

Koefisien Transfer Massa Ekstraksi Antosianin dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*) dengan Pelarut Etanol-HCl

Mass Transfer Coefficient of Extraction of Anthocyanin from Mangosteen Peel (*Garcinia mangostana L.*) with Ethanol-HCl as Solvent

Zubaidi Achmad*, Faizah Hadi, dan Siti Diyar Kholisoh

*Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. Padjajaran (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta 55283, Indonesia*

Artikel histori:

Diterima 14 Oktober 2022
Diterima dalam revisi 9 November 2022
Diterima 9 November 2022
Online 15 November 2022

ABSTRAK: Antosianin merupakan suatu pigmen alami yang menyebabkan kulit buah manggis berwarna ungu. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh suhu, waktu pengadukan, dan konsentrasi etanol dalam pelarut etanol-HCl terhadap antosianin yang dihasilkan dari proses ekstraksi kulit buah manggis serta menentukan nilai koefisien transfer massanya. Percobaan dilakukan dengan serbuk kulit manggis yang diekstraksi dengan pelarut etanol yang mengandung 1% larutan HCl menggunakan rangkaian alat ekstraksi. Kulit buah manggis dibersihkan kemudian dihaluskan hingga lolos ukuran -60+80 mesh. Kemudian 50 g serbuk kulit manggis dimasukkan ke dalam labu leher tiga beserta larutan etanol dengan variasi konsentrasi 55%, 65%, 75%, 85%, dan 95% yang masing-masing mengandung 1% HCl. Ekstraksi dijalankan pada variasi waktu pengadukan 3, 4, 5, 6, dan 7 jam dengan variasi suhu 30, 40, 50, 60, dan 70°C. Masing-masing hasil didistilasi pada suhu <60°C. Kadar antosianin dianalisis dengan metode spektrofotometri. Hasil penelitian menunjukkan keadaan optimum pada suhu ekstraksi 50°C dengan waktu pengadukan selama 4 jam dan konsentrasi etanol 95% dalam pelarut etanol-HCl dengan kadar antosianin yang diperoleh sebesar $9,8377 \cdot 10^{-4}$ (g antosianin/ g pelarut) dan k_c sebesar $0,00781 \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{jam})$.

Kata Kunci: Antosianin; ekstraksi; koefisien transfer massa; kulit buah manggis; pelarut

ABSTRACT: Anthocyanin is a natural pigment that causes the purple skin of the mangosteen fruit. This study aimed to observe the effect of temperature, stirring time, and ethanol concentration in ethanol-HCl solvent on anthocyanins produced from the mangosteen peel extraction process and determine the value of its mass transfer coefficient. The laboratory work was conducted with mangosteen peel powder extracted with ethanol solvent containing 1% HCl solution using an extraction apparatus set. The mangosteen rind is cleaned and then mashed until it passes the size of -60+80 mesh. Then 50 g of mangosteen rind powder was put into a three-neck flask along with ethanol solution with various concentrations of 55%, 65%, 75%, 85%, and 95%, each containing 1% HCl. Extraction was carried out at various stirring times of 3, 4, 5, 6, and 7 hours with temperature variations of 30, 40, 50, 60, and 70°C. Each product was distilled at a temperature of <60°C. Anthocyanin content were analyzed by spectrophotometric method. The results showed that the optimum conditions at the extraction temperature of 50°C with stirring time for 4 hours and 95% ethanol concentration in ethanol-HCl solvent with anthocyanin content obtained of $9,8377 \cdot 10^{-4}$ (g anthocyanin/g solvent) and k_c of $0,00781 \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hour})$.

Keywords: Anthocyanins; batch extraction; mangosteen peel; mass transfer coefficient; solvent

1. Pendahuluan

Tanaman manggis (*Garcinia mangostana L.*) merupakan salah satu buah asli negara tropis serta mempunyai nilai ekonomis yang sangat tinggi karena hampir semua bagian dalam buah manggis dapat dimanfaatkan. Buah manggis merupakan buah yang memiliki banyak keunggulan dibandingkan jenis buah lainnya. Kulit buah manggis

merupakan bagian dari buah manggis yang dianggap tidak berguna dan cenderung dibuang. Sejauh ini pemanfaatan kulit buah manggis belum maksimal. Ditinjau dari penampilannya, kulit buah manggis yang berwarna ungu mengindikasikan adanya pewarna alami yang terkandung di dalamnya. Zat warna merupakan salah satu bahan tambahan makanan. Dalam hal ini, kandungan zat warna yang terdapat di dalam kulit manggis dapat dimanfaatkan sebagai zat

* Corresponding Author: +62-274-486889

Email: zubed1959@gmail.com

warna alami untuk pewarna makanan (Farida, 2015; Nurchasanah, 2012; Supiyanti, 2010).

Kulit buah manggis mengandung zat warna berupa antosianin. Antosianin merupakan suatu pigmen yang menyebabkan kulit buah manggis tersebut berwarna ungu. Antosianin juga dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan, antidiare, dan antikanker (Yasin, 2022). Selain kulit buah manggis, sejumlah bagian tanaman berpotensi untuk diambil pigmen antosianinnya, seperti bunga dadap merah (Damayanti, 2020; Purwanti, 2016), buah lobi-lobi dan jambang (Yasin, 2022), daun miana (Mulyani, 2021), kulit buah rambutan (Siahaan, 2014; Wijaya, 2001), kulit buah bit (Silalahi, 2021), serta kulit bawang merah (Ilham, 2020). Dengan demikian, pemanfaatan kulit buah manggis diharapkan dapat ditingkatkan melalui penelitian ini.

Proses pemisahan antosianin dari kulit buah manggis dapat dilakukan dengan cara ekstraksi. Ekstraksi merupakan suatu proses perpindahan massa atau pemisahan suatu zat tertentu dari campurannya dengan jalan menambahkan pelarut selektif yang dapat memisahkan zat tersebut dari campurannya (McCabe, 2004; Supiyanti, 2010). Dalam penelitian ini antosianin diekstraksi dengan menggunakan pelarut etanol-HCl. Pada proses ekstraksi antosianin dari kulit buah manggis, nilai koefisien transfer massa (k_c) dipengaruhi oleh waktu pengadukan yang sekaligus merupakan lamanya waktu pemanasan, sehingga perlu dikaji hubungan antara k_c dengan variabel tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1). mendapatkan kondisi optimum proses ekstraksi kulit buah manggis berdasarkan pengaruh variabel suhu ekstraksi (T), waktu pengadukan (t), dan konsentrasi etanol dalam pelarut etanol-HCl terhadap antosianin yang dihasilkan, serta (2). menentukan nilai koefisien transfer massa (k_c).

1.1 Metode Pengambilan Antosianin

Menurut Cp (2017), beberapa cara dapat dilakukan untuk mengekstrak atau pengambilan antosianin, yaitu metode ekstraksi pelarut, metode ekstraksi pelarut bertekanan, metode ekstraksi larutan *aqueous*, metode ekstraksi fermentasi mikrobia, dan metode ekstraksi lainnya yang menggunakan medan listrik bertegangan tinggi. Ekstraksi antosianin dari suatu substansi padat dapat diklasifikasikan menjadi: (1). metode konvensional, dan (2). metode non-konvensional (Tena, 2022).

Berdasarkan prosedur yang digunakan untuk mencampurkan sampel serbuk padat dengan pelarut, metode-metode konvensional dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Tena, 2022): (a). maserasi, jika sampel serbuk kasar dicampur dengan pelarut; (b). infusi, jika maserasi dilakukan dengan air; (c). *digestion*, jika maserasi dilakukan dengan pemanasan ringan, juga dikenal sebagai ekstraksi berbantuan panas (*heat-assisted extraction*, HEE); (d). rebusan (*decoction*), jika infusi dilakukan dengan menggunakan air mendidih; serta (e). perkolasi dan filtrasi, jika sampel serbuk dicampur dengan pelarut yang diperbarui secara terus-menerus dalam perkolator, dan dilanjutkan dengan proses filtrasi. Teknik ekstraksi *soxhlet* merupakan

pencampuran serbuk padat dengan pelarut di dalam alat *soxhlet* yang memungkinkan terjadinya pengulangan siklus ekstraksi secara terus menerus selama periode waktu tertentu.

Metode ekstraksi non-konvensional dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi proses ekstraksi dan hasilnya. Prosedur untuk mengekstrak antosianin yang lebih ramah lingkungan ini meliputi beberapa metode seperti: ekstraksi berbantuan suara ultrasonik (*ultrasound-assisted extraction*, UAE), ekstraksi berbantuan gelombang mikro (*microwave-assisted extraction*, MAE), ekstraksi cairan superkritis (*supercritical fluid extraction*, SFE), ekstraksi cairan bertekanan tinggi (*high-pressure liquid extraction*, HPLE), medan listrik berdenyut (*pulsed electric fields extraction*, PEFE), pelepasan listrik tegangan tinggi (*high voltage electrical discharge*, HVED), dan ekstraksi berbantuan enzim (*enzyme-assisted extraction*, EAE) (Damayanti, 2020; Farida, 2015; Mulyani, 2021; Tan dkk, 2022; Tena, 2022).

Metode ekstraksi pelarut merupakan metode konvensional untuk pengambilan antosianin yang paling banyak diterapkan dalam industri, khususnya industri pewarna alami, dikarenakan biaya instrumentasinya yang relatif rendah. Pelarut yang digunakan berupa metanol, etanol, aseton, air, atau pelarut campuran. Untuk mencegah degradasi antosianin selama proses ekstraksi, konsentrasi tertentu asam klorida atau asam format dapat ditambahkan ke dalam pelarut. Namun demikian, dalam proses penguapan asam-asam tersebut dapat terhidrolisis menjadi antosianin terasilasi sebagian atau seluruhnya. Selain itu, untuk sampel yang mengandung komponen yang larut dalam lemak pada ekstrak, pelarut organik seperti n-heksana, petroleum eter, atau eter perlu digunakan. Meskipun digunakan secara luas dalam industri, metode ini mempunyai beberapa kelemahan, seperti: (a). konsumsi energi yang cukup tinggi; (b). penggunaan pelarut organik yang kurang ramah lingkungan; (c). kebutuhan akan pelarut yang mahal dan kemurnian tinggi; (d). penggunaan sejumlah besar pelarut; (e). waktu yang relatif lama untuk mengekstrak senyawa dengan hasil yang lebih rendah; (f). efisiensi dan selektivitas ekstraksi yang rendah; serta (g). pelarut panas mudah menyebabkan degradasi antosianin dan penurunan aktivitas fisiologis. (Tena, 2022; Cp, 2017).

1.2 Landasan Teori

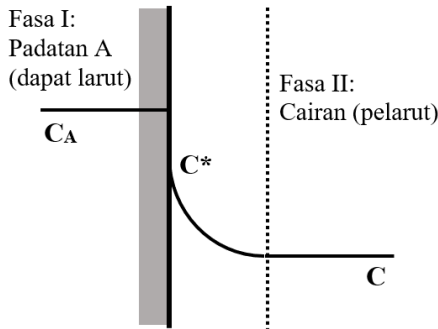
1.2.1 Transfer Massa

Menurut McCabe (2004), transfer massa merupakan gerakan molekul-molekul atau elemen fluida yang disebabkan karena adanya gaya pendorong. Gaya pendorong dalam hal penelitian ini adalah perbedaan konsentrasi antara antosianin dalam padatan kulit buah manggis dengan antosianin di dalam pelarut etanol-HCl.

Dalam sebagian besar operasi transfer massa, dua buah fasa yang tidak saling larut dikontakkan supaya di antara kedua fasa tersebut terjadi transfer bahan. Kontak antara fasa

cair dengan fasa padat dijumpai dalam operasi kristalisasi dan ekstraksi padat-cair. Koefisien transfer massa dapat diartikan sebagai daya hantar transfer massa dan kebalikannya dapat diartikan sebagai tahanan transfer massa. (McCabe, 2004).

Proses pengambilan antosianin pada fasa padat melingkupi beberapa tahap. Tahap pertama yaitu difusi *solute* dari dalam padatan ke permukaan padatan, tahap kedua adalah kesetimbangan fasa, dan tahap ketiga adalah perpindahan massa dari permukaan padatan ke pelarut (Sediawan, 2021; McCabe, 2004). Proses perpindahan massa tersebut dapat diilustrasikan melalui **Gambar 1**.



Gambar 1. Transfer massa dari fasa padat ke fasa cair melalui lapisan film (Sediawan, 2021)

Perpindahan massa dari permukaan padatan secara aksial di dalam cairan berlangsung melalui dua mekanisme yaitu perpindahan yang dibawa oleh aliran dan difusi aksial. Kecepatan difusi secara aksial didekati dengan persamaan (McCabe, 2004; Utami, 2017):

$$N_A \left(\frac{\text{gram zat terlarut}}{\text{luas. waktu}} \right) = -D_e \cdot \frac{\partial C_A}{\partial r} \quad \dots(1)$$

Perpindahan massa dari permukaan padatan ke cairan dapat dinyatakan melalui persamaan:

$$N_A = k_C \cdot A \cdot (C^* - C) \quad \dots(2)$$

Nilai C^* menyatakan kadar antosianin dalam cairan yang setimbang dengan konsentrasi antosianin pada permukaan butir yang didekati dengan persamaan yang mirip hukum Henry (Sediawan, 2021).

$$C_A = H \cdot C^* \quad \dots(3)$$

Jika ukuran butiran relatif kecil, maka difusi *solute* dari dalam butiran ke permukaan berlangsung dengan cepat, sehingga kecepatan ekstraksi dapat ditentukan melalui kecepatan transfer massa dari permukaan butiran ke cairan (pelarut). Namun, jika ukuran butiran relatif besar maka difusi *solute* dari dalam butiran ke permukaan berlangsung secara lambat, sehingga kecepatan ekstraksi dapat ditentukan melalui kecepatan transfer massa dari dalam butiran ke permukaan butiran (McCabe, 2004; Sediawan, 2021; Utami, 2017).

1.2.2 Neraca Massa

Neraca massa pada proses ekstraksi padat-cair dari butiran berbentuk bola dapat dituliskan sebagai berikut:

Laju alir massa masuk – laju alir massa keluar + laju generasi massa = laju massa terakumulasi

Menurut Putri (2015) dan Silalahi (2021), jika proses ekstraksi dilakukan secara *batch*, maka:

$$0 - 0 + k_C \cdot A \cdot (C^* - C) = \frac{dWC}{dt} \quad \dots(4)$$

$$k_C \cdot A \cdot (C^* - C) = W \frac{dC}{dt} \quad \dots(5)$$

Dengan menganggap bahwa ukuran butiran seragam (di mana: jumlah butiran dilambangkan dalam N), maka massa total butiran (M) adalah sebesar:

$$k_C \cdot N \cdot 4 \pi r^2 \cdot (C^* - C) = W \frac{dC}{dt} \quad \dots(6)$$

$$M = N \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot \rho_s \quad \dots(7)$$

sehingga, jumlah butiran:

$$N = \frac{3 M}{4 \pi r^3 \rho_s} \quad \dots(8)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (8) ke persamaan (6), maka diperoleh:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{3 M}{\rho_s \cdot r \cdot W} k_C \cdot (C^* - C) \quad \dots(9)$$

Dengan batasan: $C = C_0$ pada $t = 0$
dan: $C = C$ pada $t = t$

maka diperoleh hasil:

$$-\ln \frac{C^* - C}{C^* - C_0} = \frac{3 M}{\rho_s \cdot r \cdot W} k_C t \quad \dots(10)$$

atau:

$$C = C^* - \left[(C^* - C_0) \exp \left(\frac{-3 M}{\rho_s \cdot r \cdot W} k_C t \right) \right] \quad \dots(11)$$

Dengan menggunakan persamaan kesetimbangan yang mirip hukum Henry akan diperoleh hubungan antara C^* dan C_A , di mana C_A dapat diperoleh dari neraca massa total (Budi, 2009; Sediawan, 2021):

$$M \cdot C_{AO} = M \cdot C_A + W \cdot C^* \quad \dots(12)$$

Dalam hal ini, persamaan (12) dapat digunakan untuk mengetahui perubahan konsentrasi atau kadar antosianin dalam serbuk kulit manggis seiring dengan waktu.

Persamaan (9), (10), atau (11) dapat diselesaikan dengan prosedur regresi melalui pengukuran kadar antosianin dalam pelarut (C) pada berbagai waktu (t), di mana nilai koefisien

transfer massa (k_c) dapat diperoleh pada nilai SSE (*sum of square of errors*) minimum. Selanjutnya, kesesuaian model persamaan yang digunakan akan diuji melalui perhitungan *coefficient of determination* (R^2) yang bernilai mendekati 1 (Chapra, 2015).

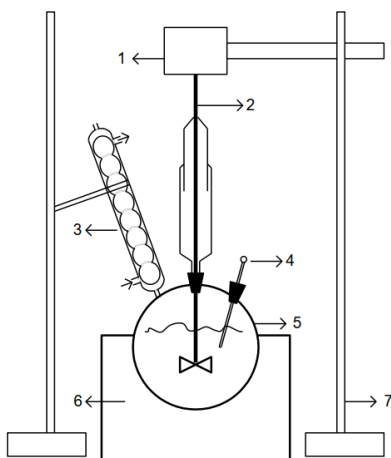
$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SSt} = 1 - \frac{\sum(C_{data} - C_{model})^2}{\sum(C_{data} - C_{rerata})^2} \quad \dots(13)$$

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan berupa kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) berwarna merah tua yang diperoleh dari kebun buah manggis Pak Gunawan, Dusun Jiwan, Wukirsari, Cangkringan, Sleman; larutan etanol (C_2H_5OH) teknis 96%; larutan HCl teknis 30%; *aquadest*; larutan *buffer* kalium klorida (KCl) pH 1, dan larutan *buffer* natrium asetat (CH_3COONa) pH 4,5.

Alat-alat yang digunakan berupa rangkaian alat ekstraksi dan distilasi serta spektrofotometer untuk menganalisis kadar ekstrak antosianin. Adapun peralatan utama berupa rangkaian alat ekstraksi disajikan pada **Gambar 2**. Spektrofotometer yang digunakan sebagai alat analisis adalah *UV-Vis spectrophotometer* (*Thermo Scientific Orion Aquamate 8000 (AQ8000)*).



Gambar 2. Rangkaian alat ekstraksi. Keterangan: 1: motor pengaduk, 2: pengaduk mekanik, 3: pendingin balik, 4: termometer, 5: labu leher tiga, 6: waterbath, 7: penyangga

2.2 Cara Kerja

Kulit buah manggis dipisahkan dari isi dagingnya kemudian dicuci (hanya pada bagian luar kulit yang keras) dari kotoran yang terikut menggunakan air bersih. Kulit manggis selanjutnya dipotong kecil-kecil dan dikeringkan dengan oven pada suhu $45^\circ C$ hingga kadar air konstan, serta diperoleh kadar air sebesar 28,79%. Kulit manggis yang telah kering kemudian dihancurkan dengan *blender*. Hasil

yang berupa serbuk atau tepung kemudian diayak dengan ayakan (60 mesh).

Serbuk kulit manggis sebanyak 50 g dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang telah terisi larutan campuran etanol-HCl dengan konsentrasi etanol tertentu pada volume 500 ml (tetap). Masing-masing larutan ini berisi HCl sebanyak 1%-volume. Proses ekstraksi dilakukan pada suhu ruang ($30^\circ C$), kecepatan 500 rpm, dan waktu pengadukan tertentu. Setelah proses ekstraksi selesai, larutan disaring guna memisahkan ampas dari filtratnya. Percobaan selanjutnya diulangi dengan suhu pemanasan yang berbeda yakni 40, 50, 60, dan $70^\circ C$. Variabel waktu pengadukan divariasikan selama 3, 4, 5, 6, dan 7 jam, sedangkan pelarut etanol-HCl divariasikan pada konsentrasi etanol 55%, 65%, 75%, 85%, dan 95% (%-volume).

Filtrat hasil proses ekstraksi kemudian didistilasi pada suhu $<65^\circ C$. Distilat diambil sebanyak 1 ml kemudian diencerkan dengan 4 ml larutan *buffer* KCl pH 1 dan 4 ml larutan *buffer* Na-asetat pH 4,5. Dalam hal ini, keberadaan antosianin dapat dipastikan melalui metode perbedaan pH (*pH differential method*). Menurut Giusti dan Worlstad (2001), antosianin berbentuk senyawa berwarna *oxonium* pada pH 1 dan berbentuk senyawa karbinol tak berwarna pada pH 4,5. Sampel selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 520 nm dan 700 nm, sehingga kadar antosianin dapat ditentukan (Ilham, 2020; Supiyanti, 2010).

Penentuan koefisien transfer massa diawali dengan menentukan konstanta kesetimbangan yang mirip hukum Henry. Serbuk kulit manggis dengan variasi berat tertentu diekstraksi dengan 500 ml pelarut etanol-HCl di dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan pengaduk dan pendingin balik. Ekstraksi dilangsungkan selama waktu di mana kesetimbangan telah tercapai, yaitu selama ± 5 jam. Percobaan penentuan koefisien transfer massa selanjutnya dilakukan melalui pengukuran kadar antosianin yang terekstrak di dalam pelarut etanol-HCl pada suhu optimum dan konsentrasi etanol optimumnya dalam rentang waktu ekstraksi selama 5 jam.

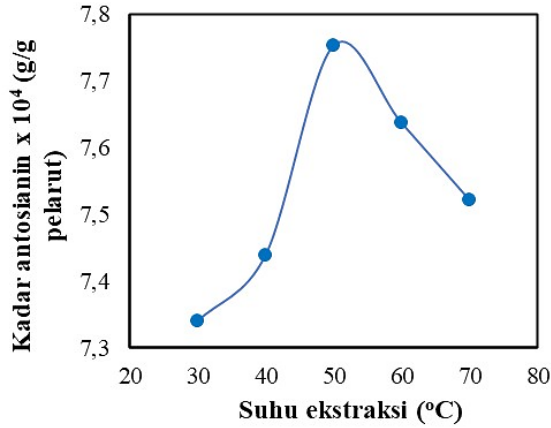
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Suhu Ekstraksi

Pengaruh suhu ekstraksi terhadap kadar antosianin yang dihasilkan pada waktu pengadukan 3 jam dan konsentrasi etanol 55% dalam pelarut etanol-HCl disajikan pada **Gambar 3**.

Berdasarkan **Gambar 3**, terlihat bahwa kadar antosianin yang dihasilkan pada suhu $50^\circ C$ jauh lebih baik dibanding pada suhu lainnya. Hal ini teramati dari terjadinya peningkatan kadar antosianin di dalam pelarut. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa suhu $50^\circ C$ merupakan kondisi yang relatif baik dalam penelitian ini. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu ekstraksi maka kecepatan perpindahan massa dari *solute* ke pelarut akan semakin tinggi. Namun demikian, hal ini tidak berlaku pada suhu di atas $50^\circ C$. Fenomena ini disebabkan karena pada

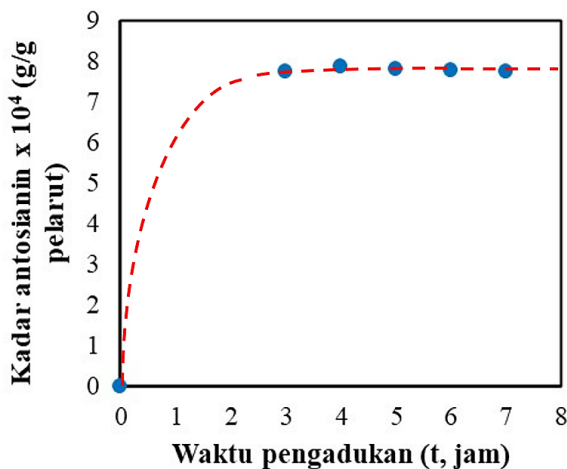
suhu di atas 50 °C atau suhu yang terlalu jauh dari kestabilan antosianin, maka sebagian antosianin mengalami degradasi karena panas. Tena (2022) dan Patras dkk. (2010) menduga bahwa terjadinya degradasi antosianin akibat pengaruh suhu disebabkan oleh hidrolisis pada ikatan glikosidik antosianin dan menghasilkan aglikon-aglikon yang labil.



Gambar 3. Pengaruh suhu ekstraksi terhadap kadar antosianin

3.2 Pengaruh Waktu Pengadukan

Pengaruh waktu pengadukan terhadap kadar antosianin yang dihasilkan pada suhu ekstraksi 50°C dan konsentrasi etanol 55% dalam pelarut etanol-HCl disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh waktu pengadukan terhadap kadar antosianin

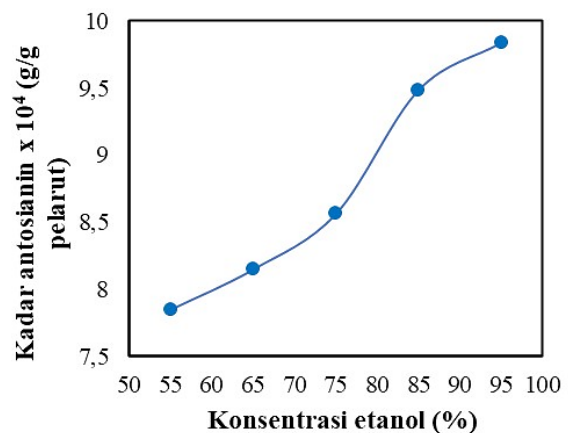
Gambar 4 memperlihatkan bahwa waktu pengadukan selama 4 jam merupakan kondisi yang relatif baik dalam penelitian ini dengan diperolehnya kadar antosianin di dalam pelarut etanol-HCl yang lebih tinggi. Namun setelah melewati 4 jam, yakni pada waktu 5 jam hingga 7 jam terjadi penurunan kadar antosianin meskipun tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pengadukan mengakibatkan semakin lamanya waktu pemanasan sehingga mengakibatkan semakin kecil kadar antosianin di dalam pelarut. Hal ini dimungkinkan karena dengan semakin lamanya waktu pemanasan maka mengakibatkan pigmen antosianin mengalami degradasi dan

penurunan aktivitas fisiologis. Tena (2022) dan Wijaya dkk. (2001) menyatakan bahwa lama pemanasan menyebabkan terjadinya degradasi (atau dekomposisi) dan perubahan struktur pigmen warna sehingga terjadi pemucatan.

Melalui Gambar 4 juga dapat teramati bahwa antosianin yang terekstrak (ke dalam pelarut) sudah menunjukkan kadar yang relatif konstan dalam waktu 4-5 jam. Hal ini mengindikasikan telah tercapainya kondisi kesetimbangan. Dengan demikian, tempuhan percobaan selanjutnya dilakukan pada waktu ekstraksi selama 4-5 jam.

3.3 Pengaruh Konsentrasi Etanol dalam Pelarut

Pengaruh konsentrasi etanol dalam pelarut etanol-HCl terhadap kadar antosianin yang dihasilkan pada suhu ekstraksi 50°C dan waktu pengadukan 4 jam disajikan pada Gambar 5.



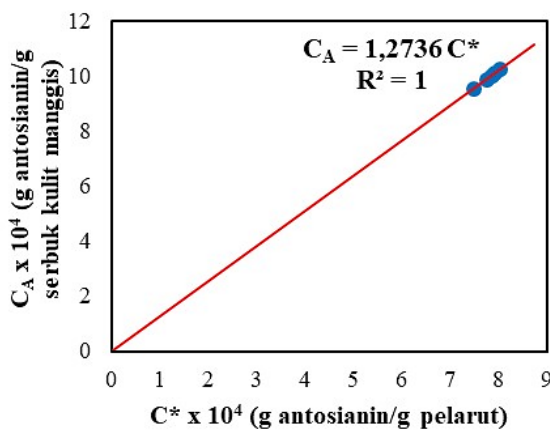
Gambar 5. Pengaruh konsentrasi etanol dalam pelarut etanol-HCl terhadap kadar antosianin

Berdasarkan Gambar 5, teramati bahwa semakin tinggi konsentrasi etanol (dari 55% hingga 95%) maka kadar antosianin yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya antosianin yang terlarut di dalam pelarut etanol-HCl. Antosianin merupakan zat warna yang bersifat polar dan akan larut dengan baik pada pelarut-pelarut polar. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi etanol maka semakin rendah tingkat kepolaran pelarut yang digunakan yang pada akhirnya dapat meningkatkan kemampuan pelarut dalam mengekstrak antosianin di dalam kulit buah manggis (Tan dkk, 2022). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi etanol 95% merupakan kondisi yang relatif paling baik dalam penelitian ini, dengan dihasilkannya kadar antosianin tertinggi sebesar $9,8377 \times 10^{-4}$ g/g pelarut.

Pada kondisi ini, diperoleh *yield* atau rendemen antosianin sebesar 0,63% (g/g). Hasil ini cukup sebanding dengan penelitian oleh Siahaan (2014) yang mengekstrak antosianin dari kulit rambutan dan menghasilkan rendemen sebesar 0,60%. Hasil tersebut juga lebih baik dibandingkan dengan penelitian oleh Purwanti (2016) yang mendapatkan rendemen antosianin dari bunga dadap merah sebesar 0,01012 mg/g dengan menggunakan pelarut yang sama.

3.4 Koefisien Transfer Massa Ekstraksi Antosianin dari Kulit Buah Manggis dengan Pelarut Etanol-HCl

Nilai koefisien transfer massa ekstraksi antosianin dalam kulit buah manggis dengan pelarut etanol-HCl dapat ditentukan melalui pengukuran kadar antosianin pada berbagai waktu. Proses ekstraksi dilakukan pada suhu 50°C, konsentrasi etanol-HCl 95%, serta menggunakan serbuk kulit manggis berdiameter 0,0083 cm seberat 50 g dengan rapat massa sebesar 0,9527 g/cm³. Selanjutnya, nilai koefisien transfer massa (k_c) diperoleh melalui prosedur regresi terhadap persamaan (10) atau (11), di mana kadar antosianin dalam pelarut pada keadaan setimbang (C^*) diperoleh dari persamaan yang mirip hukum Henry. **Gambar 6** memperlihatkan nilai konstanta kesetimbangan yang mirip hukum Henry (H) pada proses ekstraksi antosianin dalam serbuk kulit manggis dengan pelarut etanol-HCl sebesar 1,2736 g pelarut/g serbuk kulit manggis (pada suhu 50°C).

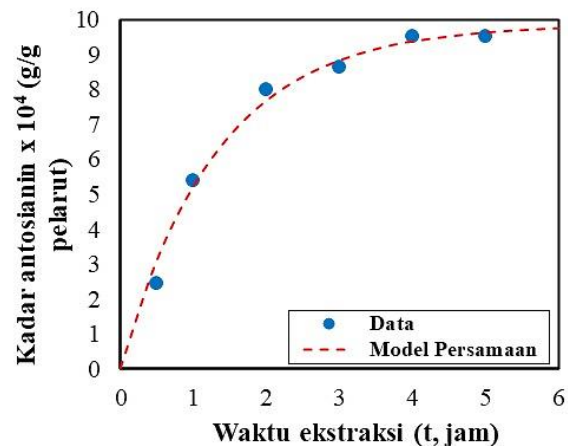


Gambar 6. Penentuan konstanta kesetimbangan yang mirip hukum Henry pada proses ekstraksi antosianin dalam serbuk kulit manggis dengan pelarut etanol-HCl

Penentuan nilai koefisien transfer massa (k_c) proses ekstraksi antosianin dari kulit buah manggis dengan pelarut etanol-HCl disajikan melalui **Gambar 7**. Pada kondisi percobaan, digunakan pelarut etanol-HCl 95% seberat 392,59 g dan kadar antosianin awal dalam serbuk kulit manggis sebesar 1,2406% (g/g).

Berdasarkan **Gambar 7** serta prosedur regresi terhadap persamaan (10) atau (11), diperoleh nilai koefisien transfer massa (k_c) pada proses ekstraksi antosianin dari kulit buah manggis dengan pelarut etanol-HCl sebesar 0,00781 g/(cm².jam). Nilai k_c ini dapat dianggap sesuai (pada kondisi percobaan) yang terindikasikan melalui aluran nilai kadar antosianin (C) yang relatif dekat antara data percobaan dengan hasil perhitungan menggunakan model persamaan. Pada kondisi ini, diperoleh nilai SSE (*sum of square of errors*) minimum sebesar $6,27 \times 10^{-9}$ dan *coefficient of determination* (R^2) sebesar 0,9927. Dengan demikian, model persamaan transfer massa yang dipilih dapat dianggap sesuai dengan hasil percobaan. Prosedur regresi dilakukan hanya

sampai dengan kisaran waktu 5 jam. Hal ini terkait dengan kondisi optimum proses, yaitu selama waktu 4 jam. Nilai k_c ini selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk pemodelan matematika, perancangan alat (ekstraktor), serta analisis dan simulasi proses.



Gambar 7. Penentuan koefisien transfer massa (k_c) proses ekstraksi antosianin dari kulit buah manggis dengan pelarut etanol-HCl pada suhu 50°C dan konsentrasi etanol 95%.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa semakin tinggi suhu ekstraksi (setelah melewati kondisi optimumnya) maka antosianin yang dihasilkan semakin menurun. Semakin lama waktu ekstraksi memperlihatkan semakin banyaknya antosianin yang dapat terambil hingga mencapai kondisi kesetimbangan. Jika konsentrasi etanol dalam pelarut semakin tinggi maka pelarut semakin efektif dalam mengekstrak antosianin, sehingga kadar antosianin yang terlarut semakin tinggi. Kondisi terbaik penelitian ini diperoleh pada suhu ekstraksi 50°C dengan waktu pengadukan 4 jam dan konsentrasi etanol dalam pelarut sebesar 95%, serta koefisien transfer massa yang dihasilkan sebesar 0,00781 g/(cm².jam).

Daftar Arti Lambang

- A = Luas permukaan butiran serbuk kulit buah manggis (cm²)
- C = Kadar antosianin dalam pelarut etanol-HCl pada waktu tertentu (g antosianin/g pelarut)
- C^* = Kadar antosianin dalam pelarut etanol-HCl pada keadaan setimbang (g antosianin/g pelarut)
- C_A = Kadar antosianin dalam serbuk kulit buah manggis (g antosianin/g kulit buah manggis)

- C_{A0} = Kadar antosianin dalam kulit buah manggis mula-mula (g antosianin/g kulit buah manggis)
 C_0 = Kadar antosianin dalam pelarut etanol-HCl mula-mula (g antosianin/g pelarut)
 D_e = Difusivitas antosianin dalam kulit buah manggis (cm^2/jam)
 H = Konstanta kesetimbangan yang mirip hukum Henry (g pelarut/g serbuk kulit manggis)
 k_C = Koefisien transfer massa (g pelarut etanol-HCl/ $\text{cm}^2.\text{jam}$)
 M = Massa butiran kulit buah manggis (gram)
 N = Jumlah butiran serbuk kulit buah manggis
 N_A = Kecepatan transfer massa (g antosianin/ jam.cm^2)
 r = Jari-jari serbuk kulit buah manggis (cm)
 t = Waktu ekstraksi (jam)
 W = Berat pelarut etanol-HCl (gram)
 ρ_s = Densitas serbuk kulit buah manggis (g/cm^3)

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Verronica Verly Siswanti dan Dian Primandhari yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

- Budi, Faleh Setia, dan Setia Budi Sasongko. 2009. Koefisien Transfer Massa pada Ekstraksi Kayu Manis (*Cinnamomum burmanni*). *Jurnal Reaktor*, Vol. 12 No. 4, Desember 2009: 232-238.
- Chapra, Steven C, dan Raymond P. C. 2015. *Numerical Methods for Engineers, 7th Edition*. McGraw-Hill Education, New York.
- Cp, 2017, *Extraction of Anthocyanins*, <https://www.creative-proteomics.com/blog/index.php> (31 Agustus 2022)
- Damayanti, Astrilia, Megawati, Nur Kholifah C. M., dan Éva A. A. 2020. Pengaruh Perbedaan Pelarut Asam pada Ekstraksi Antosianin Bunga Dadap Merah (*Erythrina crista-galli*) dengan Metode *Microwave Assisted Extraction*. *Journal of Chemical Process Engineering*, Volume 5, Nomor 1 (2020): 33-39.
- Farida, Rita, dan Fithri Choirun Nisa. 2015. Ekstraksi Antosianin Limbah Kulit Manggis Metode *Microwave Assisted Extraction*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 3, No. 2, April 2015: 362-373.
- Giusti, M. M. dan R. E. Worlsted. 2001. *Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy*, Oregon State University. <https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/0471142913.faf0102s00> (31 Agustus 2022)
- Ilham, Muhammad, dan Sumarni. 2020. Ekstraksi Antosianin dari Kulit Bawang Merah Sebagai Pewarna Alami Makanan. *Jurnal Inovasi Proses*, Vol. 5. No. 1 (Maret, 2020): 27–32.
- McCabe W. L, J. C. Smith, dan P. Harriot. 2004. *Unit Operations of Chemical Engineering. 7th Edition*, McGraw-Hill, Ltd., Singapore.
- Muliyani, 2021. Pemanfaatan Ekstrak Daun Miana (*Coleus scutellarioides (L) Benth*) Menggunakan Metode *Ultrasonic Assisted Extraction* untuk Identifikasi Formalin dalam Mie Basah. Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Sains Dan Teknologi, Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Nurchasanah. 2012. *Khasiat Istimewa Manggis*. Dunia Sehat, Jakarta.
- Patras, Ankit, Nigel. P., Bruton, Col O'Donnell, dan B. K Tiwari. 2010. *Effect of Thermal Processing on Anthocyanin Stability in Foods: Mechanisms and Kinetics of Degradation*. *Jurnal Trends in Food Science and Technology* (21): 3–11.
- Purwanti, Ani, Sumarni, dan Anom Parjoko. 2016. Koefisien Transfer Massa pada Ekstraksi Antosianin dari Bunga Dadap Merah. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 10, No. 2, April 2016: 49–57.
- Putri, Novy Pralisa, Anggy P. S. J., dan Siti A. G., 2015. Pemodelan Transfer Massa Tannin pada Tanaman Putri Malu. *Jurnal Integrasi Proses*, Vol. 5, No. 3 (Desember 2015): 115–119.
- Sediawan, Wahyudi Budi, Agus P., dan Takdir S. 2021. *Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia dengan Pemrograman Bahasa Matlab*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Siahaan, L. O, Elvi Rasida F. H., dan Rondang T. 2014. Ekstraksi Pigmen Antosianin dari Kulit Rambut (Nephelium lappaceum) dengan Pelarut Etanol. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 3, No. 3, September 2014: 32–38.
- Silalahi, Lina Sari, Muhammad, Sulhatun, Jalaluddin, dan Rizka Nurlaila. 2021. Ekstraksi Kulit Buah Bit (*Beta vulgaris L.*) Sebagai Zat Pewarna Alami. *Chemical Engineering Journal Storage*, Vol. 1, No. 1 (Desember 2021): 1-11.
- Supiyanti, Wiwin, dkk. 2010. Uji Aktivitas Antioksidan dan Penentuan Kandungan Antosianin Total Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*). *Majalah Obat Tradisional*, 15(2): 64–70.
- Tan, Jiaqi, Yanmei Han, Bo Han, Xiangmei Qi, Xu Cai, Shaoqin Ge, dan Hongkun Xue. 2022. *Extraction and Purification of Anthocyanins: A Review*. *Journal of Agriculture and Food Research*. Vol 8. April 2022: 1–7.
- Tena, Noelia. 2022. *Extraction Methods of Anthocyanins*. <https://encyclopedia.pub/entry/19587> (30 Agustus 2022).
- Utami, Herti, dan Azhar. 2017. *Transfer Massa dan Panas*. Tekkim Publishing, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Wijaya, L. S. dkk. 2001. Ekstraksi dan Karakterisasi Pigmen dari Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*) Varian Binjai, *Jurnal Biosain*, Vol. 1, No. 2.

Yasin, Fazrul M., Zulkifli Z., dan Khusna A. R. 2022. *Analysis of Antioxidant Content of Anthocyanin in the Lobi-Lobi Fruit (Flacourtian inermis) and Jamblang Fruit (Syzygium cumini L. Skeel) Using the DPPH Method with Spectrophotometry. Jurnal Biosains Pascasarjana*, Vol. 24, No. 01, Juni 2022: 8-14.