

PENGARUH RASIO BERAT RUMPUT LAUT-PELARUT TERHADAP EKSTRAKSI AGAR-AGAR

Sperisa Distantina, Fadilah, Endah R. Dyartanti, dan Enny K. Artati
Jurusan Teknik Kimia FT Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir.Sutami 36 a Surakarta
distantina@uns.ac.id

Abstract: *Although seaweeds of Glacilaria species are cultivated in Indonesia, study of this extraction rate is scarce. The mass transfer process on batch extraction of agar was studied by extracting seaweed using water as the solvent. The effect of seaweed-water ratio on yield and the parameters which appeared in the mathematical model proposed were investigated. Seaweeds, glacilaria from Bali, were soaked in an aqueous acetic acid solution of 0.6N. After being neutralized, the seaweeds were extracted using hot water of 95°C in a closed tree necks bottle in water bath. The bottle was equipped by a water condenser and a mercury stirrer for agitation. Some of extract samples at various time were dried dan weighed. Based on the experimental data and the mathematical model proposed, the mass transfer coefficient were evaluated by numerically least square. The mathematical model turned out to be able to simulate the mass transfer process. There were found that equilibrium constant was 0.0662 g seaweed/ mL solvent. The yield increases with the decreasing of seaweed-water ratio. The faster rate of extraction would be obtained by extraction with higher the seaweed-water ratio.*

Keywords : *extraction, seaweed-water ratio*

PENDAHULUAN

Agar-agar diekstrak dari ganggang laut yang berasal dari kelompok rhodophyceae, seperti *glacilaria* dan *gelidium* (Chapman and Chapman, 1980). Agar-agar adalah produk kering tak berbentuk (*amorphous*) yang mempunyai sifat seperti gelatin yang berupa rantai linear galaktan. Galaktan merupakan polimer dari galaktosa. Rumus molekul agar-agar : $(C_{12}H_{14}O_5(OH)_4)_n$. Sifat yang paling menonjol dari agar-agar adalah larut di dalam air panas, yang apabila didinginkan sampai suhu tertentu akan membentuk gel.

Sifat inilah yang menjadikan agar-agar banyak dimanfaatkan. Fungsi utama agar-agar adalah sebagai bahan pemantap, penstabil, pengemulsi, pengisi, penjernih, pembuat gel, dan lain-lain. Beberapa industri yang memanfaatkan agar-agar : industri makanan, farmasi, kosmetik, kulit, fotografi, sebagai media pertumbuhan mikroba, dan sebagainya.

Metode pemungutan agar-agar dari rumput laut telah banyak dipublikasi (Munaf, 2000; McHugh, 2002). Pada prinsipnya, agar-agar diperoleh dengan mengekstraksi rumput laut yang menghasilkannya. Secara umum, pemungutan agar-agar dari rumput laut membutuhkan beberapa tahap, yaitu proses perendaman, ekstraksi, pemisahan agar-agar dengan pelarutnya, kemudian pengeringan agar-agar. Setiap tahap dalam pengolahan ini akan mempengaruhi rendemen dan kualitas gel agar-

agar, namun data-data proses pengolahan agar-agar di Indonesia belum banyak tersedia.

Ekstraksi pada kondisi asam dapat meningkatkan agar-agar yang dihasilkan, sementara pada kondisi basa dapat meningkatkan sifat gel agar-agar (Stephen, 1995). Pada penelitian Suryaka (1992), penambahan asam asetat pada proses ekstraksi rumput laut *Gelidium* dapat meningkatkan yield agar-agar. Menurut Matsuhasi (1977), ada kecenderungan umum sifat gel agar-agar menurun dengan meningkatnya hasil agar-agar pada proses ekstraksi menggunakan pelarut asam. Hidrolisis tidak dapat dihindari pada ekstraksi menggunakan media larutan asam. Untuk menghindari hal itu, Matsuhasi mengembangkan metode yaitu merendam rumput laut dengan asam dan setelah dinetralkan, rumput laut diekstraksi pada kondisi netral. Dengan metode ini, peristiwa hidrolisis dapat dihindari.

Distantina dkk (2001) meneliti pengaruh perendaman rumput laut *Glacilaria* (dari Bali) menggunakan HCl terhadap proses ekstraksi dengan pelarut air. Dari penelitian itu, lama waktu perendaman tidak mempengaruhi rendemen agar-agar. Dilaporkan pula ada kecenderungan dengan semakin meningkatnya kadar HCL (0,01 N – 0,5N), rendemen agar-agar yang diperoleh semakin tinggi. Penggunaan asam asetat sebagai larutan perendaman telah dipelajari Distantina dkk. (2006). Dilaporkan bahwa kadar asam asetat

PENGARUH RASIO BERAT RUMPUT LAUT-PELARUT TERHADAP EKSTRAKSI AGAR-AGAR

(Sperisa Distantina, Fadilah, Endah R. Dyartanti, dan Enny K. Artati)

semakin besar maka kecepatan ekstraksi semakin cepat pula, dan asam asetat memberikan yield yang lebih besar dibandingkan HCl.

Pada ekstraksi sistem padat-cair, perpindahan massa terjadi secara difusi di dalam padatan dan konveksi antar fase padatan-cairan. Perancangan suatu alat ekstraktor dapat dilakukan dengan baik dan operasi dapat dilakukan secara optimum, bila nilai parameter-parameter dalam peristiwa transfer massa tersebut diketahui dengan tepat. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil ekstraksi adalah : jenis pelarut, rasio berat bahan dengan volume pelarut, suhu, pengadukan, waktu ekstraksi, ukuran padatan, dan perendaman.

Pengaruh rasio rumput laut-pelarut pada proses ekstraksi rumput laut *Gracilaria* menggunakan pelarut air belum ada yang mempelajari. Penelitian ini akan mempelajari hal itu.

Pada penelitian ini rumput laut diekstraksi dengan pelarut akuades dalam tangki berpengaduk secara batch. Dengan menggunakan rumput laut kering dengan ukuran kecil, dapat diambil asumsi bahwa difusi agar-agar (solut) dalam rumput laut (padatan) ke permukaan berlangsung sangat cepat, sehingga kecepatan ekstraksi ditentukan oleh kecepatan perpindahan solut dari permukaan padatan ke air (pelarut). Kecepatan transfer massa volumetrik solut dari permukaan padatan ke cairan mengikuti persamaan :

$$N_a = kca \cdot (C_i^* - C_i) \quad (1)$$

Dalam hal ini C_i^* adalah konsentrasi gel agar-agar dalam larutan yang setimbang dengan konsentrasi gel agar-agar pada permukaan padatan (C_s). Hubungan kesetimbangan ini mengikuti hukum Henry.

$$C_i^* = H \cdot C_s \quad (2)$$

Kadar gel agar-agar dalam padatan ditentukan menggunakan neraca massa total dalam tangki :

$$C_s = \frac{C_o \cdot M - C_i \cdot V}{M} \quad (3)$$

Peristiwa pelarutan gel agar-agar ke dalam pelarut didekati dengan model matematis yang mengambil asumsi :

1. Difusi gel agar-agar ke permukaan padatan diabaikan
2. Rasio berat rumput laut (M) dan pelarut (V) tetap
3. Proses isothermal
4. Kadar agar-agar dalam bahan seragam

Berdasarkan neraca massa total agar-agar dalam larutan di dalam tangki maka dapat disusun model matematis yang mewakili

peristiwa ekstraksi rumput laut dengan pelarut seperti berikut :

$$C_i = \frac{b}{a} - \frac{b}{a} \cdot \exp(-a \cdot t) \quad (4)$$

Dengan,

$$a = kca \cdot H \cdot \frac{V}{M} + kca \quad (5)$$

$$b = kca \cdot H \cdot C_o \quad (6)$$

H = konstanta keseimbangan, g rumput laut/ mL air.

kca= koefisien transfer massa antar fase volumetris, 1/menit.

C_o = kadar agar-agar dalam rumput laut sebelum ekstraksi, g agar-agar/g rumput

C_s = kadar agar-agar dalam rumput waktu selama ekstraksi, g agar-agar/g rumput

C_i = kadar agar-agar dalam pelarut selama ekstraksi, g agar-agar/mL pelarut

M= berat rumput laut, g

V=volum air, mL.

t= waktu ekstraksi, menit.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh peubah perbandingan berat padatan rumput laut dengan volume pelarut terhadap harga koefisien transfer massa volumetrik.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah daun rumput laut jenis *Gracilaria sp* (dari Bali) yang akan diekstraksi dengan pelarut aquadest, dan asam cuka untuk perendaman.

Kadar agar-agar dalam rumput laut ditentukan dengan 15 gr rumput laut diekstraksi tanpa perendaman selama 45 menit, kemudian menyaring hasil ekstraksi untuk memisahkan ampas, sehingga diperoleh filtrat. Mengulangi ekstraksi sampai diperoleh filtrat yang tidak mengandung agar-agar lagi. Filtrat yang diperoleh dimasukkan dalam pendingin, dibiarkan sebentar kemudian dikeringkan dengan oven sampai diperoleh berat konstan.

Rumput laut kering (15 gr) direndam dengan larutan asam cuka 0,6 N selama 15 menit, lalu hasil perendaman dicuci dengan air untuk menetralkan pH. Ekstraksi dijalankan dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan pengaduk, pendingin balik serta pengambil ciplikan. Pelarut aquadest 600 ml dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan *waterbath* dinyalakan pada suhu $\pm 100^\circ\text{C}$. Lalu rumput laut dimasukkan dan motor pengaduk dijalankan dengan kecepatan pengadukan tetap 500 rpm. Sample/cuplikan 10 ml diambil setiap selang waktu 10 menit sampai kondisi kesetimbangan tercapai. Sampel (filtrat) dimasukkan pendingin,

kemudian dikeringkan dengan oven sampai diperoleh berat konstan.

Rendemen atau yield adalah rasio berat agar-agar kering berdasarkan berat rumput laut kering. Nilai tetapan Henry ditentukan dengan memvariasikan jumlah pelarut yang digunakan dan ekstraksi dilakukan sampai waktu yang cukup lama sehingga tidak terjadi perubahan konsentrasi agar-agar dalam larutan. Dari grafik C_I vs waktu didapatkan nilai C_I yang mendekati konstan yang digunakan sebagai nilai C_I^* . C_s dapat ditentukan dengan persamaan (3), dan nilai H adalah kemiringan garis hubungan C_I^* vs C_s .

Nilai kca tidak dapat diukur langsung dari hubungan C_I dan t . Nilai kca pada persamaan (4) dapat dicari dengan mencoba-coba nilai kca yang memberikan nilai *Sum of Square of Error* (SSE) minimum menggunakan program MATLAB.

Dengan,

$$SSE = \sum (C_{I\text{data}} - C_{I\text{hit}})^2 \quad (7)$$

Analisis dimensi digunakan untuk menentukan hubungan kca dengan variable-variable yang mempengaruhinya. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh rasio berat padatan dengan volume pelarut terhadap kca , adapun persamaannya sebagai berikut :

$$\left[\frac{kca \cdot d_i}{D_L} \right] = k \left[\frac{M}{V \cdot \rho} \right]^e \quad (8)$$

Nilai k dan e dievaluasi dengan linierisasi persamaan 8.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan didahului perendaman rumput laut menggunakan larutan asam asetat 0,6N, kemudian dinetralkan, dan selanjutnya diikuti ekstraksi secara *batch*. Cara ekstraksi secara *batch* ini dipilih karena selain rangkaian alatnya sederhana, murah, alat ini juga mudah diterapkan. Perendaman dimaksudkan untuk memecah dinding sel rumput laut, sehingga rumput laut menjadi lunak dan ekstraksi agar-agar menjadi lebih cepat (Matsuhasi, 1977; Distantina, 2001). Ekstraksi agar-agar dari rumput laut ini dilakukan pada kondisi netral, karena agar-agar pada kondisi asam akan terhidrolisis sehingga akan mengurangi kekuatan gel.

Untuk menjaga rasio rumput laut – pelarut air selalu tetap selama ekstraksi, maka ekstraksi dilakukan menggunakan labu tertutup yang dilengkapi pendingin balik. Keseragaman konsentrasi di dalam ekstraktor serta agar ekstraksi lebih cepat, maka pada penelitian ini

dilakukan pengadukan. Agar pemanasan dapat merata dan fluks panas konstan, maka penelitian ini menggunakan *water bath* sebagai pemanas ekstrakstor. Dari data percobaan, kadar agar-agar dalam rumput laut *glacilaria* adalah 84,1%.

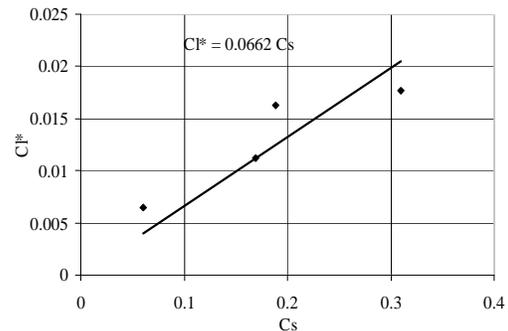
a. Konstanta keseimbangan Henry

Menurut Distantina (2001), konstanta Henry dipengaruhi oleh konsentrasi larutan perendaman.

Hasil percobaan dan perhitungan konstanta Henry disajikan di tabel 1 dan gambar 2. Pada kondisi penelitian ini, waktu yang diperlukan untuk mencapai keadaan seimbang berkisar 90 menit seperti yang ditunjukkan gambar 3. Keadaan jenuh atau seimbang, seperti yang ditunjukkan dalam persamaan 1, adalah keadaan dimana kecepatan transfer massa netto agar-agar dari rumput laut ke pelarut air adalah sama dengan kecepatan transfer massa netto agar-agar dari pelarut ke rumput laut. Waktu ekstraksi 90 menit ini tidak dapat digunakan jika kondisi ekstraksinya tidak sama. Waktu ekstraksi sampai mencapai keadaan jenuh sangat dipengaruhi nilai H dan kca . Sementara itu, nilai kca dan H dipengaruhi konsentrasi larutan perendaman, kondisi ekstraksi, serta geometri alat ekstraksi.

Tabel 1. Hubungan C_s dan C_I^* pada kesetimbangan (0,6N asam cuka pada perendaman)

M/V (gr/ml)	C_I^* (gr/ml)	C_s (gr agar2/gr rumput laut)
5 / 600	0,0065	0,0609
10 / 600	0,0112	0,1689
15 / 600	0,0163	0,1889
20 / 600	0,0177	0,3099

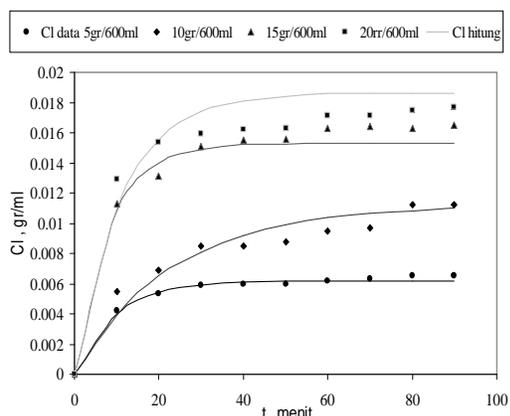


Gambar 2. Grafik hubungan C_s dengan C_I^*

Kemiringan persamaan tersebut merupakan konstanta keseimbangan sebesar 0,0662.

b. Pengaruh peubah M/V terhadap nilai kca

Berdasarkan data percobaan dan hasil perhitungan pada model matematika ekstraksi ini (persamaan 4), ditunjukkan pada gambar 3 dan tabel 2.



Gambar 3. Grafik CI data dan CI hitung vs waktu

Dari gambar 3 dan tabel 2 terlihat bahwa CI hitung mendekati CI data, dengan ralat rata-rata kecil antara 1,9093 % sampai 5,4992 % %, sehingga dapat dianggap bahwa pemodelan matematika yang diajukan dapat mewakili peristiwa transfer massa yang terjadi pada proses ekstraksi rumput laut dalam tangki berpengaduk.

Tabel 2. Nilai kca hasil minimasi SSE pada peubah M/V

M/V (gr/ml)	kca (menit ⁻¹)	SSE	Ralat (%)	Rendemen
5/600	0,0114	3,03E-07	1,9093	0,78
10/600	0,0187	6,336E-06	4,8577	0,672
15/600	0,0344	6,303E-05	3,6141	0,652
20/600	0,0399	2,0245-06	5,949	0,531

Dari tabel 2 terlihat bahwa jika rasio berat padatan dengan volume pelarut semakin besar maka semakin besar pula nilai koefisien transfer massa volumetric (kca). Hal ini disebabkan semakin besarnya rasio berat padatan dengan volume pelarut maka luas permukaan perpindahan massa antara padatan dengan larutan semakin besar, sehingga koefisien transfer massa volumetric semakin besar.

Dari tabel 2 terlihat, bahwa rasio berat padatan terhadap volume pelarut berpengaruh terhadap rendemen yang diperoleh. Terlihat bahwa semakin besar rasio berat padatan terhadap volume pelarut maka rendemen agar-agar yang diperoleh semakin kecil. Sedikitnya

rendemen yang diperoleh ini menunjukkan agar-agar dalam rumput laut yang belum terekstrak masih banyak. Meskipun nilai kca-nya besar namun rendemen yang diperoleh sedikit. Besarnya rendemen ditentukan dengan nilai konsentrasi agar-agar dalam larutan pada keadaan jenuh/keseimbangan, Cl^* . Nilai kca menunjukkan kecepatan transfer massa ekstraksi. Jika nilai kca besar berarti waktu yang dibutuhkan mencapai keadaan seimbang lebih cepat. Pada M/V besar, meskipun proses ekstraksinya cepat tetapi yang terekstrak sedikit. Dengan kata lain, pada ekstraksi dengan jumlah pelarutnya lebih sedikit maka agar-agar yang terekstrak akan lebih sedikit pula tetapi ekstraksinya lebih cepat.

c. Analisis Dimensi

Hubungan antara nilai kca dengan variabel-variabel peubah yang berpengaruh, seperti pada persamaan (13) dapat diselesaikan dengan regresi linier. Harga D_L dapat dicari dengan menggunakan persamaan Wilke dan Chang (Treyball, 1981). Harga $D_L = 1,8798 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{menit}$.

Hasil perhitungan regresi linier persamaan 8 adalah sebagai berikut :

$$\left[\frac{kca \times d_i^2}{D_L} \right] = 3337054,53 \left[\frac{M}{\rho \times V} \right]^{0,945}$$

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa kca berbanding lurus dengan perbandingan berat padatan dengan volume pelarut, jika perbandingan berat padatan dengan volume pelarut semakin besar maka semakin besar pula nilai koefisien transfer transfer massa volumetric (kca).

d. Perbandingan dengan peneliti lain

Perbandingan hasil penelitian pada artikel ini dengan artikel lain disajikan di tabel 4.

Dari tabel 4. terlihat bahwa rendemen yang diperoleh pada penelitian ini lebih besar dari penelitian Safira. Hal ini disebabkan, pada penelitian ini dilakukan dalam ekstraktor dengan M/V dijaga konstan dan dilengkapi dengan pengadukan 500 rpm, sehingga agar-agar yang terlarut pelarut lebih banyak dan lebih cepat.

Tabel 4. Perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian lain

	Penelitian Safira (2004)	Penelitian Distantina (2001)	Penelitian Distantina (2006)	Penelitian ini
Rumput laut Glacilaria	dari Tuban	Dari Bali	Dari Bali	dari Bali
Pelarut	air	Akuades	akuades	akuades
M/V awal ekstraksi	25gr/1000ml = 0,025	2,5gr/150mL =0,0167	15g/600mL = 0,025	5gr/600ml - 20gr/600mL atau 0,008-0,033
T	±100°C	±100°C	±100°C	±100°C
Larutan perendaman	0,87 N - 1,73 N asam cuka	0,01N – 0,5N HCl	0,2N – 0,8N asam cuka	0,6 N asam cuka
Waktu ekstraksi	45 menit	Keseimbangan, 30 menit	Keseimbangan, 90 menit	Keseimbangan, 90 menit
Pengadukan	tidak ada	200-250 rpm	500 rpm	500 rpm
Proses	Ekstraksi tanpa M/V dijaga tetap	Ekstraksi dengan M/V dijaga tetap	Ekstraksi dengan M/V dijaga tetap	Ekstraksi dengan M/V dijaga tetap
Rendemen	33,87%- 46,13%	17,58%-32,34%	54% - 70%	53% - 78%
H, gr/mL	-	0,0044 – 0,0104	0,0458 – 0,1286	0,0662
Kca, 1/menit	-	0,1105 – 0,3382	0,0157 – 0,0232	0,0114-0,0399

Selain itu, waktu ekstraksi penelitian ini lebih lama dibandingkan penelitian Safira, sehingga agar-agar yang terekstrak semakin banyak dan rendemen yang diperoleh semakin besar.

Dari tabel 4. terlihat bahwa rendemen yang diperoleh pada penelitian ini lebih besar dari penelitian Safira. Hal ini disebabkan, pada penelitian ini dilakukan dalam ekstraktor dengan M/V dijaga konstan dan dilengkapi dengan pengadukan 500 rpm, sehingga agar-agar yang terlarut pelarut lebih banyak dan lebih cepat. Selain itu, waktu ekstraksi penelitian ini lebih lama dibandingkan penelitian Safira, sehingga agar-agar yang terekstrak semakin banyak dan rendemen yang diperoleh semakin besar.

Konstanta H pada penelitian ini lebih besar daripada hasil penelitian Distantina (2001). Hal ini menunjukkan rendemen yang dapat dicapai pada penelitian ini lebih besar. Akan tetapi, nilai kca pada penelitian menggunakan larutan asam cuka lebih kecil dibandingkan penelitian menggunakan HCl sebagai larutan perendaman. Dengan demikian, waktu yang diperlukan untuk mencapai keadaan jenuh/seimbang akan lebih lama dibandingkan jika menggunakan larutan HCL sebagai larutan perendaman. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa pengolahan agar-agar menggunakan larutan asam cuka akan memberikan rendemen yang lebih banyak meskipun waktu yang diperlukan lebih lama dibandingkan jika

menggunakan larutan HCL sebagai larutan perendaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan bahwa pemodelan matematika yang diajukan dapat mewakili peristiwa transfer massa yang terjadi pada ekstraksi rumput laut. Tampak bahwa, rasio berat padatan terhadap volume pelarut semakin besar maka kecepatan ekstraksi semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Chapman, V.J., and Chapman, C.J., 1980, "Seaweed and Their Uses", 3rd ed. , pp. 148-193, Chapman and Hall Ltd., London.
- Distantina, S., Sediawan, W.B., dan Mulyono, P., 2001, "Pengaruh Perendaman Rumput Laut dengan HCl terhadap Ekstraksi Agar-agar Menggunakan Pelarut Air", Prosiding Seminar Nasional Kejuangan 2001 Teknik Kimia UPN Veteran, Yogyakarta.
- Distantina, S., Rusman, O., dan Hartati, S., 2006, "Pengaruh Konsentrasi Asam asetat pada Perendaman Terhadap kecepatan Ekstraksi Agar-agar", *Ekuilbrium*, 5, 34 –39.
- Matsuhasi , T., 1977, "Acid Pretreatment of Agarophytes Provides Improvement in

- Agar Extraction”, *J. Food Sci.*, 42, 1396-1400.
- McHugh, D.J., 2002, www.fao.org, “Prospect for Seaweed Production in Developing Countries”, Rome.
- Munaf, D.R., 2000, “Rumput Laut Komoditi Unggulan”, PT Grasindo, Jakarta.
- Safira, 2004, “Pembuatan Agar-agar Kertas dari rumput laut”, Laporan Penelitian Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Stephen, M.A., 1995, “Food Polysacharides and Their Application”, pp. 187-199, Marcel Dekker, Inc., Cape Town.
- Suryaka, T.A., 1992, “Peningkatan Yield pada Ekstraksi Agar-agar dari Rumput Laut”, Laporan penelitian Teknologi Bahan Makanan, Jurusan Teknik Kimia, FT UGM, Yogyakarta.