

PENGARUH WAKTU DAN NUTRIEN PADA PROSES FERMENTASI SAMPAH ORGANIK MENJADI BIOETANOL DENGAN METODE SSF

Adha Ilmi Nuraini dan Naniek Ratni JAR.

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: nanik_rjar@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Bioetanol merupakan sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan yang dapat mengatasi semakin menipisnya ketersediaan sumber minyak bumi di Indonesia dan mengurangi bertambahnya gas rumah kaca. Sampah organik dapat menjadi salah satu bahan baku pembuatan bioetanol karena ketersediaannya yang melimpah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi sampah organik yang diolah menjadi bioetanol. Penelitian ini menggunakan sampah sayur, sampah buah, dan sampah daun lalu difermentasi menggunakan ragi roti yang mengandung *Saccharomyces c.* Penambahan nutrisi (urea dan NPK) dan waktu fermentasi selama 3 hari, 5 hari, dan 7 hari dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Pembuatan bioetanol dilakukan dengan metode SSF (*Simultaneous Saccharification and Fermentation*) sehingga proses hidrolisis dan proses fermentasi terjadi secara simultan. Hasil penelitian dengan kadar etanol tertinggi sebesar 18,79 % dengan waktu fermentasi 5 hari dan penambahan urea 25 gr. Penambahan nutrisi dan waktu fermentasi mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan.

Kata kunci: *bioetanol, sampah organik, urea, NPK, waktu fermentasi, kadar etanol*

ABSTRACT

*Bioethanol is a renewable and environmentally friendly energy source that can overcome the depletion of oil resources in Indonesia and reduce the increase in greenhouse gases. Organic waste can be one of the raw materials for bioethanol production because of its abundant availability. This research was conducted to determine the potential for organic waste to be processed into bioethanol. This study used vegetable waste, fruit waste, and leaf waste and then fermented using yeast containing *Saccharomyces c.* The addition of nutrients (urea and NPK) and fermentation time for 3 days, 5 days, and 7 days were carried out to determine the effect on the resulting ethanol content. The production of bioethanol is carried out using the SSF (*Simultaneous Saccharification and Fermentation*) method so that the hydrolysis and fermentation processes occur simultaneously. The results showed that the highest ethanol content was 18.79% with a fermentation time of 5 days and the addition of 25 gr urea. The addition of nutrients and fermentation time affects the ethanol levels produced.*

Keywords: *bioethanol, organic waste, urea, NPK, fermentation time, ethanol content*

PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan energi di Indonesia bergantung pada bahan bakar fosil. Adanya pertumbuhan penduduk maka penggunaan energi akan semakin meningkat tiap tahun. Menurut Ditjen Migas (2018) cadangan minyak bumi di Indonesia sekitar 7,5 milyar barel untuk kisaran 10-11 tahun kedepan. Maka diperlukan sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan yang dapat mengatasi semakin menipisnya ketersediaan sumber minyak bumi di Indonesia dan mengurangi bertambahnya gas rumah kaca.

Saat ini penelitian mengenai energi alternatif terbarukan telah banyak dikembangkan salah satunya adalah bioetanol. Bahan baku pembuatan bioetanol biasanya berasal dari tebu, singkong, dan jagung. Namun bahan baku tersebut termasuk bahan pangan, sehingga ketersediaannya akan terbatas karena fungsinya sebagai bahan pangan. Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi dari biomassa dengan bantuan mikroorganisme. Etanol atau etil alkohol adalah jenis cairan yang mudah terbakar karena mengandung 35% oksigen, sehingga etanol dapat diproduksi sebagai bahan bakar.

Sampah organik dapat menjadi salah satu bahan baku pembuatan bioetanol karena ketersediaannya yang melimpah. Sampah organik seperti sampah sayur, sampah buah, dan daun mengandung bahan lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi sampah organik yang diolah menjadi bioetanol. Dari penelitian ini diharapkan menjadi salah satu upaya dalam pengembangan sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan serta menjadi salah satu metode pengolahan sampah organik.

Proses pembuatan bioetanol dilakukan dengan memfermentasi bahan yang mengandung gula atau pati. Bahan lignoselulosa terdiri dari 3 komponen yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Bahan lignoselulosa harus melalui proses *pretreatment* untuk menghilangkan lignin yang dapat menghambat proses hidrolisis. Proses hidrolisis dilakukan untuk mengubah selulosa menjadi glukosa. Glukosa diubah oleh mikroorganisme fermentasi menjadi etanol dan karbondioksida.

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (glukosa)} \xrightarrow{\text{(mikroba)}} 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \text{ (etanol)} + 2 \text{CO}_2$$

Mikroorganisme fermentasi yang biasa digunakan untuk menghasilkan alkohol adalah *Saccharomyces c.* yang biasanya terkandung dalam ragi roti.

Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH, suhu, nutrisi, dan waktu fermentasi. pH optimum pada proses fermentasi berkisar antara 4,8 – 6 dan suhu berkisar antara 38 - 35°C.

Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) merupakan metode yang menggabungkan proses hidrolisis dan proses fermentasi, sehingga proses berjalan secara simultan. Metode ini efektif dilakukan karena dapat meminimalisir adanya inhibitor yang dapat mengganggu proses fermentasi. Glukosa dapat langsung diubah menjadi etanol oleh mikroba.

Mikroba membutuhkan nutrisi untuk melangsungkan metabolisme dan pertumbuhannya. Penambahan urea dan NPK biasanya digunakan pada penelitian pembuatan etanol sebagai nutrisi tambahan. Urea dan NPK mengandung unsur nitrogen yang digunakan mikroba untuk mempercepat pertumbuhan sel baru.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah blender, kompor, kukusan, reaktor fermentasi, gelas ukur, neraca analitik, wadah, dan alat destilasi.

Bahan-bahan yang digunakan adalah sampah organik sayur (wortel dan kentang), buah (nanas dan pisang), dan dedaunan, ragi roti, enzim selulase, urea, NPK, dan aquades.

Pretreatment

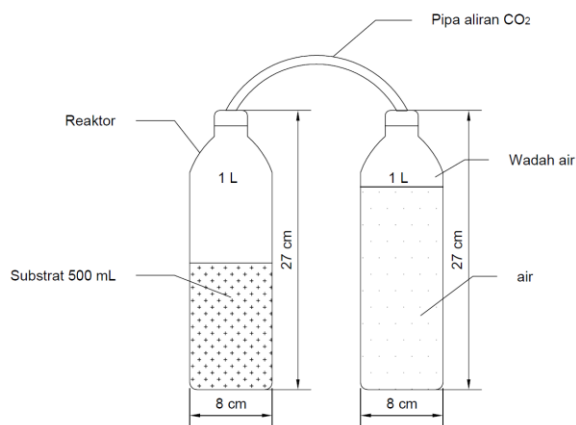
Persiapan bahan dilakukan dengan membilas bahan dengan air. Proses pretreatment dilakukan dengan mengukus sampah kemudian didinginkan sampai suhu normal. Setelah itu sampah dihaluskan dengan menambahkan aquades.

Hidrolisis dan Fermentasi

Proses hidrolisis dan fermentasi dilakukan secara serentak, proses hidrolisis menggunakan enzim selulase dan proses fermentasi menggunakan ragi roti. Untuk mengaktifkan ragi roti, larutkan 25 gram ragi roti dengan air sebanyak 50 mL.

Ambil 500 mL bubur sampah yang telah dihaluskan dimasukkan kedalam reaktor yang berkapsitas 1 L. Masukkan enzim selulase sebanyak 25 mL dan ragi roti yang telah

diaktifkan. Selanjutnya masukkan nutrisi (urea dan NPK) sebanyak variasi yang telah dibuat pada setiap reaktor. Lalu semua bahan yang telah masuk ke dalam reaktor diaduk agar homogen. Reaktor ditutup dan dilakukan proses fermentasi selama 3, 5, dan 7 hari. Di bagian penutup reaktor diberi lubang dan dipasang pipa untuk aliran gas CO₂, pipa tersebut dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air agar tidak terjadi kontak langsung dengan udara.



Gambar -1 : Sketsa Reaktor Fermentasi

Destilasi

Persiapkan alat destilasi. Cairan hasil fermentasi dimasukkan ke dalam labu destilasi. Temperatur pemanas dijaga pada suhu 78 – 80 °C. Proses destilasi dilakukan sampai etanol tidak menetes lagi.

Analisis

Analisis penelitian dilakukan untuk mengukur kadar etanol dari hasil proses destilasi. Kadar etanol dapat ditentukan berdasarkan massa jenisnya dengan menggunakan metode piknometrik. Menurut SNI 3565:3009, berat jenis diuji sesuai dengan *Official Methods of Analysis of AOAC Internasional, 18th Edition, Volume 2, 2005*, butir 26.1.06.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan bioetanol dalam penelitian ini menggunakan sampah sayur, buah, dan daun sebagai bahan utama dengan waktu fermentasi 3 hari, 5 hari, dan 7 hari dan penambahan nutrisi berupa pupuk urea dan NPK sebanyak 0 gr, 15 gr, 25 gr, 35 gr, dan 50 gr. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu dan penambahan nutrisi terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Berikut adalah hasil bioetanol dari 27 sampel dengan berbagai macam variasi.

Tabel -1 : Kadar Bioetanol

No. Perlakuan	Urea (gram)	NPK (gram)	Waktu Fermentasi (hari)	Kadar Etanol
1	0	0	3	6,70%
2			5	11,29%
3			7	9,33%
4	15	0	3	9,72%
5			5	13,78%
6			7	12,48%
7	25	0	3	13,45%
8			5	18,79%
9			7	15,17%
10	35	0	3	11,37%
11			5	14,11%
12			7	11,21%
13	50	0	3	8,86%
14			5	10,50%
15			7	7,62%
16	0	15	3	8,24%
17			5	11,92%
18			7	9,80%
19	0	25	3	11,52%
20			5	13,62%
21			7	10,42%
22	0	35	3	11,76%
23			5	14,76%
24			7	11,13%
25	0	50	3	10,11%
26			5	11,84%
27			7	10,50%

Berdasarkan tabel di atas kadar etanol paling tinggi sebesar 18,79 % ditunjukkan oleh nomor perlakuan 8 dengan waktu fermentasi 5 hari dan penambahan urea 25 gr. Kadar etanol paling rendah sebesar 6,70 % ditunjukkan oleh nomor perlakuan 1 dengan waktu fermentasi 3 hari dan tanpa penambahan nutrisi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Loebis (2015), menghasilkan kadar etanol paling tinggi sebesar 5,51% pada tongkol jagung dengan penelitian menggunakan bahan baku sampah organik (sabut kelapa, kulit jagung, jerami, dan tongkol jagung) dan inokulum jamur *Saccharomyces c.* sebanyak 10% yang difermentasi selama 5 hari secara simultan menggunakan *Penicillium n.* sebagai mikroba selulolitik. Dengan membandingkan

penelitian ini dan penelitian tersebut yang memiliki metode penelitian yang hampir sama, dapat dilihat jika kadar etanol yang dihasilkan pada penelitian ini lebih tinggi.

Etanol dihasilkan dari proses fermentasi oleh ragi roti terhadap gula yang dihasilkan dari proses hidrolisis. Pada penelitian ini biotanol dilakukan dengan metode SSF (*Simultaneous Saccharification and Fermentation*). Metode SSF digunakan bertujuan agar gula dari proses hidrolisis dapat langsung diubah menjadi etanol, maka proses hidrolisis dan fermentasi berjalan secara simultan. Proses hidrolisis dilakukan secara enzimatik dengan menggunakan enzim selulase untuk mengubah selulosa menjadi glukosa (gula sederhana). Selanjutnya gula sederhana yang telah terbentuk langsung difermentasi oleh ragi roti yang mengandung *Saccharomyces c.* Penelitian yang dilakukan oleh Dahnum (2015) menunjukkan bahwa metode SFF menghasilkan lebih banyak etanol dengan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode SHF. Metode SSF menghasilkan kadar etanol sebesar 6,05 % dalam waktu 24 jam, sedangkan pada metode SHF menghasilkan kadar etanol sebesar 4,74 % dalam waktu 72 jam.

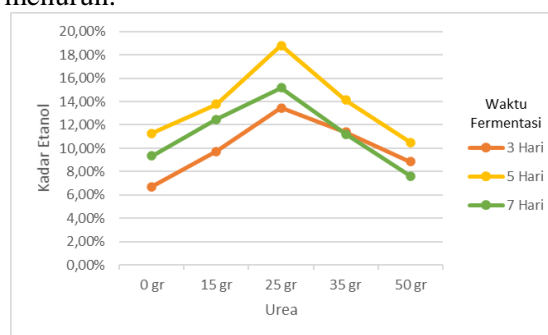
Pengaruh Waktu Fermentasi dan Nutrien Terhadap Kadar Etanol

Perbedaan waktu fermentasi yang dilakukan di penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruhnya pada kadar etanol yang dihasilkan. Pada gambar 4.1 dan gambar 4.2, menunjukkan bahwa pada perlakuan waktu fermentasi, semakin lama kadar etanol akan semakin meningkat dan mencapai titik optimum pada hari ke-5 lalu mengalami penurunan setelah hari ke-5. Penelitian yang dilakukan oleh Muin (2014) dengan menggunakan variasi waktu fermentasi selama 72 jam, 120 jam, dan 168 jam menunjukkan bahwa kadar etanol tertinggi terjadi pada waktu fermentasi selama 120 jam sebesar 15,1 %, sedangkan kadar etanol yang dihasilkan pada 72 jam dan 168 jam sebesar 12,63 % dan 5,12 % berturut-turut.

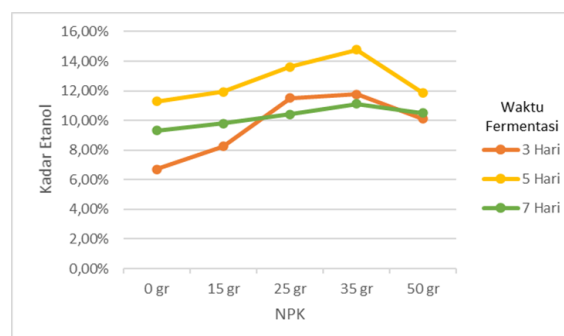
Pada hari ke-3 kadar etanol yang dihasilkan masih sedikit. Hal ini dapat terjadi karena mikroorganisme masih beradaptasi dan tumbuh sehingga gula yang diubah menjadi etanol belum maksimal. Kadar etanol mulai meningkat pada hari ke-5, hal ini dapat terjadi karena mikroorganisme pada jumlah sel yang terus meningkat dan aktif mengubah gula

menjadi etanol. Lalu kadar etanol menurun pada hari ke-7, hal ini dapat disebabkan karena ketersediaan gula yang semakin lama berkurang karena telah diubah menjadi etanol. Selain itu penurunan kadar etanol dapat disebabkan karena mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi semakin lama berkurang karena siklus hidupnya.

Menurut Amalia (2014), waktu fermentasi mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan sehingga semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan hingga mencapai kadar etanol yang optimum. Setelah mencapai lama fermentasi yang optimal, kadar etanol dapat berkurang. Hal ini terjadi karena etanol telah dikonversi menjadi senyawa lain seperti ester. Selain itu semakin lama jumlah mikroba akan menurun dan menuju ke fase kematian karena kadar etanol yang dihasilkan semakin banyak sehingga nutrisi yang tersedia semakin menurun.



Grafik -1 : Pengaruh Waktu Fermentasi dan Penambahan Urea Terhadap Kadar Etanol

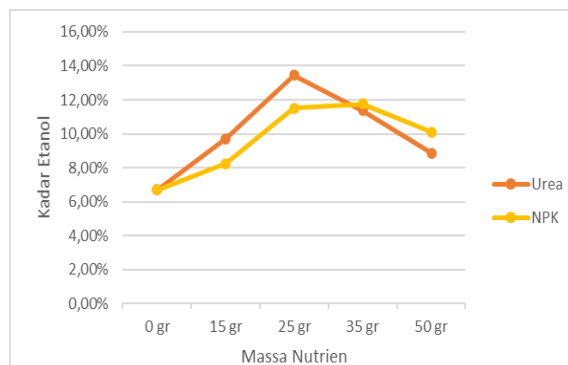


Grafik -2 : Pengaruh Waktu Fermentasi dan Penambahan NPK Terhadap Kadar Etanol

Nutrisi menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi proses fermentasi. Ragi roti yang mengandung *Saccharomyces c.* membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhan. Pada penelitian ini ditambahkan nutrisi berupa pupuk urea dan NPK untuk mengetahui pengaruhnya terhadap hasil etanol.

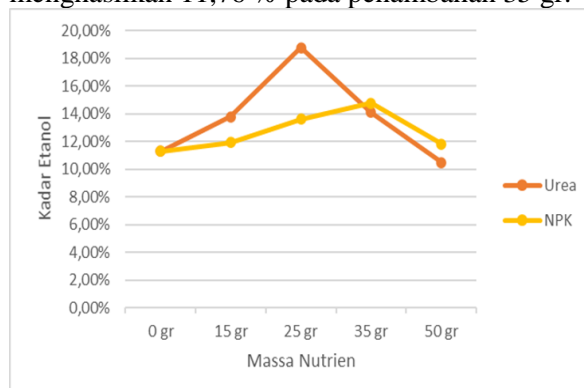
Pada grafik-1 menunjukkan bahwa penambahan nutrisi berupa pupuk urea dapat meningkatkan kadar etanol. Pada perlakuan kontrol (tanpa penambahan nutrisi) kadar etanol lebih rendah dari pada kadar etanol yang ditambahkan nutrisi. Peningkatan kadar etanol terjadi pada penambahan pupuk urea 25 gr lalu mengalami penurunan pada 35 gr dan 50 gr. Hal ini dapat terjadi karena pada penambahan nutrisi 25 gr telah mencukupi kebutuhan mikroorganisme untuk tumbuh. Penelitian yang dilakukan oleh Muslihah (2012), kadar etanol semakin meningkat hingga penambahan urea 4 g/L sebesar 1,42 % dan mengalami penurunan pada penambahan urea 6 g/L sebesar 0,99 %. Penurunan kadar etanol dapat terjadi karena penurunan pH yang menjadi lebih asam sehingga aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba dalam menghasilkan etanol dapat terganggu.

Pada grafik-2 menunjukkan bahwa penambahan nutrisi berupa pupuk NPK dapat meningkatkan kadar etanol. Pada perlakuan kontrol (tanpa penambahan nutrisi) kadar etanol lebih rendah dari pada kadar etanol yang ditambahkan nutrisi. Peningkatan kadar etanol terjadi pada penambahan pupuk urea 35 gr lalu mengalami penurunan pada 50 gr. Hal ini dapat terjadi karena pada penambahan nutrisi 35 gr telah mencukupi kebutuhan mikroorganisme untuk tumbuh. Penelitian yang dilakukan oleh Swetachattr (2019), kadar etanol semakin meningkat hingga penambahan NPK 0,2 % sebesar 1,85 % dan mengalami penurunan pada penambahan NPK 0,3 % sebesar 1,79 % dan terus mengalami penurunan pada NPK 0,4 % dan 0,5 %. Penurunan kadar etanol terjadi karena penambahan NPK yang berlebihan dapat menyebabkan sel *Saccharomyces c.* membentuk pseudohifa sehingga proses meiosis terjadi terlalu cepat sedangkan pemisahan sel anak dan sel induk belum terjadi. Hal tersebut dapat menghambat kerja ragi dalam menguraikan glukosa menjadi etanol.



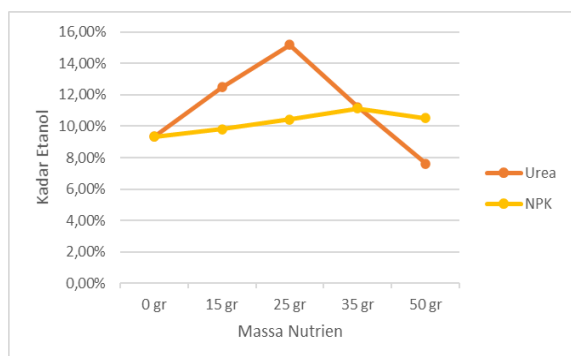
Grafik -3 : Perbandingan Penambahan Pupuk Urea dan Pupuk NPK Pada Fermentasi 3 Hari Terhadap Kadar Etanol

Pada grafik-3, menunjukkan bahwa penambahan pupuk urea lebih banyak menghasilkan etanol dari pada pupuk NPK pada fermentasi 3 hari. Pupuk urea menghasilkan 13,45 % etanol pada penambahan 25 gr sedangkan pupuk NPK menghasilkan 11,76 % pada penambahan 35 gr.



Grafik -4 : Perbandingan Penambahan Pupuk Urea dan Pupuk NPK Pada Fermentasi 5 Hari Terhadap Kadar Etanol

Pada grafik-4, menunjukkan bahwa penambahan pupuk urea lebih banyak menghasilkan etanol dari pada pupuk NPK pada fermentasi 5 hari. Pupuk urea menghasilkan 18,79 % etanol pada penambahan 25 gr sedangkan pupuk NPK menghasilkan 14,76 % pada penambahan 35 gr.



Grafik -5 : Perbandingan Penambahan Pupuk Urea dan Pupuk NPK Pada Fermentasi 7 Hari Terhadap Kadar Etanol

Pada grafik-5, menunjukkan bahwa penambahan pupuk urea lebih banyak menghasilkan etanol dari pada pupuk NPK pada fermentasi 7 hari. Pupuk urea menghasilkan 15,17 % etanol pada penambahan 25 gr sedangkan pupuk NPK menghasilkan 11,13 % pada penambahan 35 gr.

Pupuk urea ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) yang digunakan mengandung 46% nitrogen. Urea akan terhidrolisis dalam air menjadi ammonium dan karbondioksida lalu ammonium diambil unsur nitrogennya oleh ragi untuk pertumbuhan dan meningkatkan aktifitas ragi (Fitria & Lindasari, 2020). Pupuk NPK ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) yang digunakan mengandung 16 % N, 16 % P_2O_5 , dan 16 % K_2O . Pupuk NPK digunakan sebagai sumber K dan P. Unsur K dalam NPK berfungsi sebagai kofaktor enzim dan unsur P berfungsi sebagai sintesis asam nukleat, ATP, fosfolipid, dan senyawa yang mengandung fosfor lainnya (Junuansyah, Chairul, & Drastinawati, 2015). Menurut Rahmah (2015), nitrogen menjadi salah satu sumber nutrisi bagi pertumbuhan mikroorganisme dalam pembentukan asam nukleat dan asam amino. Dapat dikatakan bahwa penambahan pupuk urea lebih berpengaruh dari pada penambahan pupuk NPK, karena kadar etanol dengan penambahan pupuk urea lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan pupuk NPK. Hal tersebut dapat terjadi karena kandungan nitrogen dalam pupuk urea lebih tinggi dibandingkan pupuk NPK, sehingga pertumbuhan sel akan lebih banyak pada penambahan urea dibandingkan pada penambahan pupuk NPK. Pada penelitian yang dilakukan Safitrie H (2015), penambahan pupuk NPK menghasilkan kadar etanol sebesar 0 % sedangkan pada penambahan pupuk urea

menghasilkan kadar etanol 0,57 %. Hal tersebut sebanding dengan pertumbuhan sel yang didapat, yaitu sebesar 0,0084/jam pada penambahan urea, -0,003/jam pada penambahan NPK, dan 0,0095/jam pada penambahan urea dan NPK. Pada penambahan pupuk NPK tidak menghasilkan etanol dapat terjadi karena adanya kelebihan ion logam seperti Na^+ , K^+ , Ca^{2+} dan Mg^{2+} bersifat racun bagi mikroba pada konsentrasi tertentu. Selain unsur N, P, dan K diatas, mikroba membutuhkan beberapa unsur lain dalam proses metabolisme. Mikroba membutuhkan beberapa jenis nutrisi dalam jumlah banyak (makronutrien) seperti karbon yang digunakan untuk membuat materi sel baru. Karbon dapat berasal dari bahan baku utama sampah organik. Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba adalah kondisi optimum dari mikroba itu sendiri seperti pH dan suhu, jika kondisi optimum tidak terpenuhi maka akan mempengaruhi kinerja mikroba dalam menghasilkan etanol.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa waktu fermentasi dan penambahan nutrisi dapat mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan. Kadar etanol tertinggi dari proses fermentasi sampah sayur, sampah buah, dan sampah daun sebesar 18,79 % selama 5 hari dengan penambahan pupuk urea 25 gr.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Y., Muria, S. R., & Chairul. (2014). *Pembuatan Bioetanol dari Limbah Padat Sagu Menggunakan Enzim Selulase dan Yeast Saccharomyces Cerevisiae dengan Proses Simultaneous Sacharification and Fermentation (SSF) dengan Variasi Konsentrasi Substrat dan Volume Inokulum*. Pekanbaru: Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Dahnum, D., Tasum, S. O., Triwahyuni, E., Nurdin, M., & Abimanyu, H. (2015). Comparison of SHF and SSF Processes Using Enzyme and Dry Yeast For Optimization of Bioethanol Production From Empty Fruit Bunch. *Energy Procedia*, Volume 68 : 107 - 116.

- Fitria, N., & Lindasari, E. (2020). Optimasi Perolehan Bioetanol dari Kulit Nanas (*Ananas cosmosus*) dengan Penambahan Urea, Variasi Konsentrasi Inokulasi Starter dan Waktu Fermentasi. *Reka Lingkungan*, Volume 9. Nomor 1 : 1-10.
- Junuansyah, M. W., Chairul, & Drastinawati. (2015). Pengaruh Jenis Pengaduk Dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol Dari Sari Nenas Reject. *JOM FTEKNIK*, Volume 2. Nomor 2 : 1-8.
- Loebis, E. H., Meutia, Y. R., & Junaidi, L. (2015). Proses Delignifikasi Limbah Pasar untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal of Agro-based Industry*, Volume 32. Nomor 2 : 68 - 74.
- Muin, R., Lestari, D., & Sari, T. W. (2014). Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Biji Alpukat. *Jurnal Teknik Kimia*, Volume 20. Nomor 4 : 1 - 7.
- Muslihah, S. (2012). *Pengaruh Penambahan Urea dan Lama Fermentasi Yang Berbeda Terhadap Kadar Bioetanol Dari Sampah Organik*. Malang: Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Saind dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Rahmah, Y. S. (2015). Fermentasi Nira Nipah Menjadi Bioetanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan Penambahan Urea Sebagai Sumber Nitrogen. *JOM FTEKNIK*, Volume 2. Nomor 2 : 1 - 5.
- Safitrie H, G. S., & Erisa Maya Safitri, M. D. (2015). Pemanfaatan Kulit Cempedak Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cereviseae*. *Konversi*, Volume 4, Nomor 2 : 52 - 60.
- Swetachattra, F. P., Gafiera, I. N., & Hardjono. (2019). Pengaruh Penambahan Nutrisi NPK Dalam Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok Dengan Proses Fermentasi. *Distilat*, Vol. 5, No. 2 : 184 - 188.