

PUBLIKASI PENELITIAN TERAPAN DAN KEBIJAKAN

e-ISSN: 2621-8119

DOI: <https://doi.org/10.46774/pptk.v5i1.394>

PENGARUH pH DAN WAKTU FERMENTASI MOLASE MENJADI BIOETANOL MENGGUNAKAN BAKTERI EM4

FERMENTATION OF MOLASSES TO BIOETHANOL REVIEWING FROM VARIATIONS OF pH AND FERMENTATION TIME

Miftahul Hidayati*, Kms David Sapalian, Ida Febriana, Yohandri Bow, Irawan Rusnadi
Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang Sumatera Selatan, Indonesia

*Korespondensi Penulis, phone : +6281274243831 e-mail: miftahulhidayati2499@gmail.com

Diterima : 21 Juli 2021

Direvisi : 30 Mei 2022

Diterbitkan : 30 Juni 2022

ABSTRACT

Molasses is a by-product or waste from sugar processing which still contains sugar and organic acids, and this dark brown viscous molasses also has a relatively high sucrose content of 48-55%, making it an excellent standard material for ethanol production. (C₂H₅OH). In this study, the method used is fermentation (decomposition process with the help of microorganisms) using effective microorganism 4 (em 4). The purpose of this study was to determine the effect of fermentation pH and fermentation time on the bioethanol produced where the pH comparison parameters used in this study were pH 4, pH 4.5, and pH 5 as well as for variations in fermentation time, namely 2 days, 3 days and 4 days. The results showed that a good pH that produces a lot of ethanol products and has characteristics that are close to the basic theory of ethanol is at pH 4.5 with a fermentation time of 3 days.

Keywords: *Fermentation, Molasses, pH, Effective Microorganism 4 (em 4), time, ethanol*

ABSTRAK

Molase adalah produk sampingan atau limbah dari pengolahan gula yang masih mengandung gula dan asam-asam organik, dan molase kental yang berwarna coklat tua ini juga memiliki kandungan sukrosa yang relatif tinggi yaitu 48-55%, sehingga menjadikannya bahan standar yang sangat baik untuk produksi etanol (C₂H₅OH). Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah fermentasi (proses penguraian dengan bantuan mikroorganisme) menggunakan *efective microorganism 4* (em 4). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pH fermentasi dan waktu fermentasi terhadap bioetanol yang dihasilkan dimana parameter perbandingan pH yang digunakan pada penelitian ini yaitu pH 4, pH 4.5, dan pH 5 serta untuk variasi waktu fermentasi yaitu 2 hari, 3 hari dan 4 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH yang baik yang menghasilkan produk etanol banyak serta memiliki karakteristik yang mendekati dengan teori dasar etanol berada pada pH 4,5 dengan waktu fermentasi selama 3 hari.

Kata kunci: Fermentasi, Molase, pH, *Efective Mikroorganism 4* (em 4), waktu, etanol

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk yang memanfaatkan segala aktivitasnya akan meningkatkan kebutuhan energi di semua sektor pengguna energi. Peningkatan kebutuhan energi harus didukung oleh penyediaan energi jangka panjang secara berkelanjutan, terintegrasi dan ramah lingkungan. Sejalan dengan itu, pemerintah mengumumkan kebijakan energi nasional pada Mei 2006 melalui peraturan presiden. Kebijakan ini bertujuan untuk mewujudkan ketahanan pasokan energi nasional. Kebijakan energi negara juga mencakup upaya diversifikasi konsumsi energi. Usaha diversifikasi ini ditindaklanjuti memakai dikeluarkannya Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tentang penyediaan & pemanfaatan bahan bakar nabati (biofuel) sebagai bahan bakar lain.

Energi lain yang saat ini sedang dikembangkan adalah bioetanol. Etanol yang terbuat dari tumbuhan disebut bioetanol dan merupakan sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan. Hasil fermentasi bioetanol merupakan campuran ramah lingkungan (aditif) karena hasil pembakarannya hanya menghasilkan air dan karbon dioksida (Azizah, 2012). Bioetanol yang digunakan sebagai bahan bakar memiliki beberapa keunggulan, antara lain ramah lingkungan yang dan angka oktan yang lebih tinggi tergantung pada premiumnya (Teresa et al., 2010).Tebu adalah pilihan yang paling penting karena mengandung kadar gula yang relatif tinggi hingga 34-54%. Kandungan gula pada molase yang tinggi, dapat digunakan sebagai bahan standar untuk bioetanol. Dari 1000 kg (450-520) kg molase yang dibutuhkan, 250 liter etanol dapat diproduksi (Yumaihana & Aini, 2009).

Bioetanol

Bioetanol (C_2H_5OH) cairan biokimia dalam proses fermentasi gula berdasarkan asal karbohidrat yang disediakan oleh mikroorganisme. Dalam perkembangannya, metode fermentasi dan distilasi merupakan produksi alkohol yang paling banyak

digunakan. Bahan baku yang dapat digunakan untuk memproduksi etanol adalah sari tebu (sukrosa). Sari tebu, sari nipah, sari sorgum manis, sari kelapa, sari aren, sari kerut, sari gula, jambu mete. Bahan pati: tepung biji sorgum, sagu, singkong, ubi jalar, ganyong, garut, umbi dahlia; Bahan selulosa (lignoselulosa): kayu, jerami, dll (LIPI, 2008).

Bioetanol adalah etanol yang diperoleh dengan cara memfermentasi glukosa (gula) kemudian disuling. Proses distilasi dapat menggunakan 95% volume etanol. Untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar (biofuel), perlu dilakukan pemurnian lebih lanjut hingga mencapai 99%. Ini biasanya disebut sebagai etanol *fuel grade etanol* (FGE). Proses pemurnian berdasarkan prinsip kehilangan cairan biasanya dilakukan dengan menggunakan metode molecular sieve untuk memisahkan air berdasarkan senyawa etanol (Musarif, 2012).Berikut ini tabel sifat fisik dari etanol berdasarkan SNI 06-3565-1994:

Tabel 1. Sifat Fisik Etanol

Parameter	Etanol
Rumus Kimia	C_2H_5OH
Berat Molekul	46
Densitas (gr/ml)	0,7851
Titik Didih (°C)	78,4
Titik Nyala (°C)	13
Titik Beku (°C)	-112,4
Indesk Bias	1,3633
Panas Evaporasi (cal/gr)	204
Viskositas Pada 20° (Poise)	0,0122

Sumber : Dewan Standardisasi Nasional, 1996,2923.

Sementara tabel 2 menunjukkan parameter kualitas bioetanol berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Tabel 2. Standar Nasional Indonesia Kualitas Bioetanol (SNI 7390-2008).

Tabel 2. Standar Nasional Indonesia Kualitas Bioetanol (SNI 7390-2008)

Parameter	Unit, Min/Max	Spesifikasi	Metode Uji (SNI 7390-2008)
Kadar etanol	%-v, min.	99,5 (sebelum denaturasi) 94,0 (setelah denaturasi)	Sub 11.1
Kadar metanol	mg/L, max.	300	Sub 11.1
Kadar air	%-v, max.	1	Sub 11.2
Kadar denaturan	%-V, min.	2	Sub 11.3
	%-V, max	5	
Kadar Cu	Mg/kg, max	0,1	Sub 11.4
Keasaman CH ₃ COOH	sbg mg/L, max.	30	Sub 11.5
Tampakan		Jernih & tdk ada endapan	Peng. visual
Ion klorida	mg/L, max.	40	Sub 11.6
Kandungan Sulfur	mg/L, max.	50	Sub 11.7
Getah dicuci	(gum), mg/100 mL, max.	5,0	Sub 11.8
pH		6,5-9,0	Sub 11.9

Sumber: Ahmad Budi Junaidi, 2012, page 12

Molase

Molase mengandung sejumlah besar sukrosa dan gula pereduksi. Kandungan gula total bervariasi antara 48-56% dan pH antara 5,5-5,6 (Sa'id, 1987). Kedua bentuk molase tersebut merupakan produk sampingan dari industri gula tebu dan sering digunakan dalam proses fermentasi. Molase harus diolah terlebih dahulu untuk menghasilkan etanol. Hal ini dikarenakan molase yang kental dan kadar gula serta pH yang masih terlalu tinggi, sehingga molase tersebut tidak memiliki nutrisi yang cukup untuk ragi. Molase mengandung sekitar 60% selulosa dan 35,5% hemisorulosa. Kedua bahan polisakarida tersebut dapat dihidrolisis menjadi monosakarida dan difermentasi menjadi etanol. Kapasitas produksi tetes tebu ini per hektar sekitar 10-15 ton. Jika semua molase per hektar ini diolah menjadi FGE-ethanol (fuel grade-ethanol), potensi produksinya sekitar 766-1.148 liter/haFGE.

Yumaihana dan Aini (2009) menyatakan bahwa ketersediaan molase sebagai sumber bioetanol di Indonesia penting. Ketersediaan tetes tebu dikaitkan dengan peningkatan luas areal perkebunan tebu. Diperkirakan sekitar 2,7% molase diproduksi per ton tebu.

Proses produksi bioetanol lebih unggul menggunakan bahan molase, ubi jalar, rotan dan gula. Fermentasi molase memfermentasi bahan yang mengandung monosakarida secara langsung, tetapi disakarida, pati, atau karbohidrat kompleks harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi komponen monosakarida (Hunt, 1991).

Efective Microorganisms 4 (EM4)

Efective Microorganisms 4 (EM4) adalah kultur adonan pada medium cair berwarna coklat kekuningan, berbau asam & terdiri atas mikroorganisme yg menguntungkan bagi kesuburan tanah. Adapun jenis mikroorganisme yg berada pada EM 4 diantaranya : *Lactobacillus sp.*, *Yeast-Saccharomyces*, *Actinomycetes*, *Streptomyces* (Sulistyorini, 2005; Anomim, 2000).

EM merupakan suatu cairan yang Pada umumnya output fermentasi merupakan bioetanol atau alkohol yg memiliki kemurnian kurang lebih 30-40% belum bisa mengkategorikan menjadi fuel based etanol, supaya bisa mencapai kemurnian diatas 95% maka alkohol output fermentasi wajib melalui proses destilasi Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi adalah sebagai berikut:

Enzim

Penggunaan ragi dalam penelitian berperan sebagai mikroorganisme yang memfermentasi glukosa dalam bentuk etanol. Ragi mengandung *Saccharomyces cerevisiae*, yang memiliki kemampuan yang sangat baik untuk mengubah gula menjadi etanol. *S. cereviceae* dikenal sebagai yang paling mampu memfermentasi gula sebagai etanol dalam kondisi anaerobik. Hal senada juga dikatakan oleh Trianik Widyanigrum dkk (2016). Menggunakan mikroorganisme cereviceae meningkatkan laju dekomposisi glukosa menjadi etanol. Konsentrasi cereviceae akan tinggi dan bioetanol akan diproduksi. Mungkin menurun. Lebih tinggi karena ditentukan oleh jumlah sel yang telah melakukan proses reorganisasi. Glukosa dan etanol.

pH

Perlakuan pH media fermentasi mempengaruhi produksi bioetanol. Ph adalah derajat keasaman atau kebasaaan suatu larutan, menyatakan logaritma negative konsentrasi ion H dengan bilangan pokok . Nilai pH untuk setiap unsur adalah perbandingan konsentrasi ion hidrogen terhadap konsentrasi ion hidroksil Suatu larutan dikatakan asam jika terdapat ion H⁺ yang lebih banyak daripada ion OH⁻. Asam memiliki pH<7. Bersifat netral jika jumlah ion H⁺ dan OH⁻ sama dalam larutan. Larutan netral memiliki pH 7. Dan larutan basa jika terdapat jumlah ion OH⁻ lebih banyak dibanding H⁺. Basa memiliki pH>7.

Waktu

Waktu terdiri dari beberapa mikroorganisme yg memiliki kemampuan membangkitkan reaksi dalam Sedangkan beberapa jenis mikroorganisme dalam EM terdiri atas *Lactic acid bacteria-Lactobacillus plantarum*, *L casei*, *Streptococcus lactis*; *Photosynthetic bacteria Rhodopseudomonas*, *Rhodobacter spaeriodes*; *Yeast-Saccharomyces*, *Candida utilis*; *Actinomycetes- Streptomyces albus*, *S.griseus*; *Fermenting fungi-Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis* (Diver 2001). EM-4 selain memfermentasi bahan organik pada tanah atau sampah, juga merangsang perkembangan mikroorganisme lainnya yg menguntungkan bagi kesuburan tanah & berguna bagi tanaman, contohnya bakteri pengikat nitrogen, pelarut fosfat & mikro organisme yg bersifat berlawanan terhadap penyakit tanaman. Setiap bahan organik akan terfermentasi sang EM 4 dalam suhu 40 -50 C. Pada proses fermentasi akan dilepaskan output berupa gula, alkohol, vitamin, asam laktat, asam amino, & senyawa organik lainnya dan melarutkan unsur hara yg bersifat stabil & nir gampang bereaksi sebagai akibatnya gampang diserap sang tanaman. EM4 adalah suatu bahan tambahan yg terdiri atas mikroorganisme yg bisa mencerna selulosa, pati, gula, protein, lemak khususnya bakteri *Lactobacillus sp.*

NPK

Pupuk NPK adalah jenis pupuk majemuk (pada satu jenis mengandung beberapa jenis unsur hara) yaitu unsur makro Nitrogen (N), Phospor (P), & Kalium (K). Pupuk ini berbentuk butiran (prill) menggunakan bulatan berwarna merah bata. Dalam fermentasi penambahan NPK berfungsi sebagai menyuplai nutrisi dalam proses fermentasi

Urea

Pupuk urea berbentuk kristal berwarna putih, menggunakan rumus kimia NH₂CONH₂, mudah larut pada air & sifatnya sangat gampang menghisap air. Pupuk urea yg dijual pada pasaran umumnya mengandung unsur hara N pengertian setiap 100 kg urea mengandung 46 kg Nitrogen.

Fermentasi

Fermentasi adalah proses mengubah gula menjadi etanol, biasanya melalui sumbangan mikroorganisme, menurut kelompok ragi. Standar mikroorganisme yang digunakan dalam proses fermentasi adalah dapat tumbuh dengan baik, berfermentasi dengan cepat, membentuk kadar etanol yang tinggi, tahan terhadap kadar glukosa dan alkohol yang tinggi, serta masih berada pada substrat. (Patrascu). dkk. , 2009).

Produksi etanol ditentukan oleh lama fermentasi. Waktu fermentasi melibatkan penggunaan jam logaritmik di mana sejumlah besar mikroorganisme harus ada untuk mengubah glukosa menjadi etanol. Mikroorganisme memiliki fase pertumbuhan yang sesuai dengan fase pertumbuhan. Mikroorganisme meningkat dalam jumlah besar selama periode logaritmik, meningkatkan kemampuan mereka untuk menggunakan nutrisi, yang mempengaruhi perolehan produk. Jika periode fermentasi terlalu lama, produksi etanol dapat berkurang karena kematian sel mikroba karena kekurangan nutrisi dan keracunan Karbon dioksida, produk sampingan dari proses fermentasi anaerobik.

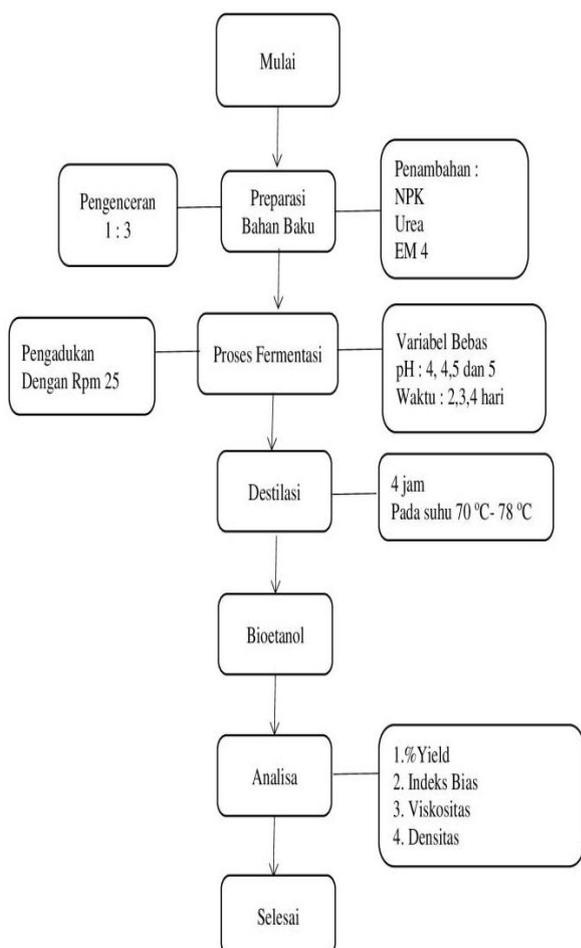
METODE PENELITIAN

Alat Dan Bahan

Penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya pada bulan Juli 2021. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set fermentor, bomb calorimeter (Parr 6200), neraca analitik (Radwag AS110/C/2), Molases, Asam Sulfat (Sumber Kimia), Natrium Hidroksida 50% (Sumber Kimia), dan aquades (BrataChem), efektif mikroorganisme 4 (em4), NPK dan Urea yang diperoleh dari toko pupuk.

Molase di encerkan dengan aquadest dalam perbandingan 25 % : 75 %. Lalu dilakukan pembuatan nutrisi yaitu npk dan urea.

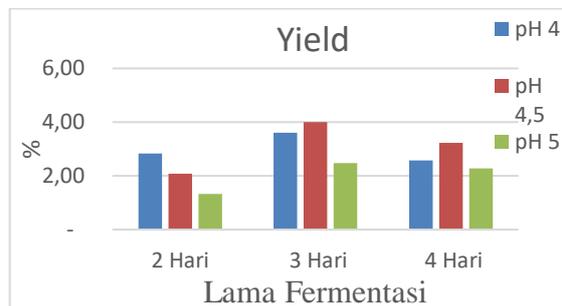
Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Percobaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pH dan waktu fermentasi terhadap % yield



Gambar 2. Pengaruh pH dan waktu fermentasi terhadap % yield.

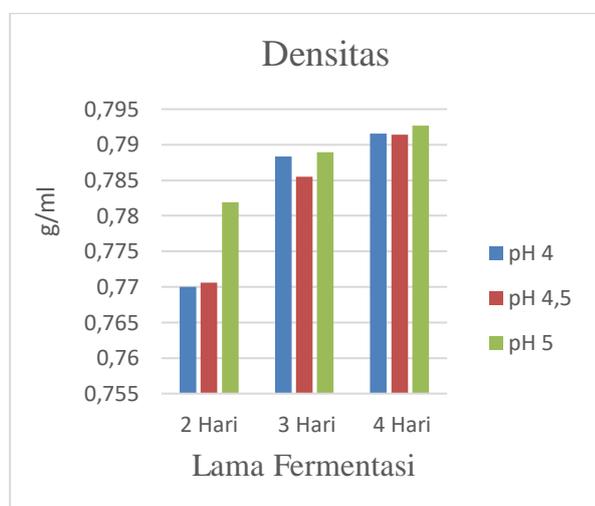
Gambar 2 menunjukkan grafik persentase rendemen bioetanol yang diperoleh menurut proses fermentasi dan interaksi saat difermentasi pada masing-masing pH. Variabilitas fermentasi dalam penelitian ini adalah 2, 3, dan 4 hari. Meskipun fluktuasi pH pada proses fermentasi adalah 4 (percobaan pertama), 4,5 (percobaan kedua); & 5 (percobaan ketiga).

Pada awal proses fermentasi bahan masih segar dan monosakarida tidak diubah menjadi bioetanol. Pada proses fermentasi hari kedua, % rendemen bioetanol yang diperoleh pada setiap percobaan adalah sebagai berikut: % Hasil pada percobaan pertama (pH 4): 2,82%, percobaan kedua (pH 4, 5)% Hasil: 2,07%, percobaan ketiga (pH 5)% Hasil: 1,32% .. Selama dua hari fermentasi, bioetanol yang dihasilkan cenderung menurun.

Pada hari ketiga diamati proses fermentasi, bioetanol yang dihasilkan mulai mengalami perubahan yield% tertinggi menurut percobaan kedua (pH 4,5), dengan rendemen bioetanol maksimal 3,23%. .. Pada percobaan lain pada hari ke 4 pengamatan, % rendemen tertinggi pada percobaan kedua (pH 4,5) yaitu 3,98%. Peningkatan % yield bioetanol yang relatif signifikan terjadi dalam 1-3 hari, dan % yield meningkat secara signifikan. Periode ini disebut periode eksponensial, memungkinkan mikroorganisme untuk beradaptasi dengan lingkungan, yang menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme yang cepat (Ahmad, 2009).

Selama periode ini, energi yang dibutuhkan relatif tinggi, sehingga nutrisi yang dibutuhkan dan etanol yang diperoleh relatif tinggi. Hasil metabolisme monosakarida mikroba adalah etanol, karbon dioksida dan energi. Selama periode ini, pertumbuhan mikroba sangat ditentukan oleh ketersediaan nutrisi dan pH (Ahmad, 2009), dan persyaratan pH yang sesuai menggunakan EM4 menghasilkan hasil bioetanol yang tinggi. Pengamatan pada hari ke-4 menunjukkan penurunan dibandingkan pengamatan sebelumnya (hari ke-3). Periode ini, yang disebut mortalitas atau mortalitas logaritmik, adalah penipisan nutrisi yang membunuh sebagian besar populasi mikroba. Kematian tergantung pada nutrisi, lingkungan, dan jenis mikroba (Ahmad, 2009).

Pengaruh pH dan waktu fermentasi terhadap Densitas.

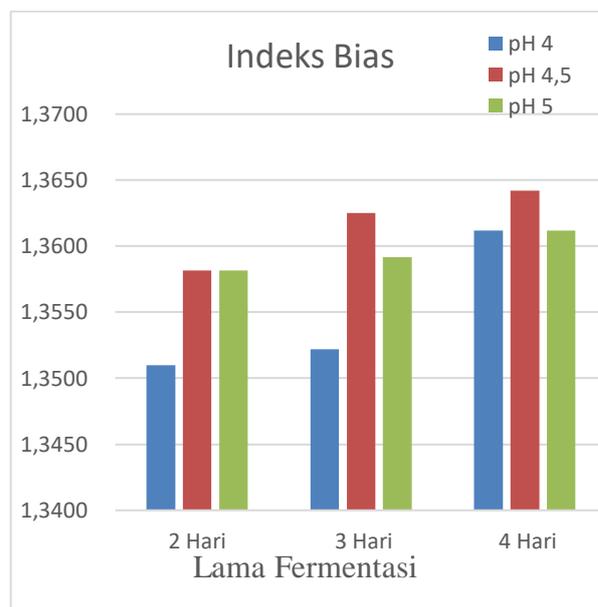


Gambar 3. Pengaruh pH dan waktu fermentasi terhadap densitas.

Nilai densitas bioetanol dipengaruhi oleh waktu fermentasi dan pH. Proses fermentasi 4 hari membentuk nilai densitas tertinggi pada pH 4 dibandingkan dengan penggunaan fermentasi 2 hari dan 3 hari. Nilai densitas terendah diperoleh setelah 2 hari fermentasi. Setelah 3 hari fermentasi, nilai densitas tertinggi diperoleh pada kapur pH 4. Hal ini mendekati penggunaan nilai densitas bioetanol pH 4 saat difermentasi selama 4 hari. Nilai densitas bioetanol menurun

seiring dengan meningkatnya kandungan alkohol bioetanol. Namun pada penelitian ini nilai densitasnya mendekati nilai standar untuk bioetanol. Nilai densitas bioetanol standar adalah 0,7851 gr/ml, namun densitas keluaran penelitian ini paling mendekati pH 4, fermentasi menjadi 0,7855 dalam 3 hari.

Pengaruh pH dan waktu fermentasi terhadap Indeks Bias

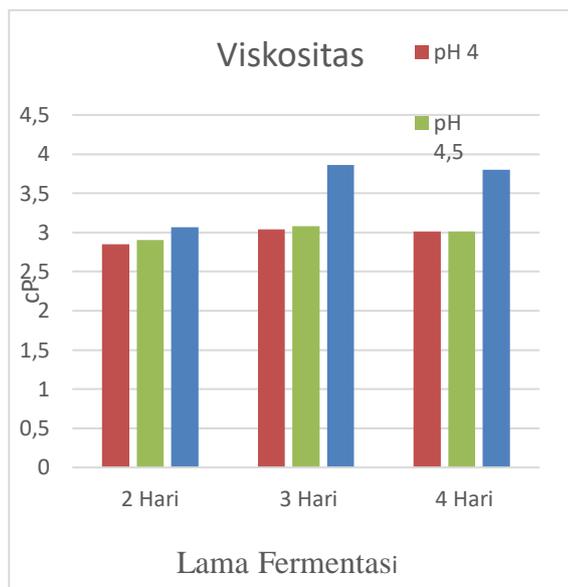


Gambar 4. Pengaruh pH dan waktu fermentasi terhadap Indeks Bias.

Grafik diatas dapat kita lihat bahwa nilai indeks yang diperoleh selama penelitian mengalami peningkatan pH-fermentasi dan setiap variasi selama fermentasi. Indeks default nilai refraksi adalah 1,3633. Pada penelitian ini indeks biasnya adalah 1,3625 pada pH 4 menggunakan 3 hari fermentasi dan kemudian meningkat pada hari ke 4 menggunakan indeks bias 1,3642.

Rasio indeks bias terhadap kerapatan berbanding lurus. Dengan kata lain, semakin tinggi indeks bias maka semakin tinggi konsentrasi larutan yang dihasilkan (Parmitasari & Hidayanto, 2013). Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi bioetanol maka semakin rapat partikel dalam larutan sehingga meningkatkan kemampuan cahaya untuk melewati larutan dan indeks bias yang semakin tinggi.

Pengaruh pH dan waktu fermentasi terhadap Viskositas.



Gambar 5. Pengaruh pH dan waktu fermentasi terhadap Viskositas.

Grafik di atas menunjukkan nilai yang beragam untuk viskositas bioetanol dari molase. Nilai tertinggi dimulai secara berurutan sesuai dengan waktu fermentasi 3, 4 atau 2 hari. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar alkohol bioetanol mengurangi viskositasnya. Viskositas juga dapat digunakan sebagai resistensi terhadap suatu cairan atau sebagai parameter untuk menunjukkan resistensi, sehingga semakin lama waktu yang dibutuhkan suatu cairan (bioetanol) untuk mengalir ke dalam eter kental, semakin tinggi viskositas cairan tersebut.

KESIMPULAN

Dari Hasil pengamatan & pengujian yg sudah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan pH dan fermentasi mempengaruhi densitas, indeks bias, viskositas, dan rendemen bioetanol yang dihasilkan dan Pada pH 4,5 yang difermentasi selama 3 hari, terbentuklah bioetanol yang mendekati standar etanol SNI06-3565-1994.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. (2009) Dasar-dasar Teknologi Fermentasi, Unri Press, Riau Pekanbaru, Hal 32.
- Azizah, N., Al-Baarii, A, N. dan Mulyani, S. 2012. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol, pH dan produksi gas pada proses fermentasi bioetanol dari serum kulit nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* vol 1 no.2.
- Fang Q., Fang J., Zhuang J., Huang Z., 2013, Effects of ethanol-diesel-biodiesel blends on combustion and emissions in premixed low temperature combustion, *Applied Thermal Engineering*, 54, 541-548.
- Higa, T. 1995, 'What is EM Technology, College of Agriculture, University of Ryukyus, Okinawa, Japan
- Hunt, V. D. (1991). *The gasohol handbook*. New York: Industrial Press Inc.
- Nurdyastuti, I. 2006. *Teknologi Proses* www.geocities.com/markal_bppt/publish/biofbm/biindy.pdf. Tanggal akses 3 Juni 2021 *Produksi Bio-Ethanol*.
- Patrascu, E., Rapeanu, G. dan Hopulele, T. 2009. Current approaches to efficient biotechnological production of ethanol. *Innovative Romanian Food Biotechnology* 4(1): 1-11.
- Popek, E. 2008. *Sampling and Analysis of Environmental Chemical Pollutants*. Elsevier, New York. Halaman 214.
- Rogers, P. L., Jeon, Y. J., Lee, K. J., dan Lawford, H. G. 2007. *Zymomonas mobilis for fuel ethanol and higher value products*, *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 108: 263-288.

- Sadimo, M. M., Said, I. dan Mustapa, K. 2016. Pembuatan bioetanol dari pati umbi talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) melalui hidrolisis asam dan fermentasi. *J. Akad. Kim.* 5(2): 79-84.
- Sandi, Y. A., Rita, W. S. dan Ciawi, Y. 2016. Hidrolisis rumput laut (*Glacilaria* sp.) menggunakan katalis enzim dan asam untuk pembuatan bioetanol. *Jurnal Kimia* 10(1): 7- 14.
- Seo, J. S., Chong, H., Park, H. S., et al. 2005. The genome sequence of the ethanologenic bacterium *Zymomonas mobilis* ZM4, *Nature Biotechnology*, 23(1): 63–68.
- Sukowati, A., Sutikno dan Rizal, S. 2014. Popek, E. 2008. *Sampling and Analysis of Environmental Chemical Pollutants*. Elsevier, New York. Halaman 214.
- Rogers, P. L., Jeon, Y. J., Lee, K. J., dan Lawford, H. G. 2007. *Zymomonas mobilis* for fuel ethanol and higher value products, *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 108: 263–288.
- Sadimo, M. M., Said, I. dan Mustapa, K. 2016. Pembuatan bioetanol dari pati umbi talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) melalui hidrolisis asam dan fermentasi. *J. Akad. Kim.* 5(2): 79-84.
- Sandi, Y. A., Rita, W. S. dan Ciawi, Y. 2016. Hidrolisis rumput laut (*Glacilaria* sp.) menggunakan katalis enzim dan asam untuk pembuatan bioetanol. *Jurnal Kimia* 10(1): 7- 14.
- Seo, J. S., Chong, H., Park, H. S., et al. 2005. The genome sequence of the ethanologenic bacterium *Zymomonas mobilis* ZM4, *Nature Biotechnology*, 23(1): 63–68.
- Sukowati, A., Sutikno dan Rizal, S. 2014. Produksi bioetanol dari kulit pisang melalui hidrolisis asam sulfat. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian* 19(3): 274-288.
- Sun, Y. dan Cheng, J. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Bioresource Technology* 83(2): 1-11. Taherzadeh, M. J. dan Karimi, K. 2007. Enzymaticbased hydrolysis processes for ethanol. *BioResources* 2(4): 707-738. Produksi bioetanol dari kulit pisang melalui hidrolisis asam sulfat. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian* 19(3): 274-288.
- Sulistiyorini, L. 2005. Pengelolaan Sampah Dengan Cara Menjadikannya Kompos. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol. II, NO. 1, Juli 2005 : 77 – 84.
- Sun, Y. dan Cheng, J. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Bioresource Technology* 83(2): 1-11. Taherzadeh, M. J. dan Karimi, K. 2007. Enzymaticbased hydrolysis processes for ethanol. *BioResources* 2(4): 707-738.
- Turk, J. C. (1996). Comparison of diereent production processes for bioethanol. *Journal of Chemistry Engineering*, 22, 351-359.
- Yumaihana, Qurrata Aini 2009. Pembinaan Petani Tebu Melalui Teknologi Pembuatan Bioetanol Dari Molases Dan Tebu . *Jurnal Ilmiah Fakultas Peternakan Universitas Andalas*.