



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA III

"Teori dan Aplikasi Sains dalam Isu Globalisasi Lingkungan, Profesionalisasi Pembelajaran dan Kewirausahaan"

Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS

Surakarta, 7 Mei 2011



MAKALAH PENDAMPING

KEWIRAUSAHAAN
(Kode : G-03)

ISBN : 978-979-1533-85-0

OPTIMASI PROSES PEMBUATAN SIRUP STEVIA DARI *Stevia rebaudiana* (Bert.) SECARA FERMENTASI

Yohanes Martono^{1*}, Hartati Soetjipto¹, Hana Arini Parhusip²

¹ Prodi Kimia, ² Prodi Matematika Fakultas Sains dan Matematika

Universitas Kristen Satya Wacana

Jl. Diponegoro 52 – 60 Salatiga

e-mail: yohanes_mart@yahoo.co.id

*Keperluan korespondensi, tel/fax: (0298)7100396, email: yohanes_mart@yahoo.co.id

Abstrak

Stevia rebaudiana Bert. merupakan tanaman herbal yang mengandung senyawa glikosida alami dimana kemanisannya mencapai 300 kali sukrosa dan aman dikonsumsi. Senyawa glikosida alami yang dominan dalam *Stevia rebaudiana* (Bert.) adalah steviosida. Selain dalam bentuk serbuk, masyarakat dapat mengonsumsi pemanis dalam bentuk cairan seperti sirup. Oleh karena itu, penelitian ini mempunyai tujuan mengembangkan teknologi pembuatan sirup Stevia secara fermentasi dan optimasi dengan modeling matematis untuk mencapai kondisi yang optimum berdasarkan kandungan steviosida. Variabel pembuat optimum adalah persen gula untuk starter, massa stevia, dan waktu fermentasi. Kadar steviosida ditetapkan secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT), sedangkan optimasi proses dilakukan secara modeling matematis dengan program Matlab 6.5 dan visualisasi model dengan program Maple 9.5. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa starter yang digunakan adalah gula dan campuran ragi tape dan roti (1:1 b/b) dengan konsentrasi 5%. Massa dan waktu fermentasi stevia yang dibutuhkan untuk mencapai kadar steviosida yang optimum adalah 260,89 g dan 2,5027 hari, secara berturut-turut.

Kata kunci: optimasi, sirup, *Stevia rebaudiana* (Bert.), fermentasi

PENDAHULUAN

Rasa manis merupakan kebutuhan sensorial yang sangat penting bagi masyarakat. Sebagian besar masyarakat memenuhi kebutuhan rasa manis masyarakat dengan mengonsumsi gula. Konsumsi gula dalam jumlah berlebih dan jangka waktu yang lama dapat memicu obesitas, diabetes, dan penyakit degeneratif yang lain. Oleh karena itu, masyarakat mencari alternatif pemanis yang rendah kalori.

Saat ini, pemanis rendah kalori sudah banyak diproduksi. Sebagian besar pemanis rendah kalori tersebut merupakan pemanis sintetik. Beberapa pemanis yang banyak

digunakan diantaranya adalah siklamat, sakarin, dan aspartam. Tetapi, dari hasil penelitian menunjukkan penggunaan pemanis sintetik yang berkepanjangan dan berlebihan dapat memicu timbulnya penyakit -penyakit berbahaya seperti kanker [3].

Adanya jenis pemanis alami rendah kalori yang tidak berdampak negatif terhadap kesehatan tubuh sangat diharapkan oleh masyarakat. Di antara beraneka ragam jenis pemanis, terdapat senyawa glikosida yang dapat diekstrak dari tanaman herbal dengan spesies *Stevia rebaudiana* (Bert.). Menurut Tjasadhardja Fujita, produk dari *Stevia rebaudiana* Bert. dapat digunakan sebagai pemanis berkalori rendah bagi

penderita diabetes karena disamping berkalori rendah mempunyai sifat hipoglikemik yang berarti untuk menurunkan dan menjaga kadar gula darah [1].

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan untuk mengembangkan teknologi pembuatan sirup Stevia secara fermentasi dan melakukan optimasi dengan modeling matematis untuk mencapai kondisi yang optimum. Berdasarkan latar belakang diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah membuat sirup Stevia secara fermentasi, melakukan optimasi dengan modeling matematis untuk mendapatkan kondisi optimum (konsentrasi stevia, lama fermentasi, jumlah ragi) proses fermentasi berdasarkan kandungan steviosida.

PROSEDUR PERCOBAAN

Bahan

Sampel percobaan tanaman *Stevia rebaudiana* (Bert.) diperoleh dari daerah Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain, gula, ragi tempe dan roti, asetonitril (derajat HPLC, E-Merck, Germany), metanol (derajat HPLC, E-Merck, Germany), standar steviosida (98%, Wako, Jepang) dan akubides.

Instrumen

Instrumen yang digunakan adalah spektrofotometer (Shimadzu, UV Mini 1240), *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) (Knauer SmartLine, Germany).

Preparasi Sampel

Sampel yaitu tanaman *Stevia rebaudiana* dibersihkan dari tanah, lalu dikeringkan dengan *cabynet drying* selama 24 jam. Setelah kering, seluruh bagian tanaman dihaluskan dengan *grinder*.

Optimasi Pembuatan Larutan Starter

Larutan gula dibuat bervariasi dengan konsentrasi 2,5; 5; 7,5 dan 10% (b/v) dalam 500 mL akuades. Kemudian larutan disterilasi dengan *autoclave*. Setelah larutan didinginkan, ragi roti dan ragi tempe masing-masing 1 g dimasukkan ke dalam larutan gula tadi. Kemudian, larutan digoyang dengan *shaker* selama 24 jam. Kurva pertumbuhan mikroba diamati dengan mengukur optical density (OD) pada panjang gelombang 295 nm setiap dua jam selama 24 jam.

Pembuatan Sirup *Stevia rebaudiana* Bert. Secara Fermentasi

Masing-masing 50, 100, 200, dan 300 sampel dilarutkan dalam 2 L air. Larutan kemudian direbus selama 30 menit. Larutan kemudian didinginkan dan ditambah dengan 200 mL starter yang sudah optimal. Larutan dihomogenkan dan digoyang dengan shaker selama 24, 48, 72, dan 96 jam. Larutan yang sudah terfermentasi kemudian disaring. Larutan dipekatkan dengan cara direbus hingga volume berkurang sampai dengan 50 mL. Larutan yang sudah pekat disebut sebagai sirup stevia siap untuk dianalisis.

Analisis Steviosida Secara *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC)

10 mL sampel sirup diinjeksikan ke dalam HPLC dengan kondisi operasional sebagai berikut: fase diam: Eurospher C-18 (150 x 4.6 mm), fase gerak, A: H₂O: Methanol (70:20) (76%) dan B asetonitril (24%), volume injeksi: 20 µL, dan deteksi dengan detektor UV pada panjang gelombang 210 nm.

Analisa Data

Data dianalisis dengan menggunakan program MATLAB 6.5 untuk menentukan modeling matematis kondisi fermentasi yang optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi Pembuatan Starter

Pertumbuhan sel dapat diukur dari massa sel dan secara tidak langsung dengan mengukur turbiditas cairan medium tumbuh. Turbiditas dapat diukur menggunakan spektrofotometer (*optical density/ OD*). Unit OD proporsional dengan massa sel dan juga jumlah sel, sehingga cara ini dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah atau massa sel secara tidak langsung. Pada biakan sistem tertutup, pengamatan jumlah sel dalam waktu yang cukup lama akan memberikan gambaran berdasarkan kurva pertumbuhan bahwa terdapat fase-fase pertumbuhan. Fase pertumbuhan dimulai pada fase permulaan, fase pertumbuhan yang dipercepat, fase pertumbuhan logaritma (eksponensial), fase pertumbuhan yang mulai dihambat, fase stasioner maksimum, fase kematian dipercepat, dan fase kematian logaritma. Kecepatan sel membelah diri paling cepat terdapat pada fase pertumbuhan logaritma atau pertumbuhan eksponensial, dengan waktu generasi pendek dan konstan. Selama fase logaritma, metabolisme sel paling aktif, sintesis bahan sel sangat cepat dengan jumlah konstan sampai nutrisi habis [6]. Oleh karena itu, pada optimasi ini akan ditentukan kurva pertumbuhan mikroba yang paling sesuai dengan fase-fase pertumbuhan ini dan waktu dimulainya fase logaritma. Kurva pertumbuhan mikroba untuk tiap konsentrasi larutan gula ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan kurva yang telah diperhalus, konsentrasi larutan gula 5% merupakan kondisi yang optimum dengan masa inkubasi sampai dimulainya fase logaritma adalah 4 jam (Gambar 2.)

Penetapan Kadar Steviosida dengan HPLC

Kadar steviosida dapat ditetapkan dengan kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) fase terbalik dengan sistem elusi isokratik [2]. Kadar steviosida untuk tiap perlakuan dapat dilihat pada

Tabel 1. Gambar contoh profil kromatogram hasil fermentasi dengan variasi massa 100 g pada hari ke-0 dan hari ke-6 dapat dilihat pada Gambar 3. Pada hari ke-0, kadar steviosida untuk massa fermentasi 50 g stevia adalah paling tinggi. Hal ini dapat disebabkan karena perbandingan massa:volume untuk mengekstraksi paling besar (1 : 40) sehingga kapasitas ekstraksi menjadi lebih besar dan senyawa yang terekstrak juga menjadi lebih banyak.

Optimasi Kondisi Fermentasi Sirup Stevia dengan Pemodelan Matematika

Sebagai permulaan pendekatan maka data kadar steviosida (S) sebagai fungsi hari (t) dan massa (m), atau ditulis

$$S = f(t, m) = S(t, m).$$

Kita dapat memformulasikan masalah mencari waktu dan massa minimal untuk S yang optimal. Oleh karena itu waktu dan massa minimal sebutlah $(\bar{x}^* = (t^*, m^*)^T$ (dengan T menyatakan *transpose*) maka kita mempunyai masalah optimasi. Kasus optimasi yang diperlukan adalah memaksimalkan S dengan waktu dan massa yang minimal. Secara umum dapat ditulis

$$\min_{\bar{x}} \max_S S(\bar{x}) \quad (i)$$

Dalam optimasi hal ini disebut *minimax problem* atau dapat ditulis menentukan meminimal \bar{x}^* sehingga $S(t, m)$ optimal

dengan kendala $t \geq 0, m \geq 0$.

Data dinyatakan dalam bentuk tak berdimensi dengan cara membagi setiap data tiap kolom dengan maksimum tiap kolom. Jika \hat{t} dan \hat{m} menyatakan masing-masing waktu dan massa yang berdimensi maka

$$t = \frac{\hat{t}}{t_{Ref}}, \quad m = \frac{\hat{m}}{m_{Ref}}, \quad S = \frac{\hat{S}}{S_{Ref}} \quad (ii)$$

menyatakan variabel waktu dan massa yang tak berdimensi dengan t_{Ref} , m_{Ref} , S_{Ref} masing-masing menyatakan referensi waktu, referensi massa dan referensi kadar steviosida. Pada makalah ini kita menggunakan data referensi adalah maksimum data.

Karena pada makalah ini data masih diskrit, maka kita perlu memilih suatu fungsi kontinu untuk menyatakan data kadar steviosida sebagai fungsi waktu dan massa serta mencari parameter dengan menggunakan *least square* [4] yang dianggap tepat untuk merepresentasikan data Tabel 1 .

Telah diketahui pula (Peressini,et.all 1988) bahwa fungsi kuadratik multivariabel mempunyai sifat konveks dan fungsi ini jelas mempunyai peminimum Oleh karena itu dipilih model kuadratik

$$S(t, m) = (t - \alpha)^2 + (m - \beta)^2 + \gamma := S \text{ model} \quad (iii)$$

Dengan menggunakan fungsi *lsqnonlin.m* pada MATLAB 6.5 kita dapat menentukan data dalam bentuk tak berdimensi dapat dinyatakan sebagai

$$S(t, m) = (t - 0.4201)^2 + (m - 0.8696)^2 - 0.0688 := S \text{ model} \quad (iv)$$

Selanjutnya fungsi persamaan (iv) kita substitusikan pada problem (i) yang kemudian kita perlu menyelesaikan (i). Titik kritis dapat dengan mudah diperoleh yaitu kita menggunakan kondisi

$$\nabla S = \begin{bmatrix} \frac{\partial S}{\partial t} & \frac{\partial S}{\partial m} \end{bmatrix}^T = [2(t - \alpha) \quad 2(m - \beta)]^T = [0 \quad 0]^T \quad (v)$$

Hal ini terjadi untuk $t^* = \alpha = 0.4201$ dan $m^* = \beta = 0.8696$. Dalam bentuk dimensi dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (ii) yaitu

$$\hat{t}^* = t^* t_{maksimum} = 0.4201 \times 6 \text{ hari} = \mathbf{2.5207 \text{ hari}}$$

dan

$$\hat{m}^* = m^* m_{maksimum} = 0.8696 \times 300 \text{ gr} = \mathbf{260.89 \text{ g}}$$

Fungsi optimasi ini diilustrasikan pada Gambar 4.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa starter yang digunakan adalah larutan gula 5% dan campuran ragi tape dan roti (1:1 b/b) sebanyak 10% (v/v) dari volume larutan stevia. Massa dan waktu fermentasi stevia yang dibutuhkan untuk mencapai kadar steviosida yang optimum adalah 260,89 g dan 2,5027 hari, secara berturut-turut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada UKSW yang telah memberikan dana penelitian internal PR V sehingga penelitian ini dapat berlangsung.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Djas, Harmaini Morse Jazid. 2005. Efek Hipoglikemia Zat Pemanis Dari Stevia, Rebaudiana Bertonii Pada Kelinci. [http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=br
owse&op=read&id=jbptitbpp-gdl-s2-
1986-harmainimo-1734&q=Obat](http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbpp-gdl-s2-1986-harmainimo-1734&q=Obat)
- [2] Martono, Y., Lestari, D., Lestari, F.I., Kristianto, Y.E., dan Iman, M.P. 2009. Kristalisasi dan Pra-formulasi Steviosida dari *Stevia rebaudiana* (Bert.) Sebagai Pemanis Alami Rendah Kalori. Prosiding Seminar Nasional LIPI 2009 "Pengembangan Teknologi Berbasis Bahan baku Lokal" Yogyakarta, 2 Desember 2009; ISBN: 979-1519-52-8.
- [3] Mudjajanto, E.S. 2005. Keamanan Jajanan Tradisional. [http://www.kompas.com/kompas-
cetak/0502/17/ilpeng/1563189.htm](http://www.kompas.com/kompas-cetak/0502/17/ilpeng/1563189.htm)
- [4] Parhusip H. A., 2009. Determination Parameter by Nonlinear Least Square, *Proceedings of 4th International Conference on Mathematics and Statistics (ICOMS 2009)*, Universitas Malahayati Badar

[5] Peressini, A.L,Sullivan , F.E., Uhl,J.,1988. *The Mathematics of Nonlinear Programming*, Springer Verlag, New York, Inc.

[6] Sumarsih, Sri. 2003. Diktat Kuliah Mikrobiologi Dasar. Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"; Yogyakarta.

TANYA JAWAB

Nama Penanya : **Wahyuningsih**

Nama Pemakalah : **Yohanes Martono**

Pertanyaan :

Produk sirup banyak orang tidak suka tidak teh?

Mengapa, warnanya apa?

Jawaban :

Dari hasil penelitian terdahulu, stevia sudah dikristalkan namun belum terlarut sempurna dalam air, sehingga ad aide untuk membuat dalam bentuk sirup. Dari hasil penelitian ini, larutan hasil fermentasi menyerupai the dan cenderung disukai.

Nama Penanya : **Feti Fatimah**

Nama Pemakalah : **Yohanes Martono**

Pertanyaan :

1. Dari mana sumber stevia?
2. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya?

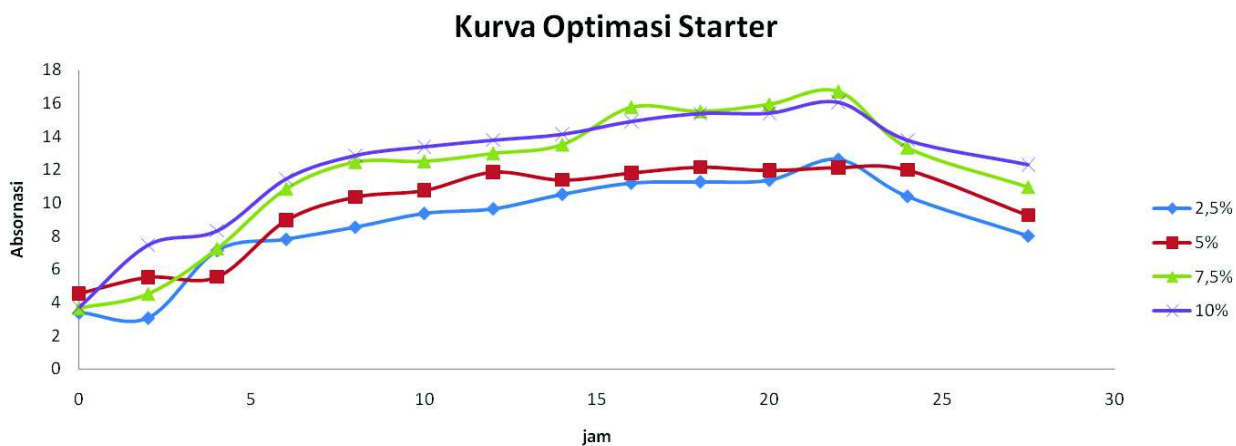
Jawaban :

1. Tawangmangu, Kab.Karanganyar, Jawa Tengah.
2. Bentuk sediaan, pada umumnya dalam bentuk serbuk, pada penelitian ini dibuat dalam bentuk sirup.

LAMPIRAN

Tabel 1. Hasil pengukuran kadar steviosida (%) dalam massa dan waktu yang ditetapkan

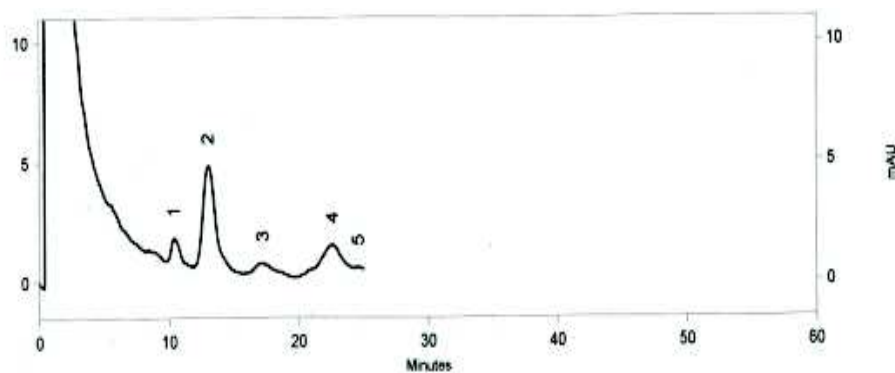
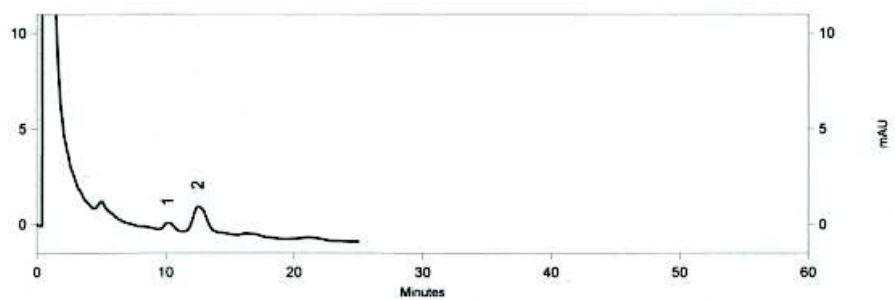
Massa	hari	kadar steviosida (%)
50	0	0,38
100	0	0,10
200	0	0,04
300	0	0,04
50	2	0,28
100	2	0,33
200	2	0,10
300	2	0,07
50	4	0,76
100	4	0,20
200	4	0,15
300	4	0,06
50	6	0,45
100	6	0,27
200	6	0,14
300	6	0,11



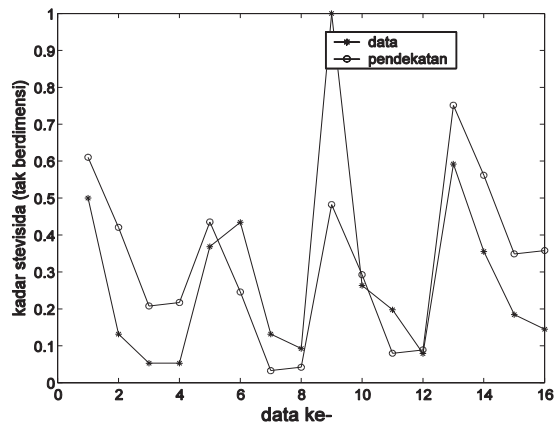
Gambar 1. Kurva optimasi starter larutan gula.



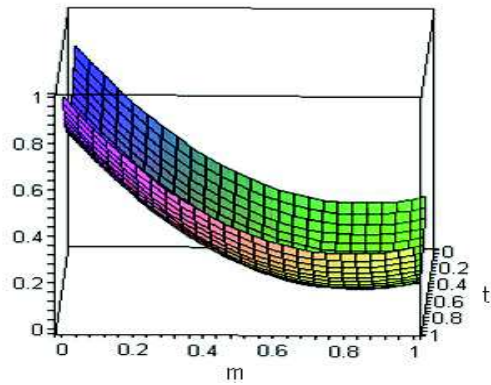
Gambar 2. Kurva pertumbuhan mikrob dengan starter larutan gula 5%.



Gambar 3. Profil kromatogram penetapan kadar steviosida (puncak no 2) [A] larutan stevia 100 g hari ke-0 (tR = 12,500 menit) dan [B] larutan stevia 100 g hari ke-6 (tR = 13,033 menit).



[A]



[B]

Gambar 4. [A] Perbandingan pengukuran dan hasil pendekatan kadar steviosida. [B] Ilustrasi 3 dimensi pemodelan matematika