



Produksi Etanol Berbahan Baku Molasses Melalui Proses Fermentasi Menggunakan Ragi Roti

Yustia Wulandari Mirzayanti^{1*}, Sugiono², dan Reta Kurniayati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arif Rahman Hakim No. 100 Surabaya, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Halaman:

1 – 10

Tanggal penyerahan:

22 Maret 2021

Tanggal diterima:

31 Maret 2021

Tanggal terbit:

28 Juni 2021

EMAIL

yustiawulandari_che@itats.ac.id

ABSTRACT

One of the alternatives and renewable energy that is being developed is ethanol. Ethanol is better known as Gasohol. Molasses can make Gasohol through the synthesis of molasses fermentation using a yeast starter. This study aims to analyze how the effect of the addition of baker's yeast, the length of fermentation incubation time on the resulting alcohol content. In addition, the yield obtained from the highest amount of ethanol production in the molasses fermentation process. Ethanol production through fermentation synthesis using the help of microorganisms *Saccharomyces cerevisiae*. Based on the objective review, the variation used is the amount of baker's yeast, namely 0.1; 0.2; 0.3; 0.4; and 0.5% glucose levels. The fermentation times were 24, 48, 72, 96, and 120 hours ($T = 30^{\circ}\text{C}$ and $\text{pH} = 5$). Based on these variations, the highest alcohol production was 11%, obtained by adding 0.2% of yeast to the glucose content in the solution. The incubation time is 72 hours. The yield obtained for the highest alcohol content is 4.48%.

Keywords: Ethanol, Molasses, Fermentation, Bread Yeast

ABSTRAK

Salah satu energi alternatif dan dapat diperbaharui yang sedang dikembangkan adalah etanol. Etanol lebih dikenal dengan istilah gasohol. Pembuatan gasohol dapat melalui sintesa fermentasi molasses dengan menggunakan starter ragi roti. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini bertujuan menganalisis bagaimana pengaruh akibat penambahan ragi roti, lama waktu inkubasi fermentasi terhadap kadar alkohol yang dihasilkan. Selain itu, *yield* yang diperoleh dari jumlah produksi etanol tertinggi pada proses fermentasi molasses. Produksi etanol melalui sintesa fermentasi menggunakan bantuan mikroorganisme *saccharomyces cerevisiae*. Berdasarkan tinjauan tujuan, maka variasi yang digunakan adalah jumlah ragi roti yaitu 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5% dari kadar glukosa. Waktu fermentasi yaitu 24, 48, 72, 96, dan 120 jam ($T = 30^{\circ}\text{C}$ dan $\text{pH} = 5$). Berdasarkan variasi tersebut maka produksi alkohol tertinggi adalah 11% diperoleh pada penambahan jumlah ragi sebesar 0,2% dari kadar glukosa dalam larutan. Lama waktu inkubasi 72 jam. *Yield* yang diperoleh untuk kadar alkohol tertinggi adalah sebesar 4,48%.

Kata kunci: Etanol, Molasses, Fermentasi, Ragi Roti

PENDAHULUAN

Salah satu energi jenis alternatif adalah bioetanol. Energi alternatif tersebut termasuk yang sedang dikembangkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan

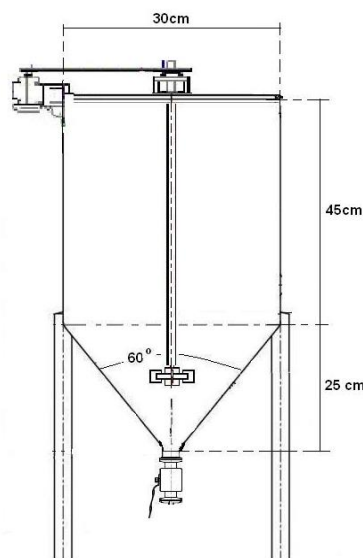
mengurangi emisi gas rumah kaca [1]. Etanol dapat diproduksi dari bahan baku biomassa melalui proses fermentasi. Etanol tersebut merupakan bahan bakar yang tidak beracun. Ragi biasanya dipilih untuk fermentasi etanol dari beberapa bahan baku pertanian, misalnya gula, pati, dan bahan lignoselulosa. Etanol merupakan sumber energi alternatif yang memiliki kelebihan, salah satunya adalah memiliki sifat *renewable* serta ramah terhadap lingkungan. Gasohol dapat dijadikan sebagai bahan campuran bensin dimana selanjutnya digunakan sebagai bahan bakar. Pengaplikasian etanol sebagai bahan bakar telah banyak diterapkan di negara-negara berkembang, salah satunya adalah Indonesia. Negara Indonesia merupakan negara agraris yang kaya bahan biomassa. Oleh sebab itu, Indonesia memiliki potensial untuk untuk mengembangkan etanol sebagai salah satu sumber energi alternatif. Sumber daya alam tersebut yaitu molasses, nira, jerami padi, jagung, gandum dan kentang. Pada penelitian ini berfokus untuk mengembangkan molasses sebagai bahan baku untuk memproduksi etanol. Bahan molasses merupakan bahan baku biomassa yang memiliki kandungan glukosa serta dapat didegradasi menjadi etanol [2].

Pembuatan etanol dapat melalui dua macam proses, yaitu sistesis kimia dan fermentasi. Namun, proses fermentasi lebih banyak digunakan dalam dunia industri. Hal tersebut dikarenakan faktor kondisi operasi pada proses fermentasi relatif lebih aman, yaitu menggunakan temperatur ruangan serta tidak memerlukan tekanan operasi yang tinggi [3]. Sumber bahan baku yang dapat diaplikasikan pada proses fermentasi dapat diperbaharui sehingga sesuai menjadi sumber alternatif krisis bahan bakar dan lingkungan. Sumber bahan baku untuk proses fermentasi menghasilkan etanol yang berasal dari monosakarida atau disakarida (seperti: gula tebu, dan tetes tebu), bahan yang memiliki sari pati (seperti: umbi, padi, dan jagung), dan sumber bahan baku yang menghasilkan selulosa (seperti: limbah pertanian, dan kayu). Berbagai macam mikroorganisme yang dapat digunakan pada proses fermentasi dapat berasal dari beberapa macam ragi, antara lain *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces uvarum* (tadinya *Saccharomyces carlsbergensis*), *Candida utilis*, *Saccharomyces anamensis*, *Schizosaccharomyces pombe*. Selain itu proses fermentasi dapat dioperasikan pada sistem batch maupun kontinyu [4].

Penelitian ini menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* yang terkandung dalam ragi roti. Mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* memiliki beberapa keunggulan, yaitu antara lain lebih mudah beradaptasi dengan lingkungan, tahan terhadap konsentrasi alkohol yang tinggi, dan lebih mudah didapat [5]. Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini berfokus untuk melakukan proses fermentasi pada molasses menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* yang terkandung dalam ragi roti. Fokus penelitian ini akan mempelajari tentang pengaruh variasi berat ragi roti dari kadar glukosa pada larutan serta lama waktu inkubasi pada proses fermentasi. Kondisi operasi yang digunakan adalah pH = 5, dan temperatur 30°C.

METODE

Pada penelitian ini terdiri dari enam tahapan. Tahap pertama adalah melakukan sterilisasi fermentor. Tahap kedua adalah membuat media. Tahap ketiga adalah mengatur pH larutan hingga pH = 5. Tahap ke empat adalah menyiapkan starter. Tahap ke lima mensterilkan larutan dengan cara memanaskan larutan hingga temperatur 121°C selama 15 menit. Tahap ke enam adalah proses fermentasi. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah molasses. Mikroorganisme yang digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae* yang terkandung dalam ragi roti. Nutrisi yang digunakan adalah NPK dan Urea. Proses fermentasi dilakukan pada pH = 5 dan temperatur operasi adalah 30°C. Variasi berat ragi yang digunakan yaitu 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5% (2,8; 5,6; 8,4; 11,2; dan 14 gr) dari kadar glukosa dalam larutan dan waktu inkubasi pada proses fermentasi yaitu 24, 48, 72, 96, dan 120 jam. Desain alat fermentor yang digunakan pada proses fermentasi seperti **Gambar 1** berikut ini:



Gambar 1. Desain alat fermentor

Tahap pertama adalah melakukan sterilisasi fermentor menggunakan etil alkohol. Tahap kedua adalah membuat substrat dari molasses dengan kadar glukosa 14% dari molasses awal yang kadar glukosanya 24%. Pembuatan substrat tersebut dilakukan dengan cara pengenceran 11,67 liter molasses dalam 8,33 liter air, kemudian dilakukan pengadukan pengenceran hingga homogen. Selanjutnya tahap ketiga adalah mengatur pH larutan hingga pH = 5. Tahap keempat adalah membuat stater dengan cara menambahkan nutrient NPK sebanyak 2,8 gram dan urea sebanyak 14 gram. Tahap ke lima adalah mensterilkan larutan substrat dengan cara memanaskan hingga temperatur 121°C selama 15 menit. Substrat ditunggu hingga mencapai temperatur 30 – 33°C. Selanjutnya membagi substrat sebanyak 10% dari volume total substrat untuk starter dan sisanya dimasukkan ke dalam fermentor. Menambahkan ragi roti ke dalam starter sesuai dengan variasi yang telah ditentukan yaitu 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5% (2,8; 5,6; 8,4; 11,2; dan 14 gr) dari kadar glukosa dalam larutan. Kemudian dilakukan inkubasi selama 24 jam. Setelah itu starter dicampurkan ke dalam fermentor yang sebelumnya sudah disterilkan dengan etil alkohol. Selanjutnya dilakukan tahap ke enam yaitu proses fermentasi secara anaerob pada temperatur ruang (27-30°C) selama waktu 24, 48, 72, 96, dan 120 jam. Mengambil cuplikan pada masing-masing variasi waktu untuk dilakukan analisa kadar alkohol, densitas (untuk mengetahui kemurnian dari alkohol), pH (untuk mengetahui perubahan pH yang terjadi selama proses fermentasi berlangsung) dan menghitung yield alkohol menggunakan **Persamaan 1**. Perhitungan *yield* dilakukan pada kadar alkohol tertinggi yang dihasilkan.

$$Yield = \frac{\text{berat alkohol}}{\text{berat gula total}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

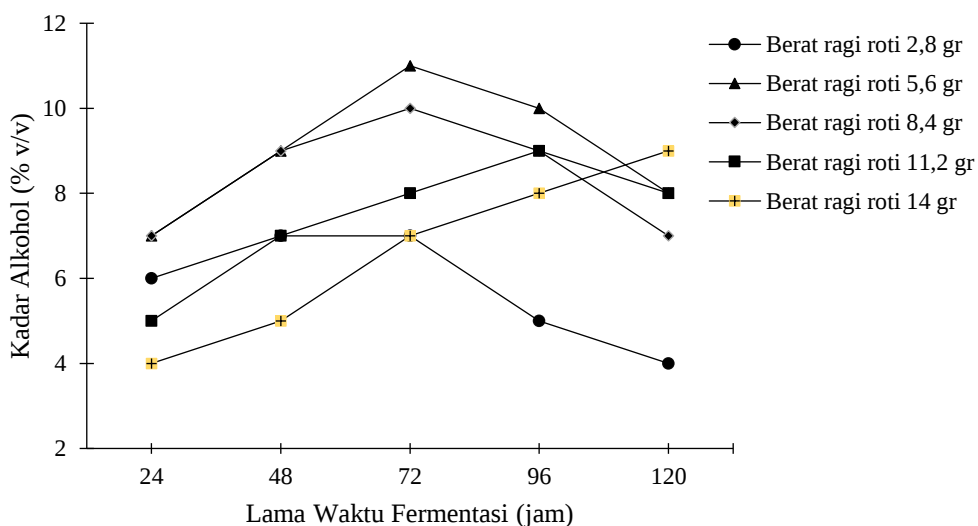
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa variasi berat ragi roti dan lamanya waktu inkubasi pada proses fermentasi memiliki pengaruh terhadap produksi alkohol yang dihasilkan. Hasil fermentasi berdasarkan variasi berat ragi roti dan lama waktu inkubasi pada proses fermentasi dinyatakan pada **Tabel 1** berikut ini:

Tabel 1. Kadar Alkohol Pada Beberapa Variasi Berat Ragi Roti dan Lama Waktu Inkubasi Pada Proses Fermentasi

Berat Ragi Roti (gr)	Lama Waktu inkubasi pada proses fermentasi (jam)				
	24	48	72	96	120
2,8	6	9	8	7	6
5,6	7	9	11	10	8
8,4	7	9	10	9	7
11,2	5	7	8	9	8
14	4	5	7	8	9

Tabel 1 merupakan tabel hasil analisa kadar alkohol berdasarkan variasi berat ragi roti dan lama waktu inkubasi pada proses fermentasi. Selain parameter kadar alkohol, parameter densitas dan pH juga menjadi parameter yang digunakan untuk mengetahui karakter etanol yang telah dihasilkan.



Gambar 2. Grafik Hubungan antara Lama Waktu Fermentasi (jam) terhadap Kadar Alkohol (% v/v) berdasarkan Variasi Berat Ragi Roti

Pengaruh Penambahan Ragi Roti Terhadap Kadar Alkohol

Gambar 2 merupakan grafik hubungan antara lama waktu fermentasi (jam) terhadap kadar alkohol (% v/v) berdasarkan variasi berat ragi roti. Berdasarkan gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah ragi roti yang ditambahkan pada proses fermentasi maka dapat meningkatkan kadar alkohol yang dihasilkan. Hal tersebut telah ditampilkan pada **Tabel 1**, dimana kadar alkohol mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah ragi roti yang ditambahkan pada larutan starter. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka semakin banyak jumlah ragi roti yang ditambahkan menunjukkan konsentrasi sel *saccharomyces cerevisiae* yang terdapat dalam fermentor akan meningkat. Jika semakin banyak ragi roti yang digunakan maka aktivitas mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* untuk menghasilkan enzim akan semakin tinggi. Semakin tingginya enzim yang dihasilkan maka proses konversi gula oleh enzim menjadi alkohol

akan semakin cepat berlangsung.

Kadar alkohol tertinggi diperoleh pada penambahan berat ragi roti sebanyak 5,6 gram yaitu sebesar 11%v/v. Terjadinya peningkatan kadar alkohol, disebabkan karena pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* lebih cepat seiring dengan banyaknya jumlah ragi roti yang ditambahkan. Pada berat ragi roti 8,4 dan 11,2 gram terjadi penurunan kadar alkohol. Sedangkan, kadar alkohol terendah terjadi pada penambahan ragi roti sebanyak 14 gram. Hal ini disebabkan terlalu banyak jumlah ragi roti yang ditambahkan sehingga semakin banyak jumlah *Saccharomyces cerevisiae* yang bekerja. Namun hal tersebut tidak didukung dengan banyaknya jumlah nutrisi yang ditambahkan sebagai asupan dari mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*. Hal ini menyebabkan banyak *Saccharomyces cerevisiae* yang mati akibat kekurangan nutrisi.

Pada Gambar 2, menunjukkan bahwa hampir setiap variabel berat penambahan ragi roti mengalami penurunan jumlah produksi alkohol. Semakin banyak ragi roti yang ditambahkan, semakin lama produksi alkohol yang dihasilkan. Pada Gambar 2, menunjukkan variabel berat ragi 2,8 gram mendapatkan produksi alkohol tertinggi dengan lama fermentasi 48 jam. Kemudian mengalami penurunan pada lama fermentasi 72 jam. Pada variabel berat ragi 5,6 gram menunjukkan produksi alkohol tertinggi terjadi dengan lama fermentasi 72 jam dan mengalami penurunan pada lama fermentasi 96 jam. Pada penambahan berat ragi 8,4 gram, produksi alkohol tertinggi terjadi pada lama fermentasi 72 jam, dan mengalami penurunan pada lama fermentasi 96 jam. Pada penambahan berat ragi 11,2 gram, produksi alkohol tertinggi terjadi pada lama fermentasi 96 jam, kemudian mengalami penurunan pada lama fermentasi 120 jam. Pada penambahan berat ragi 14 gram, produksi alkohol tertinggi terjadi pada lama fermentasi 120 jam. Variasi lama waktu fermentasi hanya sampai 120 jam, maka tidak dapat diketahui kapan terjadi penurunan jumlah produksi alkohol secara pasti. Oleh sebab itu, perlu ada penambahan waktu lama fermentasi agar diketahui penurunan jumlah produksi alkohol.

Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol

Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan bahwa semakin lama waktu inkubasi pada proses fermentasi maka akan memberikan pengaruh terhadap kenaikan jumlah produksi alkohol yang dihasilkan. Waktu yang semakin lama pada proses fermentasi akan memberikan kesempatan bagi enzim untuk merombak gula menjadi alkohol semakin banyak. Hal ini dapat diperlihatkan pada Tabel 1 dan Gambar 2. Tabel 1 dan Gambar 2, menunjukkan bahwa kadar alkohol tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 72 jam atau hari ke-3 yaitu sebesar 11%v/v. Hal ini disebabkan karena lama waktu fermentasi yang digunakan masih memungkinkan bagi mikroorganisme *saccharomyces cerevisiae* untuk melakukan reaksi pembentukan etanol. Pada jam ke 96 dan 120, produksi etanol mengalami penurunan aktivitas mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*. Hal ini disebabkan karena *saccharomyces cerevisiae* telah mengalami fase kematian, dimana sebagian besar mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* mengalami kekurangan nutrisi yang menunjang kehidupannya.

Penyebab lain adanya penurunan jumlah produksi alkohol adalah terjadinya oksidasi etanol menjadi asetaldehid. Selanjutnya, alkohol tersebut dioksidasi menjadi asam asetat. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan media fermentasi akan semakin asam sehingga terjadi perubahan pH. Hal ini dapat disebabkan meningkatnya pembentukan produk yang diikuti dengan meningkatnya evolusi panas sehingga temperatur medium akan mengalami peningkatan [6]. Oleh karena itu, alkohol yang dihasilkan dapat hilang melalui proses penguapan dan akan terikut keluar bersamaan dengan gas CO₂. Berdasarkan penelitian sebelumnya, fermentasi dari hasil hidrolisa bonggol pisang menggunakan *saccharomyces cerevisiae* menghasilkan kadar alkohol tertinggi pada sampel dengan starter 8% dan lama fermentasi 5 hari yaitu sebesar 12,2 % [7]. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan bahan baku molasses dengan menggunakan variasi berat ragi 2,8; 5,6; 8,4; 11,2; dan 14 gr dan lama fermentasi 24 – 120 jam. Berdasarkan hasil variasi tersebut, penelitian ini memperoleh kadar alkohol tertinggi sebesar 11%v/v pada penambahan berat ragi 5,6 gr dan lama fermentasi 72 jam. Nilai *Yield* yang diperoleh berdasarkan kadar etanol tertinggi yaitu sebesar 4,48%. Kecilnya *yield* yang didapat, disebabkan karena sedikitnya mikroorganisme yang digunakan. Jadi masih banyak glukosa yang belum terbentuk menjadi alkohol.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan ragi roti yang semakin banyak maka meningkatkan kadar etanol yang diperoleh.
2. Semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk proses fermentasi maka meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan.
3. Kadar etanol tertinggi diperoleh 11%v/v. Kadar tersebut terdeteksi pada penambahan ragi roti sebanyak 5,6 gram dan lama waktu fermentasi selama 72 jam.
4. Nilai *yield* etanol yang dihasilkan berdasarkan perolehan kadar etanol tertinggi yaitu 4,48%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Benjaporn Sriputorn, Pattana Laopaiboon, Niphaphat Phukoetphim, Nilubol Polsokchuak, Khanittha Butkun, Lakkana Laopaiboon. Enhancement of ethanol production efficiency in repeated-batch fermentation from sweet sorghum stem juice: Effect of initial sugar, nitrogen and aeration. *Electronic Journal of Biotechnology*. 2020; 46: <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2020.06.001>
- [2] Saini P, Beniwal A, Kokkiligadda A, Vij S. Response and tolerance of yeast to changing environmental stress during ethanol fermentation. *Process Biochem* 2018;72:1–12. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2018.07.001>
- [3] Liu YK, Lien PM. Bioethanol production from potato starch by a novel vertical mass-flow type bioreactor with a co-cultured-cell strategy. *J Taiwan Inst Chem Eng* 2016;62:162–8. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2016.01.027>
- [4] Appiah-Nkansah NB, Zhang K, Rooney W, et al. Ethanol production from mixtures of sweet sorghum juice and sorghum starch using very high gravity fermentation with urea supplementation. *Ind Crops Prod* 2018; 111: 247–53. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.028>
- [5] Mannazzu I, Angelozzi D, Belviso S, et al. Behaviour of *Saccharomyces cerevisiae* wine strains during adaptation to unfavourable conditions of fermentation on synthetic medium: Cell lipid composition, membrane integrity, viability and fermentative activity. *Int J Food Microbiol* 2008;121:84–91. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.003> PMID: 18055051.
- [6] Azizah N., A. N. Al-Baarri, S. Mulyani. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol Dari Whey Dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2012; 1; 2. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [7] Solikhin Nurjati, Arum Sakti Prasetyo dan Luqman Buchori. 2012. Pembuatan Bioetanol Hasil Hidrolisa Bonggol Pisang Dengan Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces cereviceae*. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, Vol.1, No.1. Universitas Diponegoro. Semarang.