



Submitted : 15 April 2020

Revised : 1 Juni 2020

Accepted : 24 Agustus 2020

## PENGARUH JENIS NUTRIEN DAN WAKTU TERHADAP EFISIENSI SUBSTRAT DAN KINETIKA REAKSI FERMENTASI DALAM PRODUKSI BIOETANOL BERBAHAN BAKU BIJI DURIAN

Prahady Susmanto\*, Yandriani, Badria Dania, Ellen

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jln. Raya Palembang Prabumulih Km. 32, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

\*Email: [prahady.susmanto@ft.unsri.ac.id](mailto:prahady.susmanto@ft.unsri.ac.id)

### Abstrak

Bioetanol merupakan salah satu sumber energi yang bisa didapatkan dari hasil fermentasi nabati. Pembuatan bioetanol ini memanfaatkan limbah biji durian sebagai media fermentasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi urea dan NPK serta waktu terbaik dalam pembuatan bioetanol dari biji durian oleh *Saccharomyces cerevisiae*, menentukan kinetika reaksi fermentasi, mengetahui efisiensi substrat selama proses fermentasi, dan mengetahui kadar bioetanol yang dihasilkan dari tepung biji durian. Penelitian ini dilakukan dengan penambahan nutrisi berupa urea dan NPK, masing-masing sebanyak 3% dan 4% dengan waktu fermentasi selama 48, 72, 96, 120, 144, dan 168 jam. Berdasarkan hasil penelitian, kadar pati yang terkandung di dalam tepung biji durian sebesar 45,38%. Konversi pati menjadi gula sebesar 37,8167 gram. Efisiensi substrat terbaik diperoleh oleh urea 3% dengan waktu fermentasi 120 jam sebesar 99,24% dengan kadar gula sisa sebesar 0,76%. Kadar bioetanol tertinggi pada sampel urea diperoleh pada penambahan urea 3%, kadar etanol sebesar 57,1429% dengan waktu fermentasi 120 jam dan  $V_{maks}$  sebesar 1,2397 g/mL.jam. Efisiensi substrat terbaik diperoleh pada sampel NPK terdapat pada NPK 4% waktu fermentasi 144 jam sebesar 99,16% dengan kadar gula sisa sebesar 0,84%. Kadar bioetanol tertinggi pada sampel NPK diperoleh pada penambahan NPK 4%, kadar etanol sebesar 48,5714% dengan waktu fermentasi 144 jam dan kecepatan reaksi maksimum ( $V_{maks}$ ) sebesar 1,0116 g/mL.jam

**Kata Kunci:** Biji durian, Bioetanol, Efisiensi substrat, Nutrien, Kinetika Reaksi

### Abstract

Bioethanol is one source of energy that can be obtained from vegetable fermentation. This bioethanol production utilizes durian seed waste as a fermentation media. The purpose of this study was to determine the concentration of urea and NPK and the best time in making bioethanol from durian seeds by *Saccharomyces cerevisiae*, to study the kinetics of the fermentation reaction, determine the efficiency of the substrate during the fermentation process, and to determine the levels of bioethanol that can be produced from durian seed flour. This research was conducted by adding nutrients in the form of urea and NPK, respectively 3% and 4% with fermentation time for 48, 72, 96, 120, 144, and 168 hours. Based on the research results, the levels of starch contained in durian seed flour were 45.38%. Conversion of starch to sugar by 37,8167 grams. The best substrate efficiency is obtained by urea 3% with 120 hours fermentation time of 99,24% with residual sugar content of 0,76%. The highest levels of bioethanol in the urea sample were obtained at the addition of 3% urea, ethanol content of 57,1429% with a fermentation time of 120 hours and a  $V_{max}$  of 1,2397 g/mL.hour. The best substrate efficiency obtained in NPK samples was found in NPK 4% fermentation time 144 hours by 99,16% with residual sugar content of 0,84%. The highest levels of bioethanol in NPK samples were obtained by adding 4% NPK, ethanol content of 48,5714% with 144 hours fermentation time and  $V_{max}$  of 1,0116 g/mL.hour.

**Keywords:** Bioethanol, Durian seeds, Nutrients, Reaction Kinetics, Substrate efficiency

## 1. PENDAHULUAN

Sektor pertanian termasuk ke dalam salah satu usaha yang berkembang dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan pokok misalnya pangan dan juga kebutuhan lain. Pengolahan hasil pertanian mulai dari lahan pertanian sampai menjadi bahan dan barang siap konsumsi akan menyisakan bagian yang tidak dimanfaatkan berupa limbah. Limbah pertanian memerlukan penanganan dan juga pemanfaatan secara serius sehingga tidak akan memberikan dampak buruk terhadap lingkungan, baik kesehatan maupun estetika. Sampah sayuran dan buah-buahan di pasar seperti kulit dan biji buah, tempurung kelapa, jerami, dan tongkol jagung merupakan limbah pertanian yang kurang bermanfaat (Khaidir, 2016).

Bioetanol secara umum digunakan sebagai bahan baku pembuatan turunan etanol, bahan baku untuk industri farmasi, campuran bahan bakar untuk pembakaran, bahan minuman beralkohol, pelarut, dan obat-obatan. Sumber bahan baku untuk pembuatan bioetanol dapat berasal dari sumber hayati, misalnya nira, tebu, sorgum, ubi kayu, jagung, jerami, dan kayu. Bahan baku harus memiliki kandungan seperti pati, karbohidrat, glukosa, dan selulosa, tetapi disisi lain penggunaan bahan baku secara besar-besaran dapat mengganggu kebutuhan pangan. Hal tersebut karena bahan yang mengandung pati, karbohidrat, glukosa, dan juga selulosa sebagian besar termasuk bahan pangan (Murniati dkk, 2018). Oleh karena itu, diperlukan bahan baku lain yang lebih efektif dan efisien yang tidak berfungsi sebagai bahan pangan dan termasuk ke dalam limbah, salah satunya adalah biji durian.

Buah durian terdiri dari 30% limbah yang berupa kulit dan biji durian. Jumlah limbah yang dihasilkan tersebut cukup banyak dan akan sangat potensial jika dimanfaatkan secara tepat (Nurfiana dkk, 2009). Biji buah durian termasuk ke dalam limbah biomassa dan memiliki kandungan pati yang tinggi sehingga bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol. Berdasarkan penelitian, dalam biji durian mengandung karbohidrat 43,6-46,2 gram tiap 100 gram biji durian yang akan diubah menjadi glukosa untuk menghasilkan etanol. (Jayanti dan Solfarina, 2013).

Proses produksi bioetanol dapat dilakukan dengan konversi bahan baku melalui proses fermentasi. Proses fermentasi menggunakan bantuan dari *Saccharomyces cerevisiae*. Pemilihan *Saccharomyces cerevisiae* tersebut dikarenakan lebih efektif jika dibandingkan dengan jenis lain, dapat menghasilkan bioetanol 5,1-91,8% (Arnata dan Anggreni, 2013).

Selama proses pertumbuhan dan perkembangan, *Saccharomyces cerevisiae* memerlukan penambahan unsur nitrogen. Penambahan urea dan NPK (Nitrogen Fosfor Kalium) merupakan salah satu cara agar dapat memenuhi kebutuhan pertumbuhan untuk

*Saccharomyces cerevisiae* selama proses fermentasi. Urea dan NPK memiliki fungsi yang sama pada proses fermentasi yaitu sebagai nutrisi untuk pertumbuhan mikroba. Penelitian sebelumnya telah meneliti fermentasi nira nipah menjadi bioetanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan penambahan urea sebagai sumber nitrogen (Rahmah et al., 2015). Penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan nira nipah dengan variasi massa urea yang digunakan yaitu 0,2; 0,4; 0,6; dan 0,8 g/l. Hasil dari penelitian menunjukkan kadar bioetanol tertinggi yang dihasilkan dari proses fermentasi adalah 7,12% dengan variasi urea 0,6 g/l.

Berdasarkan informasi mengenai proses fermentasi pembuatan bioetanol terdahulu, maka penelitian ini akan dilakukan dengan proses pemisahan hidrolisis dan fermentasi serta penambahan nutrisi berupa urea dan NPK. Penelitian ini berfokus pada jenis nutrisi, kadar bioetanol, waktu fermentasi, konversi gula, kinetika reaksi, dan efisiensi substrat terbaik dalam pembuatan bioetanol dari biji durian.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa limbah biji buah durian, urea, NPK, asam sulfat, *saccharomyces cerevisiae*, aquades, dan NaOH.

### 2.2 Prosedur Penelitian

#### 2.2.1 Perlakuan awal

Bahan baku berupa biji buah durian sebanyak 10 kg diberi perlakuan fisik meliputi pencucian, pengupasan, pengeringan, dan pengecilan ukuran. Proses pencucian dan pengupasan biji durian dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa daging buah durian yang masih menempel pada biji durian. Biji durian kemudian dihaluskan dan dijemur di bawah sinar matahari selama 1 minggu (7 hari) sehingga menjadi tepung biji durian kering.

#### 2.2.2 Hidrolisis

Hasil perlakuan awal yang berupa tepung biji durian sebanyak 75 gram dimasukkan ke dalam *beaker glass* 1000 mL dengan penambahan  $H_2SO_4$  0,3 M sebanyak 750 mL. Larutan kemudian diaduk sampai homogen. Selanjutnya dilakukan proses reflus suhu  $100^\circ C$  selama 1,5 jam.

#### 2.2.3 Fermentasi

Larutan hasil hidrolisis kemudian didinginkan dan disaring. Filtrat berupa larutan (hidrolisat) kemudian diambil dan pH larutan kemudian diatur dengan menambahkan sejumlah larutan NaOH hingga mencapai pH 4. Hidrolisat yang akan digunakan ditambahkan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 21 gram kemudian ditambahkan Urea dan NPK sebanyak

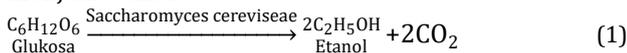
3% dan 4%. Hidrolisat yang berisi sampel kemudian difermentasi ditutup rapat dengan tutup gabus yang kemudian lubang erlenmeyer dihubungkan dengan pipa berbahan karet, pada bagian ujung pipa dihubungkan langsung ke wadah berisi air untuk menghindari adanya udara masuk. Fermentasi kemudian dilakukan selama 24, 48, 72, 96, 120, 144, dan 168 jam.

#### 2.2.4 Purifikasi/pemurnian

Hasil fermentasi yang diperoleh kemudian dipurifikasi menggunakan proses distilasi. Larutan hasil fermentasi dimasukkan ke dalam labu distilasi yang telah dirangkai dengan kondensor. Temperatur distilasi harus dijaga 78°C untuk mendapatkan hasil bioetanol. Bioetanol yang didapat kemudian disimpan dalam wadah yang tertutup rapat. Analisis kadar bioetanol kemudian dilakukan dengan menggunakan alkoholmeter dan pengukuran densitas.

### 2.3 Analisis Bioetanol

Parameter yang diamati antara lain kadar pati, glukosa, dan etanol. Untuk analisis pati dan glukosa metode yang digunakan adalah metode Luff Schoorl, dan untuk analisis kadar etanol metode yang digunakan adalah metode berat jenis dan penggunaan alkoholmeter. Data hasil analisis yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menentukan kinetika reaksi fermentasi. Kinetika fermentasi dari gula menjadi etanol:



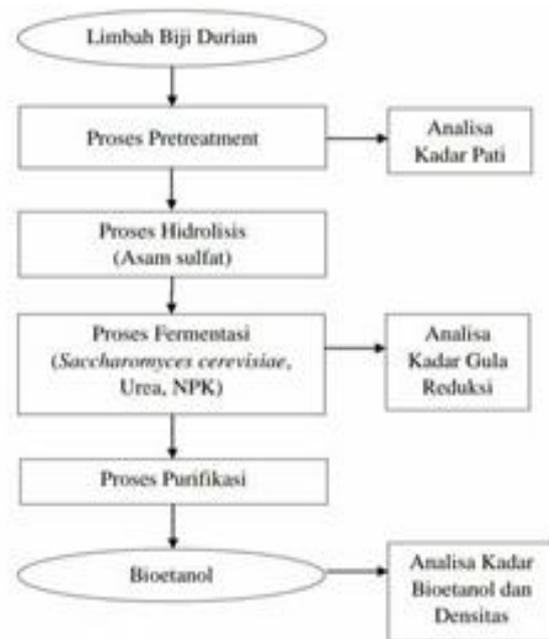
Adapun penentuan kinetika reaksi fermentasi menggunakan persamaan Michaelis Menten, data yang didapat kemudian diolah dengan metode *Lineweaver Bulk*. Metode ini dilakukan dengan membuat grafik hubungan antara  $1/[S]$  vs  $1/V$  yang kemudian datanya dapat digunakan untuk menghitung harga konstanta Michaelis Menten ( $K_m$ ) dan Kecepatan reaksi maksimum ( $V_{maks}$ ).

Kecepatan pembentukan produk dapat dihitung dengan cara mensubstitusikan kadar gula reduksi dan alkohol ke dalam persamaan Michaelis Menten, data yang didapat kemudian diolah dengan metode *Lineweaver Bulk*.

$$\frac{1}{V} = \frac{1}{V_{maks}} + \left(\frac{K_m}{V_{maks}}\right) \frac{1}{[S]} \quad (2)$$

### 2.4 Diagram Alir Penelitian

Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 1. sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

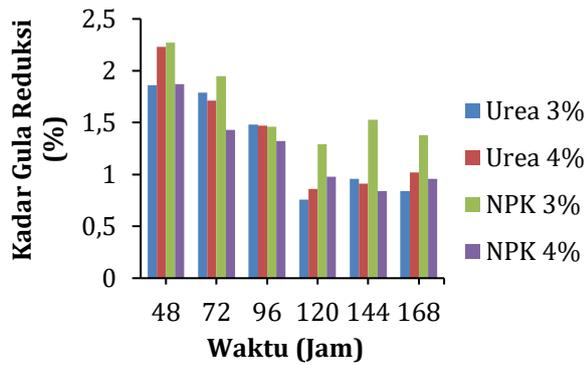
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Gula Reduksi

Bioetanol pada penelitian ini dihasilkan dari fermentasi tepung biji durian oleh *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* tersebut akan memanfaatkan gula yang terdapat pada medium fermentasi untuk pertumbuhan sel dan produksi etanol. Perombakan dilakukan melalui proses glikolisis dengan bantuan enzim yang dihasilkan selama fermentasi (Putri et al., 2016).

Pada penelitian ini seperti yang disajikan pada Gambar 2. didapatkan hasil analisis kadar gula reduksi. Kadar gula reduksi dapat dijadikan indikator yang menunjukkan berjalannya proses fermentasi. Pada Gambar 2. terlihat, selama proses fermentasi cenderung terjadi penurunan kadar gula reduksi dalam substrat, hal ini karena gula reduksi digunakan oleh *Saccharomyces cerevisiae* sebagai sumber karbon untuk membentuk energi selama proses pertumbuhannya.

Semakin banyak gula reduksi yang dimanfaatkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* maka konsentrasi etanol yang dihasilkan semakin tinggi dan sebaliknya semakin sedikit gula reduksi yang dimanfaatkan maka konsentrasi etanol yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian lain dimana semakin banyak gula reduksi yang dapat dimanfaatkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* maka konsentrasi etanol yang dihasilkan semakin tinggi (Putri et al., 2016).



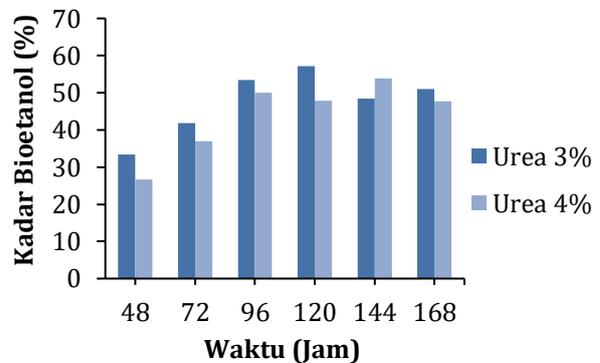
**Gambar 2.** Pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar gula reduksi

Berdasarkan Gambar 2, penurunan kadar gula reduksi pada sampel urea 3% dan 4% memiliki selisih yang cukup sedikit jika dibandingkan dengan penurunan gula reduksi pada sampel NPK 3% dan 4%. Perbedaan penurunan kadar gula reduksi pada masing-masing sampel urea serta NPK dengan variasi 3% dan 4% dipengaruhi oleh adanya perbedaan waktu fermentasi dan jumlah penambahan nutrisi yang berbeda. Penambahan jumlah urea dan NPK yang berbeda pada sampel dapat mempengaruhi jumlah *Saccharomyces cerevisiae* yang hidup dan berkembang serta melakukan aktivitas untuk mengkonsumsi gula yang terdapat dalam medium fermentasi. Penambahan jumlah nutrisi dalam fermentasi juga harus dipertimbangkan apabila jumlahnya terlalu banyak akan menyebabkan keracunan bagi *Saccharomyces cerevisiae* sehingga konsumsi gula menjadi lambat dan kadar gula reduksi mengalami penurunan yang sedikit. Pada proses fermentasi, gula reduksi awal milik biji durian akan mengalami penurunan gula reduksi tersebut secara bertahap dengan bertambahnya waktu fermentasi (jam). Adanya penurunan kadar gula reduksi dengan bertambahnya waktu fermentasi menunjukkan selama fermentasi terjadi penggunaan karbohidrat sederhana oleh *S. cerevisiae* untuk pertumbuhan hingga pembentukan produk.

### 3.2 Pengaruh Jenis Nutrien Dan Waktu Terhadap Kadar Bioetanol

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi proses fermentasi adalah nutrisi. *Saccharomyces cerevisiae* memerlukan nutrisi untuk proses pertumbuhan pada proses fermentasi. Pada saat fermentasi etanol, *Saccharomyces cerevisiae* akan mengubah glukosa menjadi etanol. Satu molekul glukosa akan membentuk dua molekul etanol dan CO<sub>2</sub>. Pada proses perombakan gula menjadi etanol, *Saccharomyces cerevisiae* membutuhkan nutrisi. Nutrisi pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* ini dapat dipenuhi dengan penambahan NPK dan urea. Hal ini sesuai dengan penelitian lain yang

mengemukakan bahwa urea ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO) dan (NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) dapat berfungsi sebagai nutrisi atau makronutrien pada proses fermentasi (Akhir et al., 2015). Tersedianya sumber nutrisi dalam media fermentasi mampu meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme sehingga dapat meningkatkan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Nitrogen merupakan salah satu sumber nutrisi yang sangat penting untuk pertumbuhan mikroorganisme dalam pembentukan asam nukleat dan asam amino.



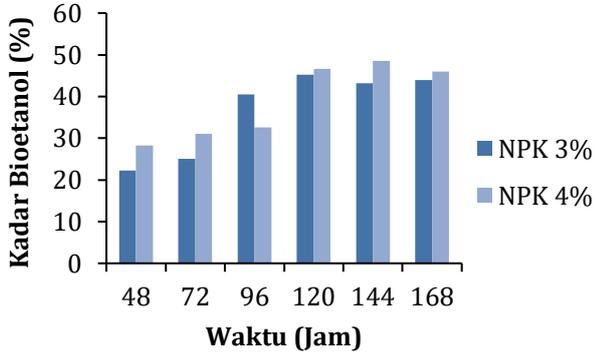
**Gambar 3.** Pengaruh urea dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol

Gambar 3. menunjukkan menunjukkan bahwa kadar bioetanol yang dihasilkan dengan penambahan urea sebesar 3% lebih tinggi daripada urea 4%. Kondisi optimum pada sampel urea 3% terjadi pada 120 jam waktu fermentasi, akan tetapi setelah kondisi optimum tercapai kadar bioetanol yang didapatkan cenderung menurun. Hal tersebut dapat terjadi akibat reaksi lanjut dari bioetanol sehingga bioetanol yang diperoleh menurun seiring bertambahnya waktu fermentasi. Reaksi lanjut ini disebabkan teroksidasinya bioetanol menjadi asam asetat.

Pada sampel urea 4% setelah 120 jam terjadi penurunan kadar bioetanol. Penurunan kadar bioetanol ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya pH. Hal tersebut berkaitan dengan pH media fermentasi yang cenderung menurun dengan bertambahnya konsentrasi nutrisi urea, penurunan pH dapat menghambat jalannya fermentasi. Penggunaan konsentrasi urea yang terlalu tinggi menyebabkan pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* menjadi terhambat, sehingga konsentrasi bioetanol yang dihasilkan cenderung menurun dan kecil.

Berdasarkan dari kadar bioetanol yang dihasilkan dengan penambahan urea 3% dan 4% hasil terbaik didapatkan pada penambahan urea 3%. Hal ini menunjukkan jika urea pada proses fermentasi dikonsumsi dalam jumlah yang besar dan waktu tertentu akan membentuk NH<sub>3</sub>-N yang bersifat racun dan dapat menghambat pertumbuhan suatu mikroorganisme. Selain itu, proses terjadinya

penurunan aktivitas dari *Saccharomyces cerevisiae* pada waktu tertentu dapat menyebabkan proses fermentasi berjalan lambat karena *Saccharomyces cerevisiae* kehabisan nutrisi untuk bertahan hidup dan mengalami fase kematian.

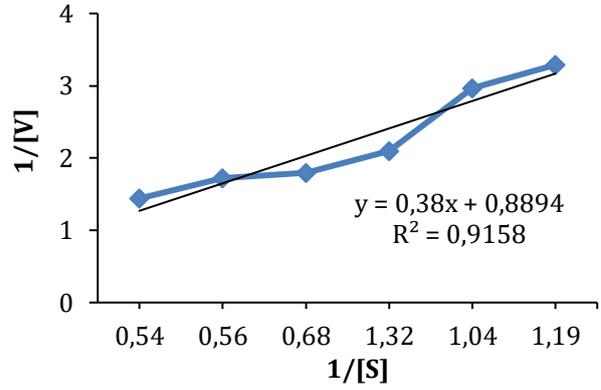


**Gambar 4.** Pengaruh NPK dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol

Dari Gambar 4 terlihat bahwa kadar bioetanol terendah dihasilkan pada penambahan konsentrasi NPK 3% yaitu sebesar 22,22% dengan waktu fermentasi 48 jam. Hal ini disebabkan karena jumlah nutrisi yang tersedia masih belum mencukupi untuk aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* yang kemudian menyebabkan aktivitas tidak optimal dan berjalan lambat sehingga mempengaruhi pembentukan bioetanol. Kadar bioetanol tertinggi yang didapatkan dari penambahan NPK 3% pada waktu fermentasi 120 jam. Kadar yang diperoleh lebih kecil jika dibandingkan dengan kadar NPK 4% serta urea 3% dan 4%. Kadar bioetanol yang dihasilkan oleh NPK cenderung kecil dapat disebabkan karena selama fermentasi terbentuk ion logam. Penambahan NPK pada proses fermentasi juga dapat memperbanyak ion logam  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$  kelebihan ion logam ini dapat menyebabkan keracunan bagi *S.cerevisiae* sehingga fermentasi berlangsung dengan tidak optimal dan lambat. Jumlah nutrisi yang dibutuhkan selama proses fermentasi berlangsung berbeda-beda tergantung dari jenis bahan baku yang digunakan serta jumlah *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan.

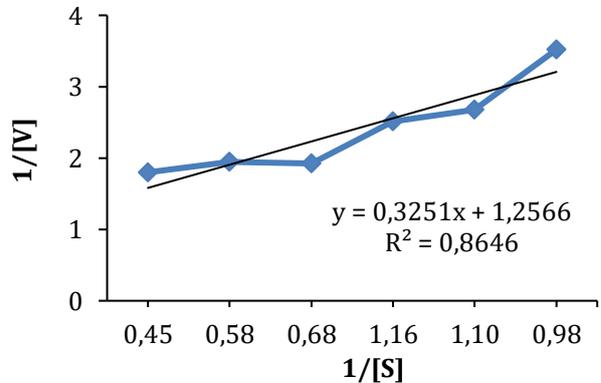
### 3.3 Penentuan Kinetika Fermentasi

Dari Gambar 5. didapatkan hasil slop sebesar 1,5934 dan intercept sebesar 0,8067. Berdasarkan data slop dan intersep yang didapatkan maka nilai  $K_m$  sebesar 1,9752 g/mL dengan  $V_{maks}$  sebesar 1,2397 g/mL.jam. Nilai  $V_{maks}$  ini menunjukkan bahwa sebanyak apapun substrat yang ditambahkan maka kecepatan reaksi tidak akan melewati nilai  $V_{maks}$ .



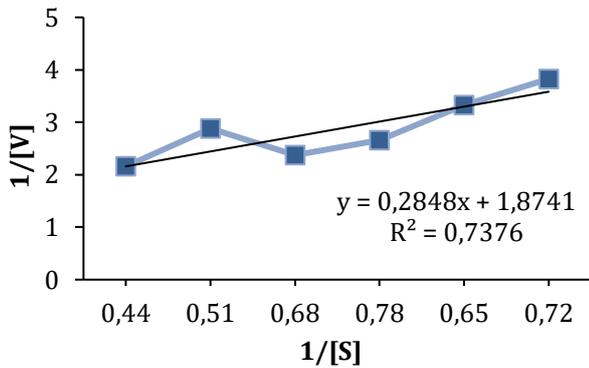
**Gambar 5.** Hubungan antara  $1/[S]$  vs  $1/V$  pada bioetanol dengan variasi urea 3%

Berdasarkan Gambar 6 didapatkan hasil slop sebesar 1,5932 dan intercept sebesar 1,0787. Berdasarkan data slop dan intersep yang didapatkan dari grafik maka nilai  $K_m$  sebesar 1,4770 g/mL dengan  $V_{maks}$  sebesar 0,9270 g/mL.jam. Nilai  $V_{maks}$  menunjukkan bahwa sebanyak apapun substrat yang ditambahkan maka kecepatan reaksi tidak akan melewati nilai  $V_{maks}$ .



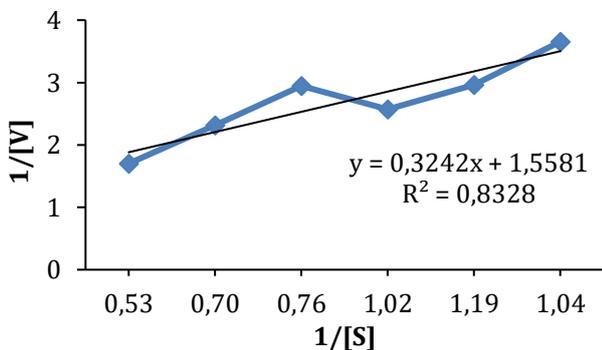
**Gambar 6.** Hubungan antara  $1/[S]$  vs  $1/V$  pada bioetanol dengan variasi urea 4%

Berdasarkan Gambar 7 didapatkan hasil slop sebesar 2,1204 dan intercept sebesar 1,5309. Berdasarkan data slop dan intersep yang didapatkan maka nilai  $K_m$  sebesar 1,3850 g/mL dengan  $V_{maks}$  sebesar 0,6532 g/mL.jam. Nilai  $V_{maks}$  ini menunjukkan bahwa sebanyak apapun substrat yang ditambahkan maka kecepatan reaksi tidak akan melewati nilai  $V_{maks}$ .



**Gambar 7.** Hubungan antara  $1/[S]$  vs  $1/V$  pada bioetanol dengan variasi NPK 3%

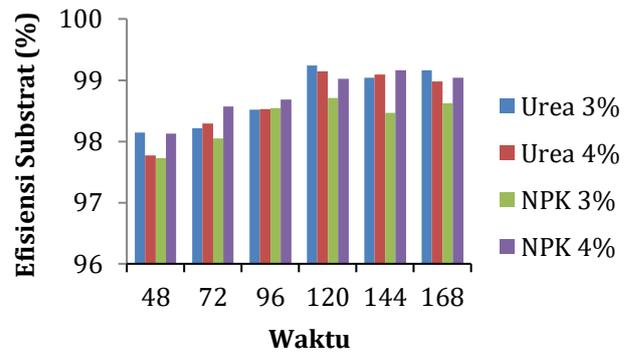
Dari Gambar 8 didapatkan hasil slop sebesar 1,9498 dan intersep sebesar 0,9885. Berdasarkan data slop dan intersep yang didapatkan dari grafik maka nilai  $K_m$  sebesar 1,9724 g/mL dengan  $V_{maks}$  sebesar 1,0116 g/mL.jam. Nilai  $V_{maks}$  ini menunjukkan bahwa sebanyak apapun substrat yang ditambahkan maka kecepatan reaksi tidak akan melewati nilai  $V_{maks}$ .



**Gambar 8.** Hubungan antara  $1/[S]$  vs  $1/V$  pada bioetanol dengan variasi NPK 4%

### 3.4 Penentuan Efisiensi Substrat

Pati yang terkandung dalam tepung biji durian pada penelitian ini sebesar 45,38%. Konversi pati biji durian menjadi gula sebesar 37,8167 gram. Efisiensi substrat yang diperoleh selama proses fermentasi bergantung pada waktu fermentasi dan jumlah konsumsi gula oleh *S.cerevisiae*. Pada proses hidrolisis semakin lama waktu maka kadar gula reduksi yang didapatkan semakin tinggi karena kontak yang terjadi antara reaktan semakin lama. Kontak yang semakin lama akan mengakibatkan konversi dari reaktan ke produk semakin besar. Dari konversi gula reduksi ini didapatkan maka dapat diketahui gula reduksi yang bereaksi dan gula reduksi sisa.



**Gambar 9.** Efisiensi substrat

Berdasarkan Gambar 9 dapat diketahui bahwa efisiensi substrat pada variasi NPK 3% memiliki persen tertinggi sebesar 98,71% untuk waktu fermentasi 120 jam. Efisiensi substrat terkecil pada variasi NPK 3% yaitu 97,73% untuk waktu fermentasi selama 48 jam. Pada sampel NPK 3% efisiensi substrat menjadi gula tidak terlalu tinggi daripada pada sampel urea 3% dan 4% hal ini dapat disebabkan karena pada saat proses fermentasi gula reduksi yang terbentuk selama proses hidrolisis dengan cara pemecahan pati menjadi gula reduksi tidak terkonsumsi sempurna sewaktu fermentasi berlangsung sehingga substrat tidak terpakai sebanyak yang lainnya.

Efisiensi substrat tertinggi pada sampel NPK dimiliki oleh sampel NPK dengan variasi 4% dengan konversi sebesar 99,16% dari persen ini diketahui jumlah gula reduksi yang bereaksi sebesar 37,4990 gram. Adanya gula reduksi yang bereaksi menandakan adanya pemakaian gula selama fermentasi dan semakin lama waktu fermentasi maka kadar gula reduksi semakin rendah. Perbedaan jumlah gula reduksi yang tersisa dan bereaksi pada masing-masing sampel dapat disebabkan oleh jenis nutrisi yang berbeda, lama waktu fermentasi, dan perbedaan konsumsi atau pemakaian gula oleh *Saccharomyces cerevisiae*.

### 4. KESIMPULAN

Perbedaan jenis nutrisi yang digunakan memiliki pengaruh terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan. Penambahan nutrisi berupa urea menghasilkan kadar bioetanol yang lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan nutrisi berupa NPK. Kadar bioetanol tertinggi sebesar 57,1429% dengan penambahan urea 3%. Semakin lama waktu fermentasi maka kadar bioetanol yang dihasilkan cenderung semakin tinggi, akan tetapi ketika fermentasi telah mencapai waktu optimum maka kadar etanol untuk waktu fermentasi berikutnya cenderung menurun. Semakin lama waktu proses fermentasi maka efisiensi substrat akan semakin tinggi. Efisiensi substrat tertinggi pada penelitian ini sebesar 99,24%. Kadar gula reduksi akan menurun seiring dengan bertambahnya waktu

fermentasi. Kadar gula reduksi terendah pada penelitian ini sebesar 0,76%. Semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan maka kecepatan reaksi maksimum akan semakin tinggi. Urea 3% yang menghasilkan kadar bioetanol tertinggi dengan nilai  $K_m$  sebesar 1,9752 g/mL dengan  $V_{maks}$  sebesar 1,2397 g/mL.jam.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Arnata, I., & Anggreni, A. D. (2013). Rekayasa Bioproses Produksi Bioetanol dari Ubi Kayu dengan Teknik Ko-Kultur Ragi Tape dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Agrointek*, 7(1), 21-28.
- Akhir, Y. M., Chairul, C., & Drastinawati, D. (2015). Pembuatan Bioetanol dari Fermentasi Nira Aren (*Arenga Pinnata*) Menggunakan Yeast *Saccharomyces Cerevisiae* dengan Pengaruh Variasi Konsentrasi Nutrisi dan Waktu Fermentasi (Skripsi, Riau University).
- Balat, M., Balat, H., & Öz, C. (2008). Progress in Bioethanol Processing. *Progress in energy and combustion science*, 34(5), 551-573.
- Brown, M. J. (1997). *Durio, A Bibliographic Review*. Bioersivity International.
- Cornelia, M., Syarief, R., Effendi, H., & Nurtama, B. (2013). Pemanfaatan Pati Biji Durian (*Durio Zibethinus* Murr.) dan Pati Sagu (*Metroxylon* Sp.) dalam Pembuatan Bioplastik. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 35(1), 20-29.
- Fatimah, Febrina, L. G., & Lina, R. G. (2013). Kinetika Reaksi Fermentasi Alkohol dari Buah Salak. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 35, 1-5.
- Gavahian, M., Munezata, P. E., Eş, I., Lorenzo, J. M., Khaneghah, A. M., & Barba, F. J. (2019). Emerging Techniques in Bioethanol Production: from Distillation to Waste Valorization. *Green chemistry*, 21(6), 1171-1185.
- Groggins, P.H. (1992). *Unit Process in Organic Synthesis*. New York: Mc Graw Hill Book Company.
- Turnip, A., & Dahlan, M. H. (2012). Pengaruh Massa Ragi, Jenis Ragi, dan Waktu Fermentasi pada Bioetanol dari Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*, 18(2), 43-51.
- Khaidir, K. (2016). Pengolahan Limbah Pertanian Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *AGRIUM*, 13(2), 63-68..
- Murniati, M., Handayani, S. S., & Risfianty, D. K. (2018). Bioetanol dari Limbah Biji Durian (*Durio zibethinus*). *Jurnal Pijar MIPA*, 13(2), 155-159..
- Nurfiana, F., Mukaromah, U., Jeannisa, V. C., & Putra, S. (2009, November). Pembuatan Bioethanol dari Biji Durian Sebagai Sumber Energi Alternatif. In *Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta: STTN-BATAN.
- Putra, I. N. W., Kusuma, I. G. B. W., & Winaya, I. N. S. (2011). Proses Treatment Dengan Menggunakan NaOCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk Mempercepat Pembuatan Bioetanol dari Limbah Rumput Laut *E. cottonii*. *Journal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1), 64-68.
- Oktaniya, O., Restuhadi, F., & Rahmayuni, R. Hubungan antara Kadar Etanol, Kadar Gula Reduksi dan Jumlah Sel dalam Produksi Bioetanol dari Fermentasi Air Kelapa dengan Penambahan Pupuk NPK. *Jurnal Sagu*, 16(1), 28-34.
- Oswaldo, Z. S., Putra, P., & Faizal, M. (2012). Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(2).
- Prasetyo, E. (2011). Sintesis Bioetanol dari Limbah Biji Durian (*Durio zibethinus*) dengan Variasi pH pada Proses Fermentasi (Skripsi, Universitas Negeri Semarang).
- Parhan, A. (2014). Rancang Bangun Alat Destilasi Oli Bekas (Proses Pembuatan) (Skripsi, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Putri, S. A., Restuhadi, F., & Rahmayuni. (2016). Relationship between the Reduction of Sugar Levels, the Number of Cells Microbes and Ethanol Production in Bioethanol Fermentation from Coconut Water with Addition of Urea. *JomFaperta*. 3(2), 1-8.
- Rahayu, et al.. 1992. Fermentasi. (Online). (<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/>) (diakses pada 16 September 2019).
- Rahmah, Y., & Bahri, S. (2015). Fermentasi Nira Nipah Menjadi Bioetanol Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* dengan Penambahan Urea Sebagai Sumber Nitrogen (Skripsi, Riau University).
- Riadi, L. (2007). *Teknologi Fermentasi Edisi 1*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Morais, R. R., Pascoal, A. M., Pereira-Júnior, M. A., Batista, K. A., Rodriguez, A. G., & Fernandes, K. F. (2019). Bioethanol Production from *Solanum Lycocarpum* Starch: A Sustainable Non-Food Energy Source for Biofuels. *Renewable Energy*, 140, 361-366.
- Rukmana. (1996). Komparasi Uji Karbohidrat pada Produk Olahan Makanan dari Tepung Biji Durian (Skripsi, Jurusan Kimia, Universitas Sumatera Utara)
- Sarkar, N., Ghosh, S. K., Bannerjee, S., & Aikat, K. (2012). Bioethanol Production from Agricultural Wastes: An Overview. *Renewable Energy*, 37(1), 19-27.
- Soebagio, Budiasih, E., Ibnu, M. S., Widarti, H. R., & Munzil. (2005). *Kimia Analitik II*. Malang: UM Press.
- Sutikno, S., Marniza, M., & Yanti, M. F. (2017). Pengaruh Perlakuan Awal Basa dan Asam terhadap Kadar Gula Reduksi Tandan Kosong Kelapa Sawit [The Effect of Alkali and Acid Pretreatment on Reduced Sugar of Empty Palm Fruit Bunches]. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 20(1), 1-10.
- Syukri. (2007). *Kimia Dasar 2*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Wahyudi, J., A Wibowo, W., A Rais, Y., & Kusumawardani, A. (2011, February). Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Glukosa Terbentuk dan Konstanta Kecepatan Reaksi pada Hidrolisa Kulit Pisang. In Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2011.