

PERBANDINGAN PENGARUH EM4 DENGAN RAGI (*SACCAROMYCES CEREVISIAE*) TERHADAP KADAR BIOETANOL DARI MOLASES

Reno Gunawan^{a*}, Chairul Anwar^{b*}, Sahrul Effendy A,
Muhammad Taufik, Idha Silviyati

Jurusan Teknik Kimia Prodi DIV Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya

Jln. Sriwijaya Negara, Bukit Lama, Palembang 30139

Corresponding author: ^{a}greno99@gmail.com ; ^{b*}chairulanwar871@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan energi dunia saat ini dapat disubstitusi dengan etanol sebagai bahan bakar alternatif. Bahan baku produksi etanol dapat menggunakan molases yang merupakan sisa pembuatan gula tebu namun masih mengandung glukosa dan nutrisi tinggi. Penelitian ini memanfaatkan limbah pabrik gula/molases sebagai bahan dasar pembuatan etanol. Tetes tebu berupa cairan kental dan diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula. Molases masih mengandung gula dengan kadar 50-60%, asam amino dan mineral. Tingginya kandungan gula dalam molases sangat potensial dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol. Dalam penelitian konversi molases menjadi bioetanol pada bioreaktor menggunakan variabel konsentrasi berat *Saccharomyces cerevisiae* sebagai variabel bebas. Variabel tetap yang digunakan adalah pH 5, temperatur ruangan, kecepatan pengadukan sebesar 50 rpm, komposisi nutrisi ragi, dan bahan utama (molases) yang digunakan. Dari hasil penelitian didapatkan nilai densitas yang paling mendekati fuel grade densitas bioetanol yaitu sebesar 0,808 gr/mL pada saat menggunakan EM4 sebanyak 17 mL. Namun jika dilihat dari kadar bioetanol yang dihasilkan, hasil yang paling optimum justru terjadi pada saat penambahan ragi sebanyak 13 gram dengan kadar bioetanol sebesar 80 %. Sedangkan untuk nilai kalor yang dihasilkan, hasil yang paling optimum terjadi pada saat menggunakan EM4 sebanyak 17 mL dengan nilai kalor sebesar 8584,364 cal/gr.

Kata Kunci : bioetanol, molases, *saccharomyces cerevisiae*, fuel grade.

Abstract

Today's world energy needs can be substituted with ethanol as an alternative fuel. The raw material for ethanol production can use molasses which is the residue from the manufacture of cane sugar but still contains glucose and high nutrients. This research utilizes sugar/molasses factory waste as the basic material for making ethanol. Sugarcane drops are a thick liquid and are obtained from the stage of separating sugar crystals. Molasses still contains 50-60% sugar, amino acids and minerals. The high sugar content in molasses has the potential to be used as raw material for bioethanol. In this study the conversion of molasses into bioethanol in a bioreactor used the variable weight concentration of *Saccharomyces cerevisiae* as the independent variable. The fixed variables used were pH 5, room temperature, stirring speed of 50 rpm, the nutritional composition of yeast, and the main ingredient (molasses). From the results of the study, it was found that the density value closest to the fuel grade density of bioethanol was 0.808 gr/mL when using EM4 as much as 17 mL. However, when viewed from the levels of bioethanol produced, the most optimum results actually occurred when the addition of yeast as much as 13 grams with a bioethanol content of 80%. As for the calorific value produced, the most optimum results occurred when using EM4 as much as 17 mL with a calorific value of 8584.364 cal/gr.

Keywords : bioethanol, molasses, *saccharomyces cerevisiae*, fuel grade.

PENDAHULUAN

Peningkatan pertumbuhan ekonomi serta populasi dengan segala aktivitasnya akan meningkatkan kebutuhan energi di semua sektor pengguna energi. Peningkatan kebutuhan energi tersebut harus didukung adanya pasokan energi jangka panjang secara berkesinambungan, terintegrasi, dan ramah lingkungan. Sejalan dengan permasalahan tersebut, pemerintah melalui Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 telah mengeluarkan kebijakan energi nasional. Kebijakan ini bertujuan untuk mewujudkan keamanan pasokan energi dalam negeri. Kebijakan energi nasional ini juga memuat upaya untuk melakukan diversifikasi dalam

pemanfaatan energi. Usaha diversifikasi ini ditindaklanjuti dengan dikeluarkannya Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (biofuel) sebagai bahan bakar lain (Khak, Rohmatiningsih, & Purwito, 2014).

Kebutuhan energi dunia saat ini dapat disubstitusi dengan etanol sebagai bahan bakar alternatif. Etanol adalah produk fermentasi yang didapat dari substrat yang mengandung karbohidrat seperti pati, glukosa maupun selulosa. Etanol merupakan cairan tak berwarna dengan bau yang khas. Berat spesifik etanol pada suhu 150°C sebesar 0,7937. Etanol mulai mendidih pada suhu 78,320°C (76 mm air raksa). Bahan ini mudah larut dalam air dan eter. Kandungan kalorinya (gross value) sebesar 7.100 kal/gram, dengan panas pembakaran sebesar 328 kkal (cair). Etanol dapat digunakan sebagai bahan minuman, kosmetik, obat-obatan, pelarut, antiseptik dan bahan bakar (Sa'id, 1990), sedangkan bioetanol merupakan produk yang dihasilkan dari proses fermentasi gula menggunakan bantuan mikroorganisme yang berasal dari sumber karbohidrat. Bioetanol dapat diproduksi dari beberapa jenis bahan baku yang dikelompokkan menurut komposisi karbohidratnya, seperti: gula, pati dan selulosa. Gula untuk produksi etanol (sukrosa, glukosa atau fruktosa) mungkin diperoleh dari ketiga jenis bahan tersebut. Proses industri untuk produksi bioetanol lebih baik menggunakan bahan baku dari tetes tebu, umbi manis, rotan atau gula. Karena gula telah tersedia sehingga ragi dapat mendegradasi gula secara langsung, sedangkan bahan baku yang mengandung karbohidrat atau selulosa harus dihidrolisa menjadi gula sebelum difermentasi (Turk, 1996). Pada fermentasi etanol bahan yang mengandung monosakarida langsung difermentasi tetapi disakarida, pati ataupun karbohidrat kompleks harus dihidrolisa terlebih dahulu menjadi komponen gula sederhana (Hunt, 1991).

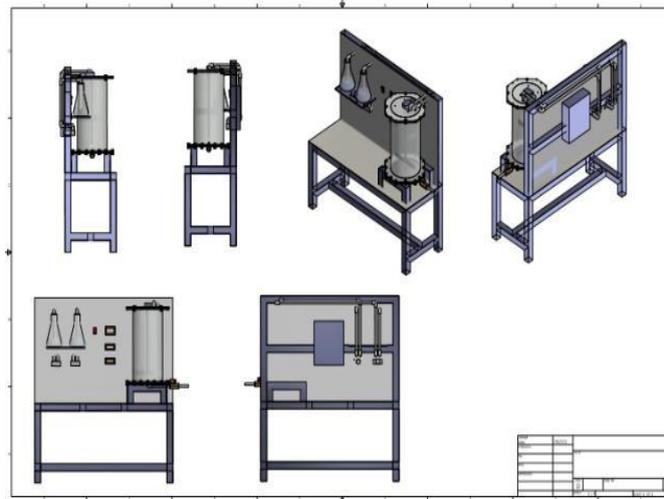
Etanol juga merupakan sarana penting di laboratorium Mikrobiologi untuk pekerjaan aseptis atau pekerjaan yang membutuhkan lingkungan steril. Secara garis besar penggunaan etanol adalah sebagai pelarut untuk zat organik maupun anorganik, bahan dasar industri asam cuka, ester, spirtus, asetal dehid, antiseptik dan sebagai bahan baku pembuatan eter dan etil ester. Etanol juga digunakan untuk campuran minuman dan dapat digunakan sebagai bahan bakar (gasohol). (Wiratmaja, 2011). Bahan baku produksi etanol dapat menggunakan molases yang merupakan sisa pembuatan gula tebu namun masih mengandung glukosa dan nutrisi tinggi. Molases adalah hasil samping pada pembuatan gula tebu (*Saccharum officinarum*), yang biasa disebut sebagai tetes tebu. Penelitian ini memanfaatkan limbah pabrik gula/molases sebagai bahan dasar pembuatan etanol.

Tetes tebu berupa cairan kental dan diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula. Molases tidak dapat lagi dibentuk menjadi sukrosa karena mengandung glukosa dan fruktosa yang sulit untuk dikristalkan. Namun masih mengandung gula dengan kadar 50-60%, asam amino dan mineral. Tingginya kandungan gula dalam molases sangat potensial dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol. Dari 1000 Kg molases terkandung (450 – 520) Kg gula yang diharapkan dapat menghasilkan 250 liter etanol (Yumaihana & Aini, 2009).

Yumaihana dan Aini (2009) menyatakan ketersediaan molases sebagai bahan baku bioetanol di Indonesia cukup banyak. Ketersediaan molases berkorelasi dengan luas areal perkebunan tebu yang semakin meningkat, Diperkirakan untuk setiap ton tebu akan menghasilkan sekitar 2,7% tetes tebu.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat fermentor tipe pengaduk sebagai tempat fermentasi. Alat ini dilengkapi dengan sensor suhu, pH meter, serta motor pengaduk yang digunakan untuk pengadukan..



Gambar 1. Prototype Stirred Tank Fermenter 3D

Proses pembuatan prototype beserta penelitian akan dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Bahan dan Alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Neraca analitis
2. Gelas ukur
3. Gelas kimia
4. Termometer
5. Pipet ukur
6. Bola karet
7. Kaca arloji
8. Pengaduk
9. Seperangkat alat destilasi
10. Piknometer
11. Refraktometri

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Tetes Tebu (Molase)
2. *Saccharomyces Cerevisiae*
3. Urea
4. NPK
5. H_2SO_4
6. NaOH
7. EM4

Variabel yang akan diamati pada penelitian ini adalah variasi konsentrasi berat *Saccaromyces cerevisiae* sebagai variabel bebas. Sedangkan variabel tetap pada penelitian ini adalah kecepatan pengadukan sebesar 50 rpm, pH fermentasi 5, komposisi bahan baku (molasses), serta komposisi nutrisi untuk ragi yang digunakan. Dalam penelitian ini, komposisi untuk ragi itu sendiri menggunakan Urea dan NPK.

Prosedur Penelitian

Tahap Fermentasi

Proses fermentasi molases menjadi bioetanol dilakukan dalam alat *stirred tank* fermentor dengan reaktor yang terbuat dari akrilik yang tahan terhadap asam maupun basa. Reaktor ini juga dilengkapi dengan pengaduk serta sensor suhu dan sensor pH. Molase pekat diencerkan terlebih dahulu menggunakan air dengan perbandingan 1 : 3. Kemudian memasukkan molase yang sudah diencerkan kedalam fermentor. Selanjutnya memasukkan ragi sebanyak 9 gram kedalam campuran. Sedangkan untuk campuran yang kedua ditambahkan 9 mL EM4. Sedangkan nutrisi untuk ragi atau EM4 pada proses fermentasi ini menggunakan Urea dan NPK dengan komposisi 7

gram dan 6 gram. Setelah semua bahan sudah dimasukkan kedalam fermentor, hidupkan fermentor tadi dengan menekan tombol power. Kemudian mengatur kecepatan pengadukan sebesar 50 rpm dan pengadukan ini dilakukan selama 30 menit. Fermentasi ini dilakukan selama 3 hari.



Gambar 2. Proses Fermentasi menggunakan Fermentor

Tahap Distilasi

Tahap distilasi ini dilakukan dengan menggunakan alat distilasi sederhana. Distilasi dilakukan dengan memasukkan hasil fermentasi tadi ke dalam labu sebanyak 350 ml dan suhu diatur pada 85 °C.



Gambar 3. Proses Distilasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Pengaruh *Saccaromyces cerevisiae* dengan EM4 terhadap Nilai Densitas Bioetanol dari Molasses

Pada penelitian ini, digunakan 2 ragi yang berbeda dalam proses fermentasi. Ragi yang digunakan antara lain *Saccaromyces Cerevisiae* dan EM4 dengan komposisi 9 gr, 11 gr, 13 gr, 15 gr, serta 17 gr untuk *Saccaromyces Cerevisiae* dan 9 ml, 11 ml, 13 ml, 15 ml, dan 17 ml untuk EM4. Pada proses fermentasi menggunakan *Saccaromyces Cerevisiae*, densitas bioetanol yang paling mendekati dari *fuel grade* densitas bioetanol adalah saat penambahan ragi sebanyak 17 gram dengan densitas sebesar 0,816gr/mL

Tabel 1 Pengaruh penambahan ragi terhadap densitas bioetanol

Saccaromyces cerevisiae (gr)	Densitas (gr/mL)
9	0,845
11	0,832
13	0,820
15	0,818
17	0,816

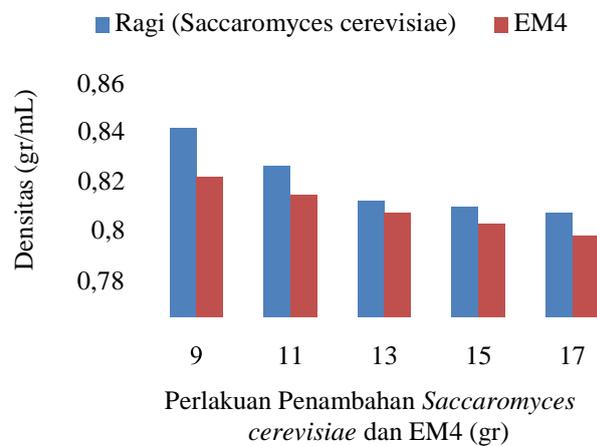
Jika dilihat dari tabel diatas, maka penambahan *Saccaromyces Cerevisiae* memiliki pengaruh yang linear terhadap densitas bioetanol dimana ditunjukkan dengan semakin banyak ragi yang ditambahkan maka densitas bioetanol yang dihasilkan semakin mendekati *fuel grade* densitas bioetanol itu sendiri.

Sedangkan untuk fermentasi menggunakan EM4, densitas bioetanol yang paling mendekati dari *fuel grade* densitas bioetanol terjadi pada saat penambahan EM4 sebanyak 17 mL dengan densitas sebesar 0,808 gr/mL

Tabel 2. Pengaruh penambahan EM4 terhadap densitas bioetanol

EM4 (mL)	Densitas (gr/mL)
9	0,828
11	0,822
13	0,816
15	0,812
17	0,808

Jika dilihat dari tabel diatas, maka penambahan EM4 memiliki pengaruh yang linear terhadap densitas bioetanol dimana ditunjukkan dengan semakin banyak EM4 yang ditambahkan maka densitas bioetanol yang dihasilkan semakin mendekati *fuel grade* densitas bioetanol itu sendiri.



Gambar 4. Perbandingan Pengaruh *Saccaromyces Cerevisiae* Dengan EM4 Terhadap Densitas Bioetanol

Jika dilihat dari gambar diatas, perlakuan dengan penambahan EM4 lebih efektif dibanding dengan penambahan ragi berdasarkan uji densitas nya. Karena densitas yang dihasilkan dari perlakuan penambahan EM4 lebih mendekati dari *fuel grade* densitas bioetanol.

Perbandingan Pengaruh *Saccaromyces cerevisiae* dengan EM4 Terhadap Kadar Bioetanol

Uji kadar bioetanol dari molases dilakukan di Laboratorium Analisa Politeknik Negeri Sriwijaya dengan metode refraktometri.

Tabel 3 Pengaruh penambahan ragi terhadap kadar bioetanol

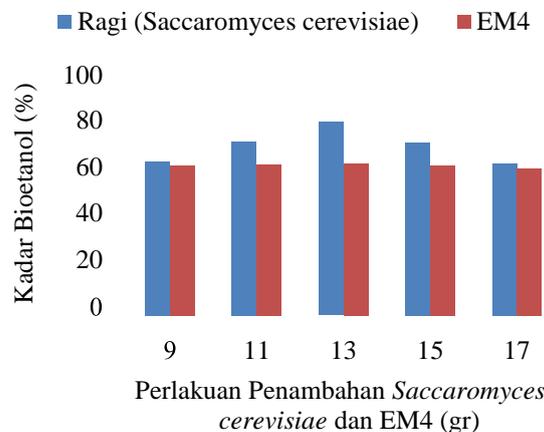
Saccaromyces Cerevisiae (gr)	Kadar Bioethantanol (%)
9	64
11	72
13	80
15	71,5
17	63

Jika dilihat dari tabel diatas, maka penambahan ragi menunjukkan pengaruh yang tidak linier terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan, dimana pada peneitian ini hasil yang paling optimum justru terjadi saat penambahan ragi sebanyak 13 gram dengan kadar sebesar 80%.

Tabel 4 Pengaruh penambahan EM4 terhadap kadar bioetanol

EM4 (mL)	Kadar Bioetanol (%)
9	62
11	62,5
13	63
15	62
17	61

Jika dilihat dari tabel diatas, maka penambahan EM4 juga memiliki pengaruh yang tidak linear terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan. Dimana pada penelitian ini, hasil yang paling optimum justru terjadi saat penambahan EM4 sebesar 13 mL dengan kadar sebesar 63%.



Gambar 5. Perbandingan Pengaruh *Saccaromyces Cerevisiae* terhadap Kadar Etanol.

Jika dilihat dari gambar diatas, maka dapat diketahui bahwa kadar bioetanol dengan *Saccaromyces cerevisiae* lebih besar dibandingkan dengan bioetanol dengan menggunakan EM4 pada proses fermentasinya. Namun dari kedua ragi yang digunakan baik menggunakan *Saccaromyces cerevisiae* ataupun menggunakan EM4, keduanya menunjukkan data yang tidak linear terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan. Jika dilihat dari ragi ini, justru kadar bioetanol terbesar justru terjadi saat menggunakan *Saccaromyces cerevisiae* dan EM4 sebanyak 13 gr dan 13 mL. Jika dilihat dari hasil ini, maka dapat diketahui bahwa untuk mendapatkan kadar bioetanol yang besar, maka komposisi antara nutrien dengan ragi baik *Saccaromyces cerevisiae* ataupun EM4 harus benar-benar sesuai, karena jika persediaan nutrien yang menunjang pertumbuhan dari *Saccaromyces cerevisiae* tersebut sedikit maka bakteri yang merubah glukosa menjadi bioetanol juga semakin kecil.

Perbandingan Pengaruh *Saccaromyces cerevisiae* dengan EM4 Terhadap Kadar Bioetanol

Uji nilai kalor dilakukan di Laboratorium Analisis batubara dengan menggunakan alat Bomb Calorimeter

Tabel 5 Pengaruh penambahan ragi terhadap nilai kalor

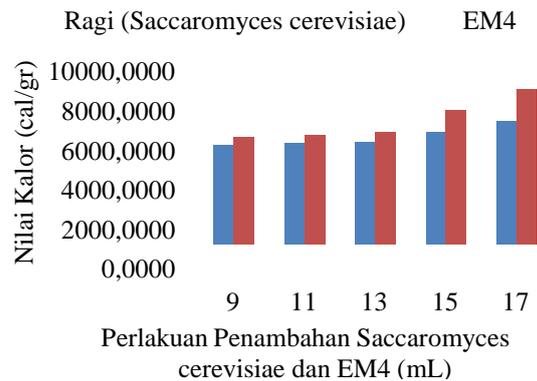
Saccaromyces cerevisiae (gr)	Nilai Kalor (cal/gr)
9	5469,0436
11	5552,2271
13	5635,4106
15	6197,7370
17	6760,0635

Dilihat dari tabel diatas, dapat diketahui bahwa semakin banyak ragi yang ditambahkan kedalam proses fermentasi, maka semakin besar pula nilai kalor yang dihasilkan. Dimana pada penelitian ini, nilai kalor terendah terjadi saat penambahan ragi sebanyak 9 gram. Sedangkan nilai kalor paling optimum terjadi saat penambahan ragi sebanyak 17 gram.

Tabel 6 Pengaruh Penambahan EM4 terhadap Nilai Kalor

EM4 (mL)	Nilai Kalor (cal/gr)
9	5889,949
11	6022,353
13	6154,758
15	7351,552
17	8548,364

Jika dilihat dari tabel diatas, maka penambahan EM4 juga sama dengan penambahan *Saccaromyces cerevisiae* dimana semakin banyak EM4 yang ditambahkan, maka semakin besar pula nilai kalor yang dihasilkan. Pada penelitian ini, nilai kalor terendah terjadi pada saat penambahan EM4 sebanyak 9 mL. Sedangkan nilai kalor paling optimum terjadi pada saat penambahan EM4 sebanyak 17 mL



Gambar 6. Perbandingan Pengaruh *Saccaromyces Cerevisiae* Dengan EM4 Terhadap Nilai Kalor

Jika dilihat dari gambar diatas, penambahan EM4 akan meningkatkan nilai kalor dari bioetanol yang dihasilkan. Dengan komposisi yang sama, dapat dilihat bahwa dengan menggunakan EM4 akan menghasilkan bioetanol dengan nilai kalor paling optimum sebesar 8548,3640 cal/gr.

SIMPULAN

1. Dengan menggunakan EM4 diperoleh nilai densitas yang paling mendekati terhadap *fuel grade* densitas bioetanol yaitu sebesar 0,808 gr/mL saat penambahan EM4 sebanyak 17 mL. Sedangkan menggunakan *Saccaromyces Cerevisiae* nilai densitas yang paling mendekati *fuel grade* densitas bioetanol adalah sebesar 0,816 gr/mL saat penambahan ragi sebanyak 17 gram.
2. Untuk kadar bioetanol yang dihasilkan, hasil yang paling optimum terjadi saat menggunakan ragi *Saccaromyces cerevisiae* sebanyak 13 gram dengan kadar bioetanol sebesar 80%. Sedangkan menggunakan EM4 kadar bioetanol paling optimum hanya diperoleh sebesar 63% saat penambahan EM4 sebanyak 13 mL.
3. Untuk menghasilkan bioetanol dengan nilai kalor yang besar maka penggunaan EM4 lebih baik jika dibandingkan dengan hanya menggunakan *Saccaromyces Cerevisiae*. Dimana pada penelitian ini diperoleh nilai kalor terbesar saat menggunakan EM4 sebanyak 17 mL dengan nilai kalor sebesar 8584,364 cl/gr. Sedangkan jika menggunakan *Saccaromyces cerevisiae*, nilai kalor paling optimum nya hanya sebesar 6760,0635 cal/gr saat penambahan *Saccaromyces cerevisiae* sebanyak 17 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Hunt, V. D. (1991). *The gasohol handbook*. New York: Industrial Press Inc.
- Khak, M., Rohmatiningsih, R. N., & Purwito. (2014). *Fermentasi Menggunakan Gas Chromatografi*. Jurnal Matematika, Saint, Dan Teknologi, Volume 15, Nomor 1, Maret 2014, 12-20, 15, 12-20. <http://jurnal.ut.ac.id/JMST/article/view/19>
- Sa'id, E. G. (1990). *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: CV. Rajawali.
- Turk, J. C. (1996). Comparison of dierent production processes for bioethanol. *Journal of Chemistry* , 22, 351-359.
- Wiratmaja, I. G., & Elisa, E. (2020). *Kajian Peluang Pemanfaatan Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Utama Kendaraan Masa Depan Di Indonesia*. Jurnal Pendidikan Teknik Undiksha, 8, 1-8.
- Yumaihana, Y., & Aini. (2009). *Pemanfaatan tebu untuk produksi bioetanol*. Retrieved from Ditjenbun Deptan: <http://ditjenbun.deptan.go.id/bbp2tpsurr/.../bioetanol.pdf>.