

## PENGARUH pH DAN PUTARAN PENGADUKAN PADA FERMENTASI MOLASE TERHADAP HASIL AKHIR PRODUKSI BIOETANOL

### *EFFECT OF pH AND STIRRING ROTATION ON MOLASSES FERMENTATION THE FINAL YIELD OF BIOETHANOL PRODUCTION*

Egamiati\*, T. Rachmanto, I M. Mara

Jurusan teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit no. 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia, Telp. 083147707788

\*Corresponding author

E-mail addresses: [egaa925106@gmail.com](mailto:egaa925106@gmail.com)

#### ABSTRACT

Until now, oil and gas are the main energy sources in the world. Indonesia is a country with high energy utilization. Energy sources in Indonesia still come from fossil fuels. Burning fossil fuels, such as oil and gas, can cause the greenhouse effect. Therefore we need an alternative energy (biofuel) that is not harmful to the ecosystem. One example of biofuel is bioethanol. This study used 2 variations, namely stirring rotation (800, 1000 and 1200 rpm) and fermentation pH (4, 4.5 and 5). So from the two variations, 9 kinds of treatment were obtained with 3 repetitions so that the total sample was 27. The purpose of this study was to determine the effect of stirring rotation (rpm) and pH of fermentation on the final yield of bioethanol production. The production of bioethanol is carried out by a fermentation process for 48 hours, then distilled to obtain bioethanol. The results of this study indicate that the variation of fermentation pH is the most dominant factor on the level of bioethanol produced, while for the volume of bioethanol produced the most dominant factor is the stirring rotation. The treatment that produced the highest volume of bioethanol was a stirring rotation of 1000 rpm and a fermentation pH of 4 with an average volume of 1234.3 mL and the highest alcohol content was obtained at a stirring rotation of 1000 Rpm and a fermentation pH of 5 with an average value of 81.3%.

**Keywords:** Bioethanol, Stirring rotation, pH of fermentation, Molasses

## 1. Pendahuluan

Sampai saat ini, minyak dan gas merupakan sumber energi utama di dunia. Kebutuhan energi ini dipenuhi diantaranya (1) minyak dan gas sebesar 63%, (2) batu bara sebesar 27%, (3) energi nuklir sebesar 7%. Diperkirakan pada tahun 2030 energi dunia akan mencapai 16,6 miliar TOE (*tonnes of oil equivalent*/ton setara dengan minyak) [1]. Peningkatan ini dapat menyebabkan berkurangnya cadangan minyak dan gas bumi.

Pembakaran bahan bakar fosil, misalnya minyak dan gas dapat menyebabkan efek rumah kaca. Efek rumah kaca (*Green House Effect*) peristiwanya sama dengan rumah kaca, dimana panas yang masuk akan terperangkap di dalamnya, tidak dapat menembus ke luar kaca sehingga dapat menghangatkan seisi rumah kaca tersebut [2]. Energi alternatif yang tidak berbahaya bagi ekosistem merupakan energi yang berasal dari sumber daya terbarukan. Bahan bakar yang merupakan energi alternatif disebut *biofuel*. Pemanfaatan *biofuel* yang stabil diharapkan dapat mengurangi aliran keluar gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebesar 2,1 Giga ton setiap tahun hingga tahun 2050. Salah satu contoh

*biofuel* adalah bioetanol. Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang diperoleh dari proses fermentasi gula dari substrat karbohidrat dengan memanfaatkan mikroorganisme dan dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan. Menurut Prihandana dkk. bahwa bioetanol memiliki nilai oktan yang lebih tinggi mencapai RON (*Research Oktane Number*) 104 dibandingkan dengan bahan bakar bensin RON (*Research Oktane Number*) 95 [3]. Menurut Fauzi bahwa bioetanol memiliki manfaat dalam menurunkan pelepasan CO<sub>2</sub> hingga 18% [4].

Salah satu sumber alam di Indonesia yang dapat menghasilkan bioetanol adalah molase. Molase merupakan hasil samping dari pembuatan gula tebu (*Saccharum officinarum*) namun masih mengandung glukosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>). Molase juga merupakan bahan yang mudah didapatkan dan harga dari molase sendiri cukup murah. Molase mengandung sebagian besar gula, asam amino, dan mineral dengan pH sekitar 4,5 - 5,6. Sukrosa yang terkandung dalam molase berkisar antara 25 - 40%, dan kadar gula reduksinya 12 - 35%. Komposisi yang signifikan pada molase adalah TSAI (*Total Sugar as Inverti*) berkisar antara 50 - 65%. Untuk pembuatan bioetanol, molase harus mendapatkan perlakuan *pre-treatment* karena molase bersifat kental, serta kadar gula dan pH nya yang masih terlalu tinggi [5]. pH fermentasi akan sangat berpengaruh pada proses produksi bioetanol. pH adalah keadaan asam-basa dari mikroorganisme yang dapat mempengaruhi perkembangan (aktivitas pembelahan sel) dari mikroorganisme tertentu. pH yang terlalu rendah (asam) atau terlalu tinggi (basa) dapat memicu tingkat kematian sel mikroba. Tingkat kematian mikroorganisme yang tinggi akan mempengaruhi kecepatan fermentasi, karena jumlah mikroba akan berkurang dalam mengubah glukosa menjadi bioetanol.

Perubahan molase menjadi bioetanol dilakukan melalui proses fermentasi. Mikroorganisme yang banyak digunakan dalam proses pembuatan bioetanol adalah *Saccharomyces Cerevisiae*. *Saccharomyces Cerevisiae* memiliki beberapa manfaat antara lain tidak sulit menyesuaikan diri dengan lingkungan, dan lebih mudah didapat. Fermentor berfungsi sebagai tempat yang memberikan lingkungan yang tepat dan terkendali untuk pertumbuhan dan pergerakan mikroba tertentu untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Untuk meratakan kontak sel dan substrat serta menjaga mikroorganisme tidak mengendap dibagian bawah fermentor dilakukan pengadukan secara sirkulasi. Kecepatan putaran pengadukan yang tepat diharapkan dapat meningkatkan hasil fermentasi. Selain itu, putaran pengadukan juga berfungsi sebagai pemutus untuk sel berkloni sehingga sel mikroorganisme tidak menyatu membentuk gumpalan yang akan menghambat pertumbuhan sel yang tidak mendapatkan jumlah nutrisi yang cukup dari substrat. Putaran pengadukan yang terlalu cepat dapat menyebabkan kontak antara senyawa penyusun *Saccharomyces Cerevisiae* dengan substrat glukosa menjadi berkurang dan tidak maksimal, sehingga glukosa yang diubah menjadi bioetanol lebih sedikit [5]. Oleh sebab itu, dilakukan penelitian tentang pengaruh pH dan putaran pengadukan pada fermentasi molase terhadap hasil akhir produksi bioetanol dengan tujuan untuk mengetahui hasil akhir dari produksi bioetanol.

## 2. Bahan dan Metode

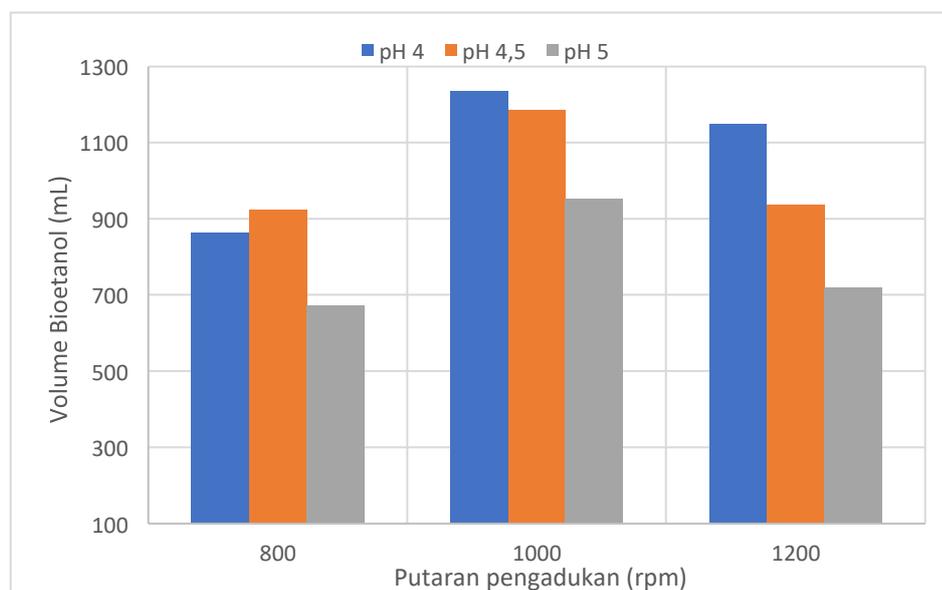
Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya *continous reflux still destilation*, termometer bimetal mekanik, *alcoholmeter*, gelas ukur, *refractometer brix*, timbangan digital, jerigen fermentor, pipet, tangki pemanas (*heater*), pH meter, bom kalorimeter, alat sirkulasi, tachometer, dan *spector alcohol*. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tetes tebu (molase), ragi roti (*saccaromyces cerevisiae*), pupuk ZA (*ammonium sulfate*), kapur dolomit, dan larutan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Limbah molase dari pabrik PT. Sukses Mantap Sejahtera tidak bisa langsung diolah menjadi bioetanol dikarenakan terlalu kental. *Brix* nya mencapai 50% bahkan lebih, oleh karena itu dilakukan proses *pre-treatment* berupa proses pengenceran molase. Molase dicampurkan dengan air perbandingan 1:4 bertujuan supaya *brix*nya bisa turun menjadi 16%. Pada penelitian ini *brix* yang dipakai yaitu 16% dikarenakan pada *brix* 16% diharapkan menghasilkan bioetanol yang cukup tinggi. Sebelum dipanaskan molase disaring terlebih dahulu untuk memisahkan molase dari lumpurnya. Molase yang sudah disaring kemudian dipanaskan selama 60 menit sampai suhunya mencapai ± 92°C, dengan tujuan supaya bahan-bahan yang sudah dicampur akan larut, dan membunuh bakteri agar pada proses fermentasi

*saccharomyces cerevisiae* bisa mendapatkan nutrisi yang cukup, setelah itu pemanas dimatikan. Molase akan dibiarkan dingin selama 2 hari tanpa membuka tutup tangki pemanas supaya bakteri dari luar tidak ikut masuk dengan udara luar.

Molase yang sudah didiamkan selama 2 hari, kemudian di fermentasi sebanyak 20 liter, dan diatur pH nya menggunakan larutan  $H_2SO_4$ , karena pH molase awal mencapai 5,0. Untuk mendapatkan pH 4 ditambahkan 160 ml larutan  $H_2SO_4$ , untuk pH 4,5 hanya ditambahkan 80 ml larutan  $H_2SO_4$ , sedangkan untuk pH 5 tidak perlu menambahkan larutan  $H_2SO_4$  dikarenakan pH awal molase sudah 5. Kemudian ditambahkan ragi *saccharomyces cerevisiae* dan pupuk ZA (*amonium sulfat*) masing-masing 200 gram dan 150 gram. Setelah itu diaduk dengan cara sirkulasi selama 10 menit bertujuan supaya bahan-bahan seperti ragi dan pupuk bisa tercampur rata dan memecah sel berkoloni, sehingga sel-sel mikroorganisme tidak menyatu membentuk gumpalan yang akan mengganggu perkembangbiakan sel yang tidak mendapatkan nutrisi yang cukup dari substrat. Kecepatan putaran pengadukan diatur dengan kecepatan (800, 1000, 1200 rpm) dimotor penggerak dan putarannya dibaca menggunakan *tachometer*. Kemudian difermentasi selama 48 jam (2 hari) pada temperatur ruangan di kota Mataram (23 – 33°C) tanpa bantuan udara atau disebut juga anaerob. Setiap 4 jam sekali *brix* dan pH-nya akan di ukur. Apabila pH-nya turun maka akan ditambahkan larutan kapur. Apabila pH fermentasinya berkurang 0,1 maka akan ditambahkan larutan kapur sebanyak 36 ml menggunakan suntikan. Kapur yang dipakai yaitu kapur dolomit yang berfungsi untuk menjaga pH. Kapur dilarutkan dengan air perbandingan 1:5 (25 gram kapur dan 125 ml air). Molase yang sudah difermentasi selama 48 jam (2 hari) kemudian didestilasi atau proses pemisahan antara kadar air dan alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi molase. Molase dipanaskan pada temperatur  $\pm 78^\circ C$  sesuai dengan titik didih alcohol. Alkohol akan menguap secara terus menerus melalui sirip-sirip pada cerobong destilator yang kemudian mengarah pada pipa kecil untuk selanjutnya ditampung pada wadah.

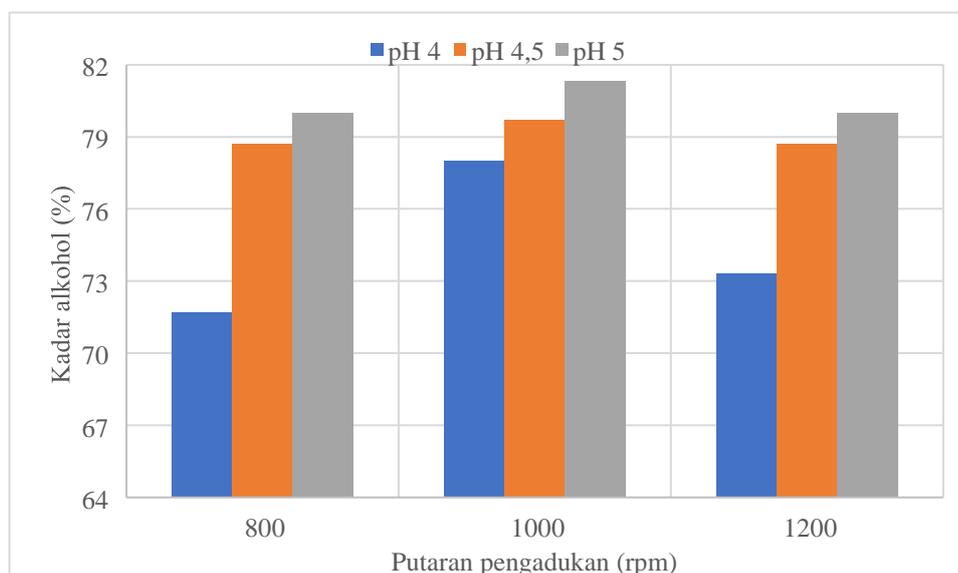
### 3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 1 Hubungan putaran pengadukan (rpm) dan pH fermentasi terhadap volume alkohol yang dihasilkan

Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa putaran pengadukan dan pH fermentasi mempengaruhi produktivitas bioetanol. Volume bioetanol tertinggi pada penelitian ini didapat pada putaran pengadukan 1000 rpm dengan pH fermentasi 4. Volume alkohol terendah didapat pada putaran pengadukan 800 rpm dengan pH fermentasi 5. Untuk kadar alkohol tertinggi didapatkan pada pH fermentasi 5 dengan putaran pengadukan 1000 rpm. Untuk kadar terendah didapatkan pada pH fermentasi 4 dengan putaran pengadukan 800 rpm. Pada kecepatan putaran pengadukan 800 rpm belum mampu menghasilkan volume dan kadar bioetanol yang tinggi, dikarenakan medium belum tercampur

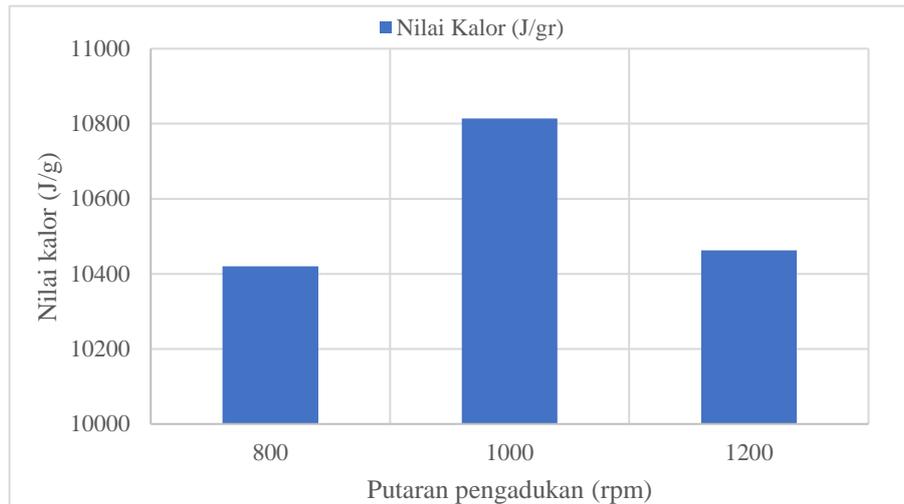
secara sempurna, sehingga kontak antara sel dengan substrat masih lambat dalam mengkonversi bioetanol secara optimal. Sedangkan pada putaran pengadukan 1000 rpm medium sudah tercampur dengan sempurna sehingga kontak antara sel dengan substrat bisa maksimal dalam mengkonversi gula menjadi bioetanol.



Gambar 2 Hubungan putaran pengadukan (rpm) dan pH fermentasi terhadap kadar alkohol yang dihasilkan

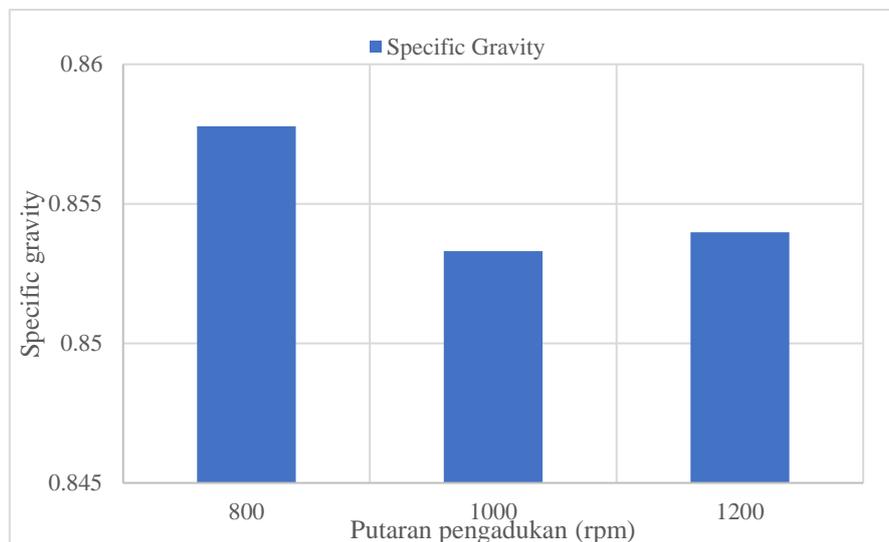
Pada pH fermentasi 5 volume bioetanol yang dihasilkan adalah yang paling rendah tetapi dengan kadar yang paling tinggi, hal ini dikarenakan *Saccharomyces cerevisiae* memasuki fase stasioner dimana laju pertumbuhan mikroorganisme sama dengan laju kematiannya. Kurangnya kinerja ragi ini dikarenakan kadar gula yang merupakan sumber karbon untuk ragi semakin menurun. Adanya penurunan volume bioetanol ini juga dipengaruhi karena gula yang dikonversi menjadi produk oleh mikroorganisme semakin sedikit serta akumulasi produk bioetanol yang dapat bersifat racun terhadap mikroorganisme [6]. Selain itu, volume bioetanol yang menurun dipengaruhi oleh konsentrasi gula yang semakin berkurang dan proses hidrolisis yang lebih rendah dibandingkan laju fermentasinya. Ketika laju fermentasi cepat sementara terjadi kekurangan substrat gula, sebagian *saccharomyces cerevisiae* cenderung untuk mengkonsumsi bioethanol. Hal ini menyebabkan adanya reaksi lanjut dari bioethanol yang teroksidasi menjadi asam asetat. Tidak semua gula dimanfaatkan oleh *saccharomyces cerevisiae* untuk pembuatan bioetanol, akan tetapi ada sebagian gula yang digunakan untuk metabolisme intraseluler seperti sintesis enzim, DNA, dan sebagainya [7]. Untuk pH fermentasi 4 mampu menghasilkan volume bioetanol tertinggi, tetapi dengan kadar alkohol yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme tidak bekerja secara optimal disebabkan mikroorganisme melakukan penyesuaian dengan lingkungan barunya. Lamanya waktu penyesuaian pada mikroorganisme sangat bervariasi, tergantung pada komposisi media, pH, serta suhu. Ketika mikroorganisme telah menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya, barulah sel mulai membelah hingga mencapai populasi maksimum. Derajat keasaman (pH) merupakan satu diantara beberapa faktor penting yang mampu mempengaruhi proses fermentasi bioethanol [6].

Setelah didapatkan kadar dan volume alkohol, maka digunakan 3 kadar tertinggi dari masing-masing variasi dengan hasil terbaik. Kadar 80% hasil dari percobaan menggunakan putaran pengadukan 800 rpm dengan pH fermentasi 5, kadar 81% dari hasil percobaan menggunakan putaran pengadukan 1200 rpm dengan pH fermentasi 5, dan kadar 82% dari percobaan putaran pengadukan 1000 rpm dengan pH fermentasi 5. Untuk pengujian kalor menggunakan bom kalorimeter, setiap sampel yang diuji memiliki berat 1 gram, sehingga didapatkan hasil seperti Gambar 3.



Gambar 3 Pengaruh variasi putaran pengadukan terhadap nilai kalor alkohol pada pH fermentasi 5

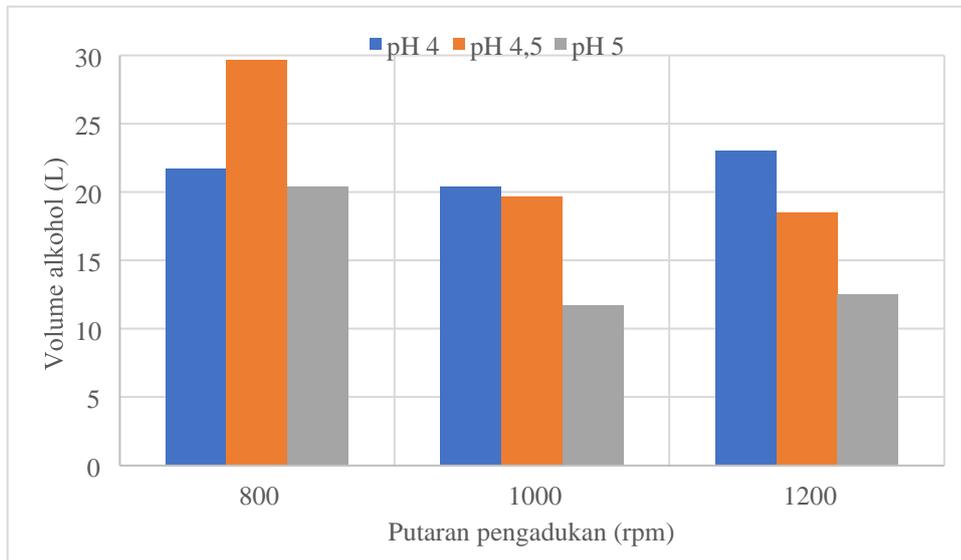
Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa masing-masing kecepatan putaran pengadukan menghasilkan nilai kalor yang bervariasi. Nilai kalor tertinggi didapatkan pada putaran pengadukan 1000 rpm dengan kadar alkohol 82% sebesar 10813,96 J/gram sedangkan nilai kalor terendah didapatkan pada putaran pengadukan 800 rpm dengan kadar alkohol 80% sebesar 10419,83 J/gram. Apabila ditinjau dari kadar bioetanol yang didapatkan, hal tersebut membuktikan bahwa nilai kalor berbanding lurus dengan kadar bioetanol yang didapatkan, karena semakin tinggi kadar bioetanol yang didapat maka nilai kalor yang didapatkan juga semakin tinggi, begitu juga sebaliknya. Hal ini secara tidak langsung telah menunjukkan bahwa bioetanol yang memiliki kadar yang lebih tinggi cenderung akan melepaskan panas yang lebih besar jika dibandingkan dengan bioetanol dengan kadar rendah. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa nilai kalor berbanding terbalik dengan berat jenis. Semakin tinggi kadar alkohol maka nilai kalor semakin besar.



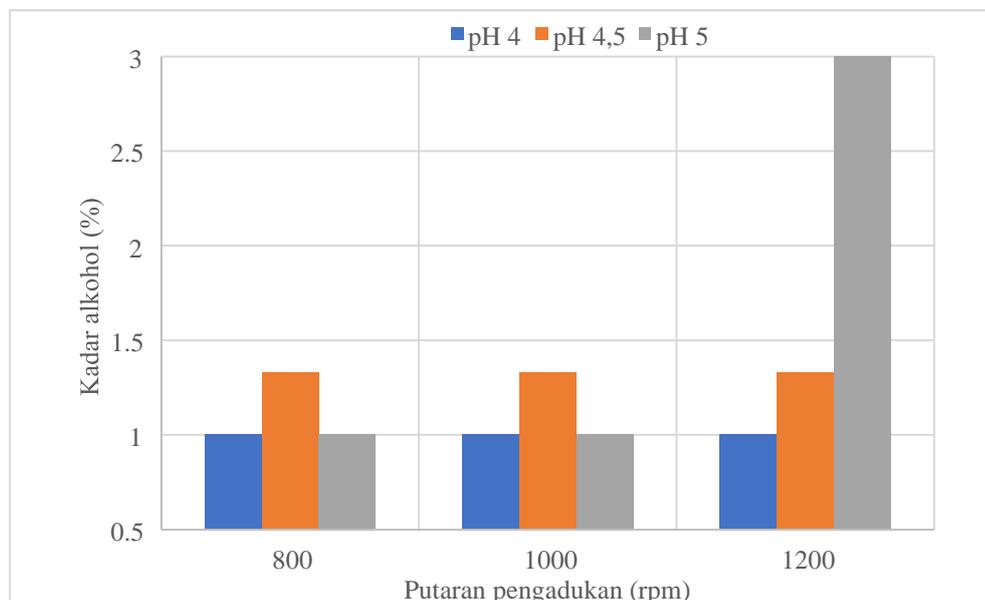
Gambar 4 Pengaruh variasi putaran pengadukan terhadap *specific gravity* alkohol pada pH fermentasi 5

Gambar 4 menunjukkan kecepatan putaran pengadukan 800 rpm dengan kadar alkohol 80% memiliki nilai *specific gravity* tertinggi yaitu sebesar 0,857. Sedangkan pada putaran 1000 rpm dengan kadar alkohol 82% memiliki nilai *specific gravity* paling kecil yaitu sebesar 0,853. Kadar alkohol berbanding terbalik dengan massa. Semakin tinggi kadar alkohol maka nilai *specific gravity* akan rendah,

sebaliknya semakin rendah kadar alkohol maka nilai *specific gravity* akan semakin tinggi. Hal ini menunjukkan pada sampel yang kadar alkoholnya rendah masih mengandung air. Semakin rendah kadar alkohol artinya semakin tinggi pula kadar air didalamnya yang menyebabkan massa pada sampel semakin berat. Semakin tinggi kadar alkohol maka kadar air yang ada didalamnya akan sedikit dan menyebabkan massa sampel semakin ringan.



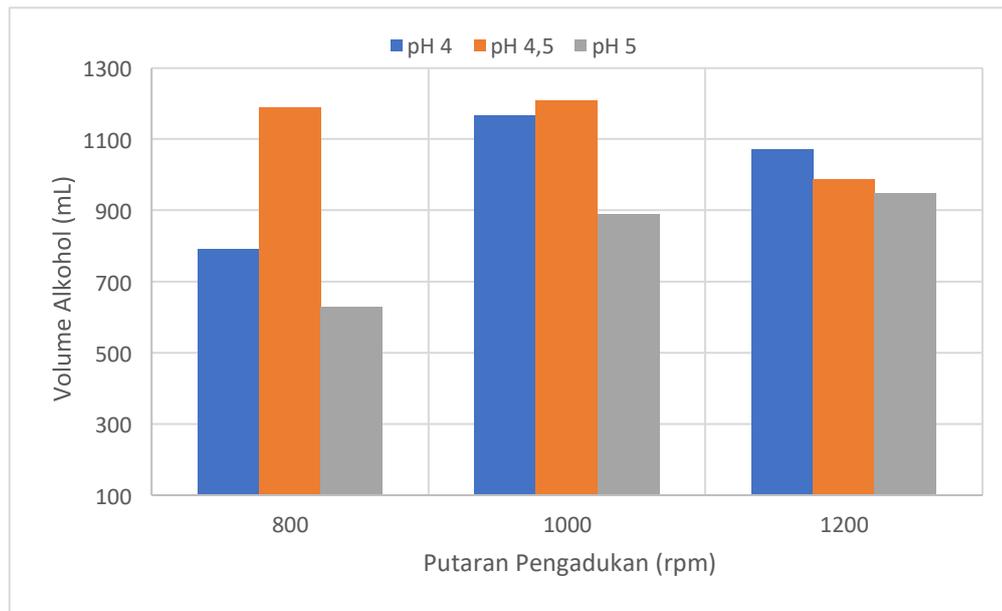
Gambar 5 Hubungan putaran pengadukan (rpm) dan pH fermentasi terhadap volume alkohol buangan yang dihasilkan



Gambar 6 Hubungan putaran pengadukan (rpm) dan pH fermentasi terhadap kadar alkohol buangan yang dihasilkan

Berdasarkan Gambar 5, bahwa volume alkohol buangan terbanyak didapatkan pada putaran pengadukan 800 rpm dengan pH fermentasi 4,5. Volume alkohol paling sedikit didapatkan pada putaran pengadukan 1000 rpm dengan pH fermentasi 5. Hal ini dikarenakan volume alkohol murni yang didapatkan sedikit, sehingga banyak alkohol yang terbuang. Sebaliknya, apabila volume alkohol murni yang didapatkan banyak, maka alkohol yang terbuang akan sedikit. Banyaknya volume alkohol murni yang didapatkan akan sangat menentukan volume alkohol buangan yang didapatkan. Alkohol buangan didapatkan dari hasil destilasi dan banyaknya alkohol yang terbuang diakibatkan oleh proses destilasi

yang belum sempurna. Ditinjau dari Gambar 6, untuk kadar alkohol buangan yang didapatkan, kadar tertinggi didapat pada putaran pengadukan 1200 rpm dengan pH fermentasi 5. Sedangkan untuk kadar alkohol terendah didapatkan pada semua perlakuan dengan putaran pengadukan (rpm) dan pH fermentasi yang berbeda. Kadar alkohol yang didapatkan tidak terlalu signifikan, akan tetapi kadar alkohol murni yang didapatkan juga berpengaruh pada kadar alkohol buangannya. Jika kadar alkohol murni yang didapatkan tinggi maka besar kemungkinan kadar alkohol yang didapatkan pada buangan akan rendah, hal ini dikarenakan alkohol yang keluar dari buangan lebih banyak air dari pada alkohol. Volume alkohol total didapatkan dari total alkohol dengan volume alkohol kadar tinggi ditambahkan dengan volume alkohol dengan kadar rendah. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan data total alkohol total seperti pada Gambar 7.



Gambar 7 Hubungan putaran pengadukan (rpm) dengan pH fermentasi terhadap volume alkohol total yang dihasilkan

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa volume alkohol total terbanyak didapatkan pada putaran pengadukan 1000 rpm dengan pH fermentasi 4,5. Sedangkan volume alkohol total terendah didapatkan pada putaran pengadukan 800 rpm dengan pH fermentasi 5. Hal ini berbanding terbalik dengan volume alkohol dengan kadar tinggi yang didapatkan. Volume alkohol total didapatkan dari penambahan alkohol buangan dengan kadar yang rendah dengan volume alkohol kadar yang tinggi, dan penambahan tidak dilakukan secara langsung atau dicampur langsung melainkan didapat dari perhitungan.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan tentang pH dan putaran pengadukan pada fermentasi molase memberikan pengaruh terhadap hasil akhir produksi bioethanol. Semakin tinggi pH fermentasi yang digunakan, maka kadar alkohol yang dihasilkan semakin tinggi. Namun berbanding terbalik dengan volume alkohol yang dihasilkan yaitu semakin tinggi pH fermentasi, volume alkohol yang dihasilkan semakin sedikit. Rata-rata kadar alkohol tertinggi didapatkan pada pH fermentasi 5 sebesar 81,3% dan rata-rata kadar alkohol terendah didapatkan pada pH fermentasi 4 sebesar 71,67%. Untuk rata-rata volume alkohol tertinggi didapatkan pada pH fermentasi 4 sebesar 1234,3 ml, sedangkan untuk rata-rata volume terendah didapatkan pada pH fermentasi 5 sebesar 672,67 ml. Untuk putaran pengadukan, semakin rendah putaran yang digunakan maka volume dan kadar alkohol yang dihasilkan akan semakin sedikit. Rata-rata volume alkohol dan kadar alkohol yang paling tinggi didapatkan pada putaran pengadukan 1000 rpm dan untuk rata-rata volume dan kadar alkohol yang paling rendah didapatkan pada putaran pengadukan 800 rpm.

## Daftar Notasi

mA	: massa alkohol
ma	: massa aquades
VA	: volume alkohol
Va	: volume aquades
$\rho_A$	: massa jenis alkohol
$\rho_a$	: massa jenis aquades
SG	: <i>specific gravity</i>
ml	: mili liter
gr atau g	: gram
rpm	: revolution per minute/rotasi per menit
L	: liter
cal	: kalori
J	: joule
pH	: power of hydrogen

## Daftar Pustaka

- [1] A.F. Sa'adah, A. Fauzi, B. Juanda, Peramalan penyediaan dan konsumsi bahan bakar minyak indonesia dengan model sistem dinamik, *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 17 (2) (2017) 118-137.
- [2] R. Pratama, Efek rumah kaca terhadap bumi, *Buletin Utama Teknik*, 14 (2) (2019) 120-126.
- [3] R. Prihandana, K. Noerwijan, P.G. Adinurani, D. Setyaningsih, S. Setiadi, R. Hendroko, *Bioetanol Ubi Kayu: Bahan Bakar Masa Depan*, AgroMedi, 2007.
- [4] F. Fauzi, Potensi limbah perkebunan kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif terbarukan di wilayah Kalimantan Barat, *Elkha: Jurnal Teknik Elektro*, 9 (2) (2011) 22-29.
- [5] A.F.P Cika, Y. Uztamila, A. Syarif, I. Hajar, Pengaruh pH fermentasi dan putaran pengadukan pada fermentasi molase terhadap produksi bioethanol, *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 2 (1) (2022) 561-567.
- [6] M. Samsuri, M. Gozan, R. Mardias, M. Baiquni, H. Hermansyah, A. Wijanarko, M. Nasikin, Pemanfaatan selulosa bagas untuk produksi ethanol melalui sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan enzim *xylanase*. *makara*, 11 (1) (2009) 17.
- [7] F. Hartina, A. Jannah, A. Maunatin, (2014). Fermentasi tetes tebu dari pabrik gula Pagotan Madiun menggunakan *saccharomyces cerevisiae* untuk menghasilkan bioetanol dengan variasi pH dan lama fermentasi, *Alchemy*, (2014) 93-100.
- [8] N. Azizah, A.N. Al-Barrii, 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*, 1 (3) (2012).