

KINETIKA REAKSI FERMENTASI GLUKOSA HASIL HIDROLISIS PATI BIJI DURIAN MENJADI ETANOL

Usyqi Salsabila, Diah Mardiana* dan Ellya Indahyanti

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya,
Jl. Veteran Malang 65145

*Alamat korespondensi, Tel : +62-341-575838, Fax : +62-341-575835
Email: mdiah@ub.ac.id

ABSTRAK

Etanol dapat diperoleh melalui proses fermentasi glukosa menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Sumber potensial glukosa adalah pati dari biji durian. Penelitian ini mempelajari tentang penentuan model kinetika fermentasi etanol dari glukosa dan karakterisasi sifat fisik etanol yang dihasilkan. Fermentasi glukosa dilakukan dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* pada variasi konsentrasi awal glukosa 20, 40, 60 dan 80 ppm selama 72 jam. Etanol yang terbentuk dianalisis secara spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 605 nm setelah direaksikan dengan kalium dikromat dalam cawan Conway. Penentuan sifat fisik etanol meliputi massa jenis dan indeks bias. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model kinetika fermentasi etanol mengikuti persamaan $\frac{1}{v} = -0,0011 \frac{1}{[S]} + 0,0002$ dengan konstanta *Michaelis-Menten* (K_m) $5,5 \text{ ppm}^{-1}$ dan kecepatan maksimum (V_{maks}) $5000 \text{ ppm.jam}^{-1}$. Adapun sifat fisik yaitu massa jenis dan indeks bias berturut-turut mempunyai kisaran nilai 0,9767-0,9809 g/mL dan 1,3347-1,3365.

Kata kunci: durian, etanol, fermentasi, kinetika

ABSTRACT

Ethanol can be produced by glucose fermentation process using *Saccharomyces cerevisiae*. The potential source of glucose is starch of durian seed. This research studies about determine the kinetics model of ethanol fermentation of glucose and to identify the physical properties of ethanol produced. Glucose fermentation using *Saccharomyces cerevisiae* for 72 hours at various initial concentrations of 20, 40, 60 and 80 ppm has been conducted. After ethanol produced was reacted with potassium dichromate using Conway crucible. It was then analyzed by UV-Vis spectrophotometer at 605 nm. The physical properties of ethanol determined were density and refraction index. The result showed that the kinetics model of ethanol fermentation obtained was accordance with $\frac{1}{v} = -0,0011 \frac{1}{[S]} + 0,0002$ equation. As for *Michaelis-Menten* (K_m) constant was $5,5 \text{ ppm}^{-1}$ and maximum velocity (V_{max}) $5000 \text{ ppm.hour}^{-1}$. In addition, its physical properties i.e. density and refractive index were in the range of 0,9767-0,9809 g/mL and 1,3347-1,3365 respectively.

Keywords: durian, ethanol, fermentation, kinetics

PENDAHULUAN

Bioetanol merupakan suatu cairan yang diperoleh melalui proses fermentasi gula atau karbohidrat menggunakan mikroorganisme [1,2]. Sumber karbohidrat yang dapat digunakan antara lain berbagai jenis tanaman yang mengandung pati. Salah satu tanaman yang mengandung pati atau amilum adalah biji durian. Kandungan pati dalam biji durian cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai bahan baku bioetanol [3].

Etanol dari pati akan terbentuk jika pati atau amilum diubah terlebih dahulu menjadi gula sederhana (glukosa dan sebagian fruktosa) melalui reaksi hidrolisis dan dilanjutkan dengan fermentasi alkohol yang mengubah glukosa menjadi etanol dengan menambah *yeast* atau ragi [4]. Reaksi hidrolisis merupakan reaksi yang melibatkan air atau asam sebagai reaktan agar suatu persenyawaan dapat terpecah atau terurai [5]. Reaksi hidrolisis merupakan reaksi yang berlangsung lambat karenanya untuk mempercepat laju sering ditambahkan katalis. Katalis yang dapat dipakai pada reaksi hidrolisis pati adalah katalis asam, seperti asam mineral HCl atau H₂SO₄[6]. Fermentasi merupakan proses perubahan kimia yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme untuk memperoleh energi dengan memecah substrat untuk pertumbuhan dan metabolisme dari mikroorganisme tersebut. Proses fermentasi yang terjadi pada pembentukan etanol adalah fermentasi anaerob atau tanpa oksigen [7]. Penggunaan ragi *Saccharomyces cerevisiae* banyak digunakan untuk meningkatkan hasil produksi bioetanol dari gula karena tidak membutuhkan sinar matahari dalam pertumbuhannya. *Saccharomyces cerevisiae* dalam bentuk ragi dapat langsung digunakan sebagai inokulum pada kultivasi etanol sehingga tidak diperlukan penyiapan inokulum secara khusus [8].

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model kinetika fermentasi etanol dan sifat fisik etanol dari glukosa hasil hidrolisis pati biji durian dengan menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*.

METODA PENELITIAN

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah biji durian yang diperoleh dari daerah Dinoyo, Malang. Bahan kimia yang digunakan dengan kualitas (*pro analysis*) kecuali disebutkan lain seperti ragi *Saccharomyces cerevisiae* dari merek dagang “fermipan”, HCl, (K₂Cr₂O₇), (NaSO₃), fenol, (NaOH), (Na₂CO₃), (asam 3,5-dinitrosalisilat), glukosa, etanol, (KH₂PO₄), dan urea.

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini seperangkat pompa air, kondensor, cawan Conway, pH meter (Model 420 A), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 1601 double beam), *shaker* (Edmund Buhler SM 25), *sentrifuge*, refraktometer, piknometer 10 mL, dan kertas pH.

Prosedur hidrolisis biji durian

Tepung biji durian ditimbang sebanyak 2,5 g dan dimasukkan ke dalam labu alas bulat 500 mL. Ditambahkan 20 mL larutan HCl 3M dan beberapa butir batu didih. Kemudian

penangas air diatur pada temperatur 70°C dan dilakukan pemanasan selama 3 jam. Hasil hidrolisis dipisahkan antara cake biji durian dengan larutan hidrolisat.

Fermentasi glukosa dengan *Saccharomyces cerevisiae* variasi konsentrasi substrat

Larutan hidrolisat diencerkan sehingga diperoleh konsentrasi glukosa 0, 20, 40, 60, dan 80 ppm. Kemudian masing-masing dipipet sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berbeda, ditambahkan 0,2 g KH₂PO₄, 0,2 g urea, dan 20 mL aquades serta larutan NaOH 1 % (1-2 tetes) hingga pH = 6. Selanjutnya ditambahkan larutan inokulum *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 1 mL. Masing-masing dilakukan *triplo* dan dilakukan fermentasi dengan keadaan anaerob dengan mengatur sedemikian agar udara tidak masuk. Fermentasi dilakukan pada suhu ruang dengan dikocok menggunakan *shaker* selama 72 jam (± 3 hari). Selanjutnya disaring untuk menghilangkan biomassa, diukur pH setelah fermentasi dan *disentrifuge* selama 5 menit.

Penentuan kadar etanol hasil fermentasi

Kadar etanol hasil fermentasi dilakukan menggunakan metode cawan Conway, dalam metode ini pengukuran absorbansi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 605 nm. Nilai absorbansi dikonversikan pada persamaan kurva standar etanol ($y = 0,0004x$) sehingga dapat diketahui besarnya kadar etanol hasil fermentasi glukosa menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Kurva baku dibuat dengan kisaran konsentrasi etanol 100-400 ppm.

Uji sifat fisik bioetanol

Bioetanol hasil fermentasi dianalisa sifat fisiknya dengan mengukur indeks bias dan massa jenis. Indeks bias etanol ditentukan dengan menggunakan refraktometer. Sedangkan massa jenis etanol diukur menggunakan piknometer melalui penimbangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

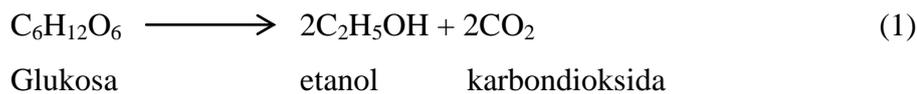
Penentuan kadar glukosa hasil hidrolisis

Biji durian yang digunakan dengan cepat berubah berwarna coklat karena terjadi proses pencoklatan (*browning*) akibat adanya kinerja enzim polifenoloksidase. Enzim ini akan menyebabkan turunan senyawa fenol yang terdapat dalam biji durian mengalami reaksi oksidasi dengan oksigen dari udara dengan produk sekunder adalah pigmen berwarna coklat. Saat reaksi hidrolisis berlangsung secara perlahan larutan berwarna agak kecoklatan kemungkinan disebabkan pigmen coklat yang terbentuk larut dalam asam yang digunakan pada reaksi hidrolisis pati. Warna larutan setelah hidrolisis selesai berubah menjadi

coklat. Hasil hidrolisis pati memberikan kadar glukosa sebesar 365,9 ppm.

Fermentasi

Pada proses fermentasi ragi *Saccharomyces cerevisiae* mampu bertahan pada suhu dan pH yang sesuai. Pengaruh pH pada pertumbuhan ragi tergantung pada konsentrasi gula oleh karena itu dalam percobaan ini digunakan pH 6 karena pada pH tersebut *Saccharomyces cerevisiae* dapat tumbuh dengan baik. Pada akhir fermentasi nilai pH tidak mengalami perubahan. Selama proses fermentasi terjadi konsumsi glukosa oleh *Saccharomyces cerevisiae* sehingga kemungkinan kadar glukosa berkurang sesuai dengan bertambahnya waktu fermentasi. Akibat bertambahnya waktu fermentasi maka aktivitas ragi menurun sesuai dengan berkurangnya substrat dan nutrisi yang tersedia. Penurunan aktivitas ragi ini akan mengurangi jumlah asam organik yang terbentuk sebagai hasil samping dalam pembuatan bioetanol. Reaksi pembentukan etanol dari glukosa berlangsung sesuai persamaan reaksi (1).

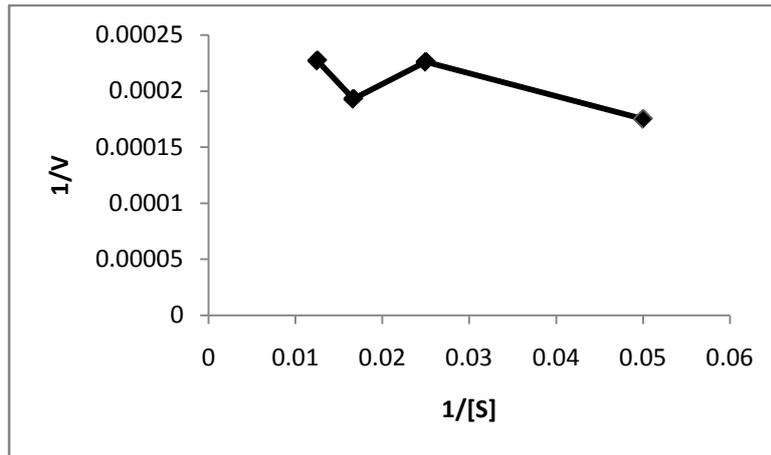


Kinetika fermentasi

Kadar etanol yang diperoleh dari proses fermentasi kemudian dianalisis lebih lanjut untuk memperoleh model kinetika fermentasi. Kadar glukosa awal digunakan untuk memperoleh harga $1/[S]$ sedangkan kadar etanol selama 72 jam digunakan untuk menghitung laju dan diperoleh harga $1/V$. Hasil perhitungan dicantumkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan persamaan *Michaelis-Menten*

Waktu (jam)	[Substrat] (ppm)	Kadar etanol (ppm)	V (ppm/jam)	$1/[S]$ (ppm ⁻¹)	$1/V$ (ppm.jam ⁻¹)
72	20	410900	5706,94	0,05	0,000175
72	40	318266,7	4420,37	0,025	0,000226
72	60	372400	5172,22	0,01667	0,000193
72	80	316750	4399,31	0,0125	0,000227

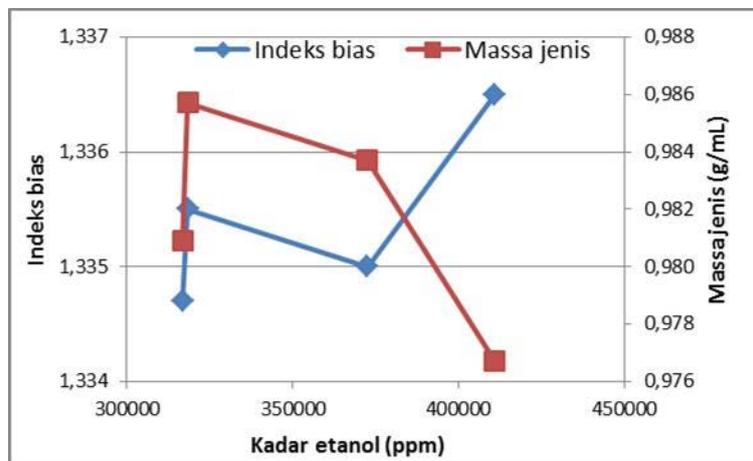


Gambar 1. Model kinetika *Michaelis-Menten* pada fermentasi

Berdasarkan Gambar 1 maka proses fermentasi sesuai dengan model dari persamaan *Michaelis-Menten*, maka pendekatan ini menghasilkan nilai kecepatan maksimum (V_{maks}) = 5000 ppm.jam⁻¹ dan konstanta *Michaelis-Menten* (K_m) = 5,5 ppm⁻¹.

Uji sifat fisik bioetanol

Jika data sifat fisik dihubungkan dengan kadar etanol maka akan diperoleh kurva pada Gambar 2.



Gambar 2. Korelasi antara kadar etanol dengan sifat fisik

Berdasarkan kurva pada Gambar 2 tampak bahwa harga antara indeks bias dengan massa jenis adalah berbanding terbalik. Massa jenis cenderung menurun saat kadar etanol meningkat, disebabkan massa jenis etanol adalah lebih kecil dibandingkan air. Adapun untuk indeks bias terjadi kecenderungan sebaliknya. Saat kadar etanol naik maka harga indeks bias cenderung naik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada kondisi terbaik diperoleh konstanta *Michaelis-Menten* (K_m) = 5,5 ppm⁻¹ dan kecepatan reaksi maksimum (V_{maks}) = 5000 ppm.jam⁻¹. Adapun sifat fisik massa jenis dan indeks bias berturut-turut mempunyai kisaran nilai 0,9767-0,9809 g/mL dan 1,3347-1,3365.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jumari, A., Wibowo W.A., Handayani, Ariyani, I., 2009, Pembuatan Etanol Dari Jambu Mete Dengan Metode Fermentasi, *Ekulibrium*, Hal.48-54
2. Perwitasari, D.S., Cahyo, A., 2009, *Pembuatan Dekstrin Sebagai Bahan Perekat Dari Hidrolisis Pati Umbi Talas Dengan Katalisator HCl*, Waste Based Energy and Chemicals, UPN "Veteran" Jawa Timur, ISSN1978-0427
3. Nurfiana, F., Mukaromah, U., Jeannisa, V.C., Putra, S., 2009, Pembuatan Bioetanol Dari Biji Durian Sebagai Sumber Energi Alternatif, *Artikel Seminar Nasional V*, SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta, ISSN 1978-0176
4. Khamdiah, N., 2010, *Pembuatan Etanol Dari Alga Merah Jenis *Eucheuma spinosum* Dengan Sakarifikasi Dan Tanpa Sakarifikasi Pada Variasi Lama Fermentasi*, Skripsi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
5. Dyah, S. P., 2009, Pembuatan Glukosa Cair Dari Bahan Baku Rebung (Production Of Liquid Glucose from Bamboo Shoots), *J. Kimia dan Teknologi*, UPN "Veteran" Jawa Timur, ISSN 0216-163 X
6. I Nyoman, W. P., I Gusti B. W., I Nyoman S. W., 2011, Proses Treatment Dengan Menggunakan NaOCl Dan H₂SO₄ Untuk Mempercepat Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Rumpun Laut *Eucheuma Cottonii*, *Jurnal Ilmiah*, Hal. 64-68
7. Minarni, N., 2013, *Pembuatan Bioetanol dari Glukosa dengan Hasil Hidrolisis Biji Durian (*Durio zibethinus*) dengan Bantuan *Saccharomyces cerevisiae**, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang
8. Purwanto, Agung, 2012, Pembuatan Bioetanol Dari Tepung Biji Nangka Dengan Proses Sakarifikasi Fermentasi Fungi *Aspergillus niger* Dilanjutkan Dengan Fermentasi *Yeast Saccharomyces cereviceae*, Tugas Akhir, Program Diploma Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang