karena bersifat sangat reaktif dalam bereaksi dengan komponen-komponen sel, baik komponen struktural maupun komponen fungsional [1]. Untuk meredam dan mencegah reaksi berantai dari radikal bebas diperlukan antioksidan. Antioksidan alami semakin diminati karena mempunyai tingkat keamanan lebih baik dibanding antioksidan sintetik [2].

Saat ini polifenol merupakan salah satu produk antioksidan jenis bioflavonoid yang sangat kuat dan ampuh dalam menangkal radikal bebas. Berbagai studi dan penelitian membuktikan bahwa radikal bebas merupakan penyebab utama dari penyakit kanker, kolesterol, diabetes, jantung

maupun stroke. Dengan demikian, polifenol sangat diperlukan dalam mencegah ataupun menanggulangi penyakit-penyakit tersebut [3].

Journal of Cellular Biochemistry mempublikasikan bahwa polifenol memiliki kekuatan 100 kali lebih efektif dari vitamin C dan 25 kali lebih efektif dari vitamin E. Senyawa ini mampu menetralkan radikal bebas yang menjadi penyebab kanker payudara, menurunkan resiko kanker lambung, paru-paru, usus besar, hati dan pankreas serta membantu menurunkan tingkat kadar gula dalam darah [3].

Menurut Halliwell dan Gutteridge (1999), ada berbagai tumbuhan, sayur dan buah-buahan yang mengandung senyawa polifenol, antara lain: anggur merah, teh hijau, buah duwet dan kulit apel [1]. Dalam penelitian ini kulit apel malang dipilih sebagai bahan baku ekstraksi polifenol karena mempunyai kadar polifenol yang lebih besar dibandingkan kulit washington apple, selain itu kulit apel merupakan limbah yang tidak banyak dimanfaatkan sehingga ketersediaannya lebih terjamin dibandingkan anggur merah, teh hijau maupun buah duwet [4].

Secara umum, ekstraksi senyawa metabolit sekunder dari seluruh bagian tumbuhan seperti bunga, buah, daun, kulit batang dan akar dilakukan dengan menggunakan pelarut organik polar seperti metanol dan n-heksan [5]. Namun, polifenol memiliki spektrum luas dengan sifat kelarutan pada suatu pelarut yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan adanya gugus hidroksil pada senyawa tersebut yang berbeda jumlah dan posisinya [6].

Menurut Harborne (1987), pelarut lain yang dapat digunakan dalam ekstraksi polifenol adalah etil asetat, yang merupakan pelarut semi polar dan dapat melarutkan senyawa semipolar pada dinding sel seperti aglikon, flavonoid [7], sedangkan air kurang menguntungkan sebagai pelarut karena zat lain yang mengganggu proses pembuatan sari seperti gom, pati, protein, lemak, enzim, dan lendir akan ikut terlarut [8].

Dengan melihat kelemahan-kelemahan tersebut, dalam penelitian ini dipilih penggunaan pelarut metanol-HCl.

Dipilihnya metanol-HCl sebagai pelarut didukung oleh banyak literatur yang menyatakan bahwa pelarut yang bersifat polar dan asam dapat mengekstrak polifenol lebih banyak dibandingkan dengan pelarut yang bersifat non polar [9]. Selain itu, pemilihan variasi ukuran kulit apel diharapkan mampu memberikan kadar optimum sejalan dengan pemilihan pelarut yang tepat.

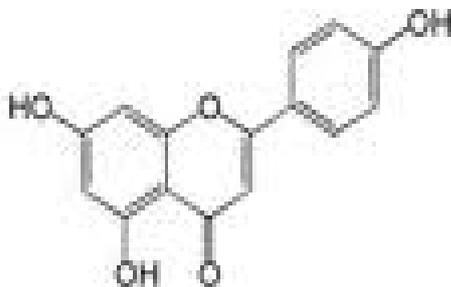
Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Memanfaatkan limbah kulit apel menjadi produk bernilai ekonomi yang lebih tinggi
2. Mendorong masyarakat untuk lebih memilih mengkonsumsi antioksidan alami daripada antioksidan sintesis
3. Mempelajari proses ekstraksi polifenol dari kulit apel malang
4. Mengetahui pengaruh ukuran partikel terhadap kadar polifenol pada ekstraksi kulit apel malang menggunakan pelarut metanol-HCl dengan cara menghitung besarnya koefisien transfer massa volumetric (kca) dan difusivitas efektif (De)

Polifenol

Polifenol merupakan kelompok zat kimia yang ditemukan atau terkandung dalam tumbuhan. Zat ini mempunyai tanda khas, yaitu memiliki banyak gugus fenol dalam molekulnya. Polifenol sering terdapat dalam bentuk glikosida polar dan mudah larut dalam pelarut polar. Polifenol cenderung mudah larut dalam air karena umumnya berikatan dengan gula sebagai glikosida dan biasanya terdapat dalam vakuola sel [7].



Gambar 1. Struktur Senyawa Polifenol

Menurut Miller (2002), senyawa polifenol memiliki lebih dari satu gugus hidroksil (OH), golongan senyawa ini terdapat pada berbagai jenis tumbuhan yang mempunyai berbagai macam aktivitas antioksidan [1]. Polifenol dapat diperoleh dari daun gambir ±13% [10], buah duwet 5,8-13,8% [9], kulit apel 0,2-0,68% [4], kulit jeruk 0,02-0,64% [11] dan lain-lain.

Apel (*Malus sylvestris* Mill)

Buah apel merupakan buah yang kaya akan zat *phytochemical* [12]. Senyawa fitokimia dalam buah apel yang tergolong ke dalam senyawa antioksidan yaitu: *quercetin-3-galactoside*, *quercetin-3-glucoside*, *quercetin-3-rhamnoside*, *catechin*, *epicatechin*, *pricyanidin*, *cyanidin-3-galactoside*, *coumaric acid*, *chlorogenic acid*, dan *gallie acid* [13].

Di Indonesia terdapat berbagai macam komoditas apel, antara lain apel anna, manalagi, dan wangling yang berpenampilan menarik. Data survey menunjukkan bahwa kawasan Malang dan Pasuruhan merupakan pusat apel tropis yang tidak ada duanya di dunia [14]. Komoditas hasil perkebunan yang satu ini dikonsumsi di seluruh dunia dalam berbagai bentuk, yaitu buah segar, jus dan sari buah apel [4].

Komoditas perkebunan di Indonesia, khususnya apel malang sering dilecehkan banyak orang karena kualitasnya dianggap tidak sebaik washington apple. Washington apple lunak, empur (gembur daging buahnya), rasanya manis, dan penampilannya sangat menarik. Sementara apel malang keras, ada rasa masamnya, dan penampilannya tidak menarik. Padahal, justru karena buahnya keras menandakan tingkat kesegarannya masih baik [14].

Kulit apel memiliki aktivitas antioksidan dan bioaktivitas yang lebih tinggi dari pada buah apel [15]. Hal ini dikarenakan kulit apel mengandung senyawa flavonoid dan *quercetin*, yang merupakan *phytonutrition* utama dalam apel. Kandungan senyawa tersebut jauh lebih terkonsentrasi pada kulit daripada di dalam buahnya [16].

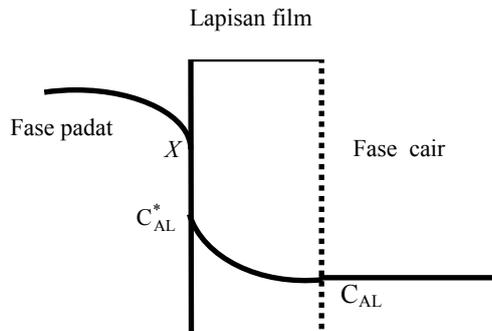
Menurut Eberhardt et al (2000), aktivitas antioksidan total dari buah apel dengan kulitnya ± 83 mol vitamin C, yang berarti bahwa aktivitas antioksidan dari 100 gram apel sebanding dengan 1.500 mg vitamin C [13].

Aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh sifat fisik dari apel itu sendiri, yaitu apel yang berkulit buram memiliki kandungan polifenol dua kali lebih banyak daripada apel yang berkulit cerah [17]. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi kandungan polifenol pada kulit apel, antara lain [13]:

1. Varietas
Varietas/jenis apel yang berbeda mengandung senyawa polifenol yang berbeda pula. Apel yang berkulit hijau lebih banyak mengandung senyawa polifenol dibandingkan apel berkulit merah
2. Pemanenan
Waktu dan cara pemanenan yang tepat sangat menentukan terhadap rendah/tingginya prosentase polifenol. Pemanenan saat apel sudah terlalu tua menyebabkan pengurangan senyawa polifenol
3. Penyimpanan
Kondisi penyimpanan apel harus diperhatikan, cahaya yang cukup diperlukan untuk menjaga kandungan polifenol
4. Proses pelayuan
Pelayuan kulit apel bertujuan menghilangkan kadar air. Namun, waktu pelayuan yang terlalu lama menyebabkan senyawa polifenol ikut teruapkan.

Leaching (Ekstraksi Padat-Cair)

Leaching dimulai dari perpindahan massa dari dalam padatan ke permukaan padatan diikuti perpindahan massa dari permukaan padatan ke cairan sampai pada waktu tertentu mencapai kesetimbangan [18]. Tahapan ekstraksi padat - cair dapat dinyatakan dalam teori lapisan film seperti gambar 2.



Gambar 2. Proses Transfer Massa dari Fase Padat ke Cair Melalui Lapisan Tipis Cairan

Menurut [19], pada umumnya difusi terjadi karena adanya gradien atau perbedaan konsentrasi pada komponen yang terdifusi itu. Gradien konsentrasi cenderung menyebabkan terjadinya gerakan komponen ke arah yang menyamakan konsentrasi dan menghapuskan gradien. Bila gradien itu dipertahankan dengan menambahkan komponen yang terdifusi secara terus menerus ke ujung yang mempunyai konsentrasi tinggi pada gradien itu, maka aliran komponen yang terdifusi akan berlangsung secara kontinu. Gerakan inilah yang dimanfaatkan dalam perpindahan massa. Persamaan difusivitas zat terlarut dalam cairan mengikuti hukum Ficks [20]:

$$N_A = -D_e \frac{\partial C_{AL}}{\partial r} \quad (1)$$

Kecepatan ekstraksi padat-cair (leaching) tergantung pada dua tahapan pokok yaitu difusi dari dalam padatan ke permukaan padatan dan perpindahan massa dari permukaan padatan ke cairan. Jika perbedaan kecepatan kedua tahap hampir sama, maka kecepatan ekstraksi ditentukan oleh kedua proses tersebut, tetapi jika perbedaan kecepatan kedua tahapan cukup besar, kecepatan ekstraksi ditentukan oleh kecepatan proses yang paling lambat [21].

Kecepatan ekstraksi tergantung pula pada beberapa faktor, yaitu [22]: temperatur, luas permukaan partikel, perbandingan solid dan solven, kecepatan dan lama pengadukan. Pada ekstraksi polifenol dari kulit apel malang, ukuran padatan dibuat sangat kecil, hal ini menyebabkan proses difusi polifenol dari dalam permukaan padatan terjadi sangat cepat (dapat diabaikan), sehingga proses transfer massa dari permukaan padatan ke cairan menjadi proses yang menentukan. Kecepatan transfer massa polifenol dari permukaan padatan ke cairan mengikuti [18]:

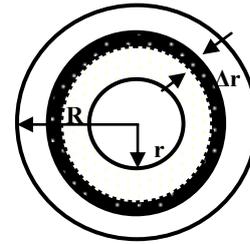
$$N_A = k_c a (C_{AL}^* - C_{AL}) \quad (2)$$

Konsentrasi polifenol dalam padatan dapat mencapai kondisi setimbang dengan konsentrasi polifenol dalam larutan pada waktu tak terhingga, sehingga dianggap mengikuti hukum Henry, dan dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut [23]:

$$C_{AL}^* = HX \quad (3)$$

Asumsi yang diambil dalam penelitian ini adalah volume pelarut dianggap konstan, suhu dijaga konstan (isothermal), kecepatan pengadukan konstan atau distribusi padatan homogen dan densitas cairan maupun padatan tetap.

Dalam penyusunan model matematis, padatan yang telah dihancurkan dan diayak (berbentuk butiran-butiran), diasumsikan berbentuk bola dengan ukuran jari-jari butiran dianggap seragam (r cm). Elemen volume proses transfer massa pada butiran bola tersebut dapat dinyatakan pada Gambar 3.



Gambar 3. Elemen Volume pada Butiran Bola

Model matematis akan diselesaikan menggunakan penyelesaian numeris diperoleh persamaan-persamaan berikut:

- a. Untuk suku $i = 2$ sampai $i = N-1$:

$$\frac{dX_N}{dt} = \left[D_e \left(\frac{1}{\Delta r^2} + \frac{1}{r \Delta r} \right) \left(\frac{-2\Delta r k_c a}{D_e} (HX_i - C_{ALi}) \right) \right] \quad (4)$$

$$\frac{dC_{ALi}}{dt} = k_c a (HX_i - C_{ALi}) \quad (5)$$

- b. Untuk $i=1$ maka digunakan kondisi batas pada $r = 0$

$$\frac{dX_1}{dt} = \frac{2D_e}{\Delta r^2} (X_2 - X_1) \quad (6)$$

$$\frac{dC_{AL1}}{dt} = k_c a (HX_1 - C_{AL1}) \quad (7)$$

- c. Untuk $i=N$ maka digunakan kondisi batas pada $r=R$

$$\frac{dX_N}{dt} = \left[D_e \left(\frac{1}{\Delta r^2} + \frac{1}{r \Delta r} \right) \left(\frac{-2\Delta r k_c a}{D_e} (HX_N - C_{ALN}) \right) \right] \quad (8)$$

$$\frac{dC_{ALN}}{dt} = k_c a (HX_N - C_{ALN}) \quad (9)$$

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi ukuran atau diameter partikel terhadap prosentase polifenol yang terekstrak.
2. Mengetahui pengaruh variasi ukuran atau diameter partikel terhadap nilai koefisien transfer massa overall volumetris ($k_c a$)

Hasil Penelitian Terdahulu

Hasil penelitaian terdahulu yang mendukung dilakukannya penelitian ini, antara lain:

1. Sebuah penelitian di Cornell University menunjukkan bahwa kandungan fitokimia dalam kulit apel 87% lebih banyak dibandingkan dalam daging buahnya. Berbagai senyawa fitokimia dalam kulit apel merupakan antioksidan yang berkhasiat mencegah kanker [16].
2. Penelitian [4] menyatakan bahwa ekstraksi polifenol dari kulit apel malang dengan pelarut aseton-air-asam asetat memberikan kadar polifenol yang lebih besar dibandingkan kulit apel berwarna merah kekuningan, yaitu sebesar $6,80 \pm 0,15$ mg/g
3. Menurut penelitian terdahulu, metanol-HCl bersifat polar dan asam sehingga dapat mengekstrak polifenol yang juga bersifat polar dibandingkan dengan pelarut aseton-air yang merupakan kombinasi senyawa non polar dan polar [9]
4. Penelitian [25] memberikan hasil bahwa ekstraksi minyak biji pepaya dengan diameter 0,08 cm menghasilkan minyak yang lebih banyak dibandingkan ukuran 0,02-0,06 cm.

II. METODOLOGI

Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa bahan antara lain: aquabides, HCl, kulit apel, metanol, Na_2CO_3 dan reagen Folin Ciocalteu.

Alat Penelitian

Leaching (ekstraksi padat-cair) polifenol dari kulit apel malang dilakukan dalam sebuah ekstraktor batch berpengaduk (beaker glass volume 1000 mL), dilengkapi dengan waterbath untuk menjaga suhu operasi supaya konstan. Di samping itu, untuk memastikan suhu operasi sesuai dengan suhu yang dirancang maka pada rangkaian alat tersebut dipasang termometer.

Prosedur Penelitian

Kulit apel di tempatkan di suatu wadah dan dilayukan ± 1 hari. Setelah itu, kulit apel diblender. Langkah selanjutnya, sampel yang diblender dimasukkan ke dalam screen untuk divariasikan ukurannya (8, 12, 16, 20 dan 24 mesh). Kulit apel yang telah halus siap diekstraksi.

Leaching polifenol diawali dengan dimasukkannya 10 gram serbuk kulit apel disertai pelarutnya, yaitu metanol-HCl 1% (7:3) sebanyak 100 mL ke dalam gelas beker, kemudian ditutup dengan aluminium foil. Ekstraksi dilakukan pada suhu 70°C dengan kecepatan pengadukan 500 rpm. Pada selang waktu 30 menit, ekstrak diambil sebesar 1 mL untuk dianalisis kadar polifenolnya

Analisis Kadar Polifenol

Sampel yang telah diambil sebanyak 1 mL kemudian diencerkan dengan pelarut yang sama yaitu metanol-HCl 1% (7:3) sampai volume larutan menjadi 50 mL. Setelah itu, masing-masing sampel diambil 1 mL lalu ditambahkan 2 mL reagen Folin Ciocalteu 10% didiamkan 8 menit, kemudian ditambahkan 2,5 mL larutan Na_2CO_3 7,5 % dan didiamkan selama 30 menit, lalu diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 740 nm. Spektrofotometer yang digunakan adalah spektrofotometer GENESYS 2 dengan rentang panjang gelombang 325-1100 nm, stabilitas ≤ 3 mA/hourdrift, akurasi panjang gelombang $\pm 0,003$ A dan volume kuvet 3,4 mL.

Variabel Penelitian

Variabel Tetap

Suhu	:	70°C
Waktu	:	± 4 jam
Kecepatan pengadukan	:	500 rpm
Massa sampel	:	10 gram
Pelarut	:	metanol-HCl 1% (7 : 3)

Variabel Bebas

Sebagai variabel bebas adalah ukuran partikel sebesar 8, 12, 16, 20, dan 24 mesh.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Diameter Partikel terhadap Konsentrasi Polifenol Terekstrak (C_{AL})

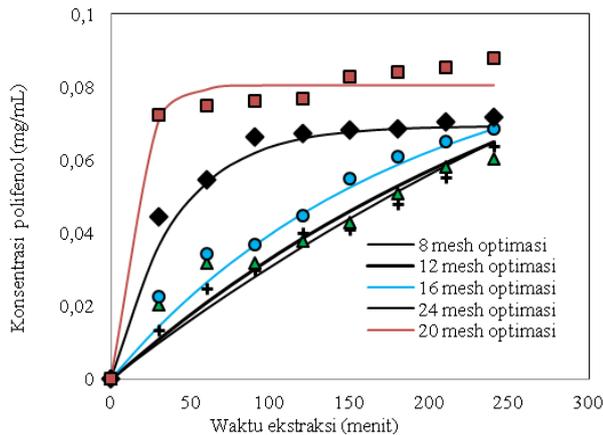
Konsentrasi polifenol terekstrak (C_{AL}) dipengaruhi waktu ekstraksi dan ukuran partikel. Semakin lama waktu ekstraksi diperoleh kadar polifenol yang terekstrak semakin besar. Hubungan antara konsentrasi polifenol yang dapat terekstrak dari hasil percobaan maupun dari hasil optimasi terhadap waktu dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Gambar 4.

TABEL 1. KONSENTRASI POLIFENOL TEREKSTRAK (C_{AL}) DATA PADA BERBAGAI UKURAN PARTIKEL

No	Waktu (menit)	8	12	16	20	24
		mesh	mesh	mesh	mesh	mesh
		C_{AL}	C_{AL}	C_{AL}	C_{AL}	C_{AL}
		data	data	data	data	data
1.	30	0,013	0,02	0,022	0,072	0,045
2.	60	0,024	0,032	0,034	0,075	0,055
3.	90	0,03	0,032	0,037	0,076	0,067
4.	120	0,04	0,038	0,045	0,077	0,067
5.	150	0,041	0,043	0,055	0,083	0,068
6.	180	0,048	0,051	0,061	0,084	0,068
7.	210	0,055	0,058	0,065	0,085	0,071
8.	240	0,064	0,06	0,069	0,088	0,072

TABEL 2. KONSENTRASI POLIFENOL TEREKTRAK (C_{AL}) HASIL OPTIMASI PADA BERBAGAI UKURAN PARTIKEL

No	Waktu (menit)	8	12	16	20	24
		mesh	mesh	mesh	mesh	mesh
		C_{AL} opt	C_{AL} opt	C_{AL} opt	C_{AL} opt	C_{AL} opt
1.	30	0,01	0,011	0,014	0,071	0,036
2.	60	0,019	0,021	0,026	0,079	0,054
3.	90	0,028	0,03	0,037	0,081	0,062
4.	120	0,036	0,039	0,045	0,081	0,066
5.	150	0,044	0,046	0,053	0,081	0,068
6.	180	0,051	0,053	0,059	0,081	0,069
7.	210	0,058	0,059	0,064	0,081	0,069
8.	240	0,065	0,065	0,069	0,081	0,069



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Waktu dengan Konsentrasi Polifenol Ter

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel yang digunakan untuk berbagai waktu ekstraksi, maka konsentrasi polifenol dalam pelarut juga semakin meningkat. Hal ini disebabkan semakin kecil diameter partikel yang digunakan, maka jarak difusi dari dalam partikel ke permukaan partikel padat semakin pendek sehingga dapat memperbesar kecepatan perpindahan massa. Di samping itu, dengan ukuran partikel yang semakin kecil, maka luas permukaan kontak antara partikel padat dengan pelarut semakin besar sehingga kecepatan transfer massa juga semakin besar [24]. C_{AL} tertinggi didapatkan pada ukuran partikel 20 mesh, waktu ekstraksi 20 mesh sebesar 0,088 mg/mL.

Konsentrasi polifenol pada ukuran partikel sebesar 24 mesh justru menurun. Penurunan besarnya C_{AL} dikarenakan jika ukuran partikel terlalu kecil, maka partikel akan menempel di pengaduk dan ada yang mengambang di permukaan pelarut, sehingga proses ekstraksi tidak berlangsung optimal dan berpengaruh pada besarnya C_{AL} [25].

Gambar 4 juga menunjukkan bahwa ukuran partikel 8, 12, dan 16 mesh kurva yang terbentuk linier. Hal ini disebabkan ukuran partikel 8, 12 dan 16 mesh belum mencapai konsentrasi jenuhnya saat ekstraksi berlangsung selama 4 jam, apabila waktu ekstraksi diperpanjang maka kemungkinan besar konsentrasi polifenol dalam pelarut bisa mencapai keadaan steady state. Berbeda halnya dengan ukuran partikel

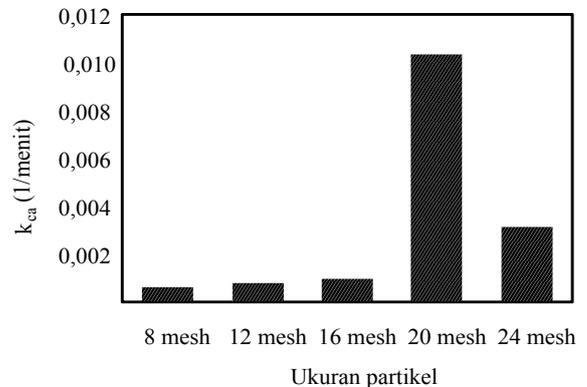
20 dan 24 mesh, kadar polifenol meningkat dengan bertambahnya waktu ekstraksi, terutama pada kisaran waktu 30-100 menit (ekstraksi berlangsung sangat cepat). Namun, setelah 100 menit, kadar polifenol cenderung konstan karena semakin lama konsentrasi di cairan semakin mendekati mendekati konsentrasi jenuhnya (gradien konsentrasi semakin kecil) sehingga kecepatan transfer massa semakin kecil.

Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Koefisien Transfer Massa Volumetris (k_{ca})

Penelitian yang telah dilakukan menggunakan variabel tetap berupa suhu 70°C , kecepatan pengaduk 500 rpm dan perbandingan solid/liquid 10 g/100 mL. Diameter partikel yang digunakan berkisar antara 0,0701 sampai dengan 0,2362 cm. Perhitungan atau optimasi dengan komputer digunakan untuk menentukan nilai k_{ca} pada berbagai diameter partikel. Hasil optimasi yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai k_{ca} berbanding terbalik terhadap ukuran atau diameter partikel yang digunakan. Semakin besar diameter partikel maka k_{ca} semakin menurun. Pengaruh diameter partikel terhadap nilai k_{ca} dapat dilihat pada Tabel 3 dan gambar 5.

TABEL 3. NILAI k_{ca} PADA BERBAGAI DIAMETER PARTIKEL

No.	Ukuran partikel (mesh)	k_{ca} (1/menit)	Kesalahan relatif (%)
1.	0,2362	0,00061	$9,6759 \cdot 10^{-5}$
2.	0,1397	0,00079	$3,9092 \cdot 10^{-4}$
3.	0,0991	0,00095	$1,2914 \cdot 10^{-4}$
4.	0,0833	0,01033	$1,5882 \cdot 10^{-4}$
5.	0,0701	0,00313	$1,5169 \cdot 10^{-4}$



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Ukuran Partikel dengan k_{ca}

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai k_{ca} akan bertambah dengan berkurangnya ukuran atau diameter partikel. Hal ini dikarenakan dengan semakin kecil diameter partikel (untuk massa padatan yang sama), maka jumlah butiran partikel semakin banyak. Jumlah padatan yang lebih banyak dalam pelarut akan menyebabkan luas permukaan kontak antara padatan dan cairan (pelarut) semakin besar. Di samping itu, ini juga berarti bahwa turbulensi partikel lebih besar. Turbulensi yang besar dapat menurunkan tebal lapisan film, sehingga tahanan transfer massa pada lapisan film turun (nilai k_{ca} menjadi lebih besar). Hal ini sesuai dengan teori yang

menyatakan bahwa k_{ca} didefinisikan sebagai difusivitas molekuler dibagi dengan tebal lapisan film. Tebal lapisan film akan tergantung dari aliran fluida. Semakin tinggi kecepatannya maka tebalnya akan semakin rendah. Secara tidak langsung k_{ca} merupakan fungsi dari diameter, sehingga k_{ca} merupakan fungsi luas area padatan per volume.

Penelitian yang dapat mendukung hasil penelitian ini dilakukan oleh [26], dimana pada penggunaan variasi diameter partikel 0,3355; 0,4330 dan 0,5160 cm memberikan k_{ca} sebesar 0,47990; 0,44714; 0,38640 s^{-1} . Penelitian lain dilakukan [27], yang memberikan hasil bahwa untuk ukuran partikel 0,0289-0,0480 cm nilai k_c $2,81 \cdot 10^{-3}$ - $7,15 \cdot 10^{-3}$ g/menit.cm². Namun, pada ukuran partikel 0,0608 dan 0,0753 cm nilai k_c justru menurun menjadi $3,85 \cdot 10^{-3}$ dan $3,00 \cdot 10^{-3}$ g/menit.cm².

IV. SIMPULAN

1. Ekstraksi polifenol dari kulit apel menggunakan pelarut Metanol-HCl 1% (7:3) dengan kondisi operasi 70°C selama 4 jam diperoleh konsentrasi polifenol yang terekstrak paling tinggi pada diameter 20 mesh yaitu sebesar 0,088 mg/ml.
2. Semakin kecil ukuran partikel, maka nilai koefisien transfer massa volumetris overall (k_{ca}) semakin besar. Nilai k_{ca} berkisar antara 0,00061 sampai 0,00313 1/menit.

V. REFERENSI

- [1] Widowati, W., Safitri, R., Rumumpuk, R., Siahaan, M., 2010, Penapisan Aktivitas Superoksida Dismutase pada Berbagai Tanaman, Universitas Kristen Maranatha Bandung.
- [2] Ratman, J, 2007, Antioksidan Alami Sehat Alami, [http://julhasratman.blogspot.com/2007/12/antioksidan alami sehat alami](http://julhasratman.blogspot.com/2007/12/antioksidan%20alami%20sehat%20alami), 3 April, 2011, 19.05.
- [3] Nurhasim, 2011, Polyphenol Polmax, <http://www.nurhasim.com/2011/03/polyphenolpolmax.html>, 28 Maret 2011, 04.15.
- [4] Alberto, M.R., Canavosio, M.A.R., and Manca de Nadra, M.C., 2006, Antimicrobial Effect of Polyphenols from Apple Skins on Human Bacterial Pathogens, Argentina.
- [5] Nuryanti, 2010, Ekstraksi, <http://meeongimutz.blogspot.com/2010/08/ekstraksi.html>, 26 Maret 2011, 07.15
- [6] Zuldian, P., Iqbal, M., 2008, Proposal Penelitian Mevariasikan Konsentrasi Solvent, Temperatur dan Waktu Ekstraksi untuk Mendapatkan Konsentrasi Tertinggi Senyawa Polyfhenol dari Ekstraksi Gambir (*Uncaria gambir* Roxb), Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya.
- [7] Kumala, K., R., 2010, Identifikasi Polifenol pada Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis). Universitas Muhammadiyah Semarang.
- [8] Oktavia, D., R., 2009, Uji Aktivitas Penangkap Radikal Ekstrak Petroleum Eter, Etil Asetat dan Etanol Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steen) dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrihidrazil), Skripsi, Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [9] Lestario, L., N., Hastuti, P., Raharjo, S., Tranggono, 2011, Sifat Antioksidatif Ekstrak Buah Duwet (*Syzygium cumini*), *Agritech*, Vol. 25, No.1, hal. 24-31.
- [10] Angraini, T., Tai, A., Yoshino, T., Itani, T., 2011, Antioxidative Activity and Catechin Content of Four Kinds of *Uncaria gambir* Extracts from West Sumatra, Indonesia, *African Journal of Biochemistry Research*, Vol. 5, No. 1, pp. 33-38.
- [11] Okwu, D.E., Awurum, A.N., Okoronkwo, J.I., 2007, Phytochemical Composition and In Vitro Antifungal Activity Screening of Extracts from Citrus Plants against *Fusarium oxysporum* of Okra Plant (*Hibiscus esculentus*), *African Crop Science Conference Proceedings*, Vol.8, pp.1755-1758.
- [12] Khairan, Paramita, 2007, Perbandingan Efek Antibakteri Jus Apel (*Pyrus malus*) Jenis Granny Smith pada Berbagai Konsentrasi Terhadap *Streptococcus mutans*, Laporan Penelitian, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro Semarang.
- [13] Mey, 2009, Pesona Buah Apel, [http://duniayabiosains.com/2009/01/sejuta pesona buah apel.html](http://duniayabiosains.com/2009/01/sejuta-pesona-buah-apel.html), 28 Maret 2011, 16.15.
- [14] Rahardi, F, 2004, Mengurai Benang Kusut Agrobisnis Buah Indonesia, Penerbit Swadaya, Bogor, chapter 1, hal.8.
- [15] Zia, 2009, Lawan Kanker Hati dengan Kulit Apel, [http://www.zia-info.co.cc/2009/03/lawan kanker hati dengan kulit apel.html](http://www.zia-info.co.cc/2009/03/lawan-kanker-hati-dengan-kulit-apel.html), 21 Maret, 2011, 19.05.
- [16] Anonim, 2011, What's New and Benefical about Apples, [http://www.whfoods.com/gnpage.php? dib=15&tname=foodspice](http://www.whfoods.com/gnpage.php?dib=15&tname=foodspice), 26 Maret, 2011, 2010.
- [17] Lola, 2011, Khasiat Buah, [http://locaplanapple.blog.com/2008/10/11/5-tempat wisata paling digemari di Asia Tenggara](http://locaplanapple.blog.com/2008/10/11/5-tempat-wisata-paling-digemari-di-Asia-Tenggara), 28 Maret 2011, 06.08.
- [18] Samun, 2008, Koefisien Transfer Massa Volumetris Ekstraksi Zat Warna Alami dari Rimpang Kunyit (Curcuminoid) di dalam Tangki Berpengaduk, *Ekuilibrium*, Vol. 7, No.1, Januari 2008, hal. 17-21.
- [19] Treyball, R. E, 1981, *Mass Transfer Operation*, 3th ed., Mc. Graw-Hill Book, Co., Singapore
- [20] Artati, E., K., Fadilah., 2007, Pengaruh Kecepatan Putar Pengadukan dan Suhu Operasi pada Ekstraksi Tanin dari Jambu Mete dengan Pelarut Aseton, Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [21] Sediawan, W . B., Prasetya, A., 1997, *Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia dengan Pemrograman Bahasa Basic dan Fortran*, edisi I, Andi Offset, Yogyakarta.
- [22] Coulson and Richardson's, 2002, *Chemical Engineering*, Vol. 2, 15th ed, *Particle Technology and Separation Processes*, Butterworth Heinemann, New York, chapter 10, hal. 502-515.
- [23] Brown, G.,G., 1950, *Unit Operation*, 14th ed, John Wiley and Sons, Inc, New York.
- [24] Susilowati, Dewi., Suyitno, 1997, Pengaruh Ukuran Butir Zeolit pada Koefisien Perpindahan Massa Stronsium dalam Proses Pertukaran Ion dalam Limbah Radioaktif, *Prosiding Presentasi Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir Jakarta*.
- [25] Yuniwati, M., Ani Purwanti., 2008, Optimasi Kondisi Proses Ekstraksi Minyak Biji Pepaya, *Jurnal Teknologi Technoscientia*, Vol. 1, No.1.
- [26] Sumarni dan Harjono, 1998, Koefisien Perpindahan Massa pada Ekstraksi Minyak Jarak dengan Pelarut Normal Heksan dalam Kolom Unggun Tetap, *Academia ISTA*, Vol.2, No.2.
- [27] Bendiyasa, I.M., Prasetya, A., Amir, M., 1997, Ekstraksi Minyak Jagung dari Suspensi Butiran Biji Jagung dengan Pelarut n-heksan, Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Kimia, UGM.