



PENGARUH PENAMBAHAN *NUTRIENT* (NPK DAN PUPUK UREA) TERHADAP BIOETHANOL HASIL FERMENTASI BIJI ALPUKAT (*Persea americana* Mill.)

**Zakyya Septiana Putri^{1*}, Aceng Ruyani², Mellyta Uliyandari³,
Rendy Wikrama Wardana⁴, & A. A. Sukarso⁵**

^{1,2,3,&4}Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Bengkulu, Jalan W. R. Supratman, Kandang Limun,
Bengkulu 38121, Indonesia

⁵Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas
Mataram, Jalan Majapahit Nomor 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat 83115, Indonesia

*Email: septianaputri.zakyya@gmail.com

Submit: 05-04-2024; Revised: 16-04-2024; Accepted: 03-05-2024; Published: 30-06-2024

ABSTRAK: Bioethanol merupakan sumber energi yang diperoleh melalui fermentasi. Dalam produksi bioethanol, biji *Persea americana* digunakan sebagai media fermentasi karena mengandung banyak karbohidrat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tambahan *Nutrient* (NPK dan Pupuk Urea) yang diperlukan *Saccharomyces cerevisiae* dengan memvariasikan variabel nutrisi berupa NPK dan Pupuk Urea. Proses pembuatan bioethanol ini melalui tahapan: pembuatan tepung biji *Persea americana*, proses hidrolisis dengan menggunakan HCl 6%, kemudian proses fermentasi, dan proses distilasi. Penelitian ini dilakukan dengan penambahan *Nutrient* berupa NPK dan Pupuk Urea dengan 5 perlakuan, yaitu: A) 100% ragi (tidak ada penambahan *Nutrient*); B) 100% NPK (4 g); C) 100% Pupuk Urea (4 g); D) 50% NPK dan 50% Pupuk Urea (4 g NPK dan 4 g Pupuk Urea); dan E) 75% NPK dan 25% Pupuk Urea (3 g NPK dan 1 g Pupuk Urea), dan memvariasikan lama waktu fermentasi selama 13, 19, dan 25 hari. Parameter keberhasilan dinilai melalui hasil bioethanol yang dihasilkan masing-masing perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bioethanol yang paling tinggi ($29,7 \pm 0,47\%$) pada komposisi E (NPK 75% dan Pupuk Urea 25%) dengan waktu fermentasi selama 25 hari.

Kata Kunci: *Persea americana*, Bioethanol, Fermentasi, *Nutrient*, *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRACT: Bioethanol is an energy source obtained through fermentation. In bioethanol production, *Persea americana* seeds are used as a fermentation medium because they contain lots of carbohydrates. This research aims to determine the effect of additional nutrients (NPK and urea fertilizer) required by *Saccharomyces cerevisiae* by varying the nutritional variables in the form of NPK and urea fertilizer. The process of making bioethanol goes through stages: making *Persea americana* seed flour, hydrolysis process using 6% HCl, then fermentation process, and distillation process. This research was carried out with the addition of Nutrients in the form of NPK and Urea Fertilizer with 5 treatments, namely: A) 100% yeast (no addition of Nutrients); B) 100% NPK (4 g); C) 100% Urea Fertilizer (4 g); D) 50% NPK and 50% Urea Fertilizer (4 g NPK and 4 g Urea Fertilizer); and E) 75% NPK and 25% Urea Fertilizer (3 g NPK and 1 g Urea Fertilizer), and varying the length of fermentation time to 13, 19, and 25 days. Success parameters are assessed through the bioethanol yield produced by each treatment. The research results showed that the highest bioethanol ($29.7 \pm 0.47\%$) was composition E (NPK 75% and Urea Fertilizer 25%) with a fermentation time of 25 days.

Keywords: *Persea americana*, Bioethanol, Fermentation, *Nutrient*, *Saccharomyces cerevisiae*.

How to Cite: Putri, Z. S., Ruyani, A., Uliyandari, M., Wardana, R. W., & Sukarso, A. A. (2024). Pengaruh Penambahan *Nutrient* (NPK dan Pupuk Urea) terhadap Bioethanol Hasil Fermentasi Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.). *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 662-670. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i1.11283>



PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia akan energi fosil meningkat seiring dengan meningkatnya pendapatan per kapita bangsa Indonesia, ditambah pula dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat. Fosil yang ada di bumi ini bukan suatu sumber daya yang dapat diperbarui. Ada sebuah inovasi baru yang disebut bioethanol digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Bioethanol menggunakan fermentasi dari tumbuhan, menjadikannya bahan bakar alternatif terbarukan yang bagus untuk dikembangkan. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan ethanol adalah bahan yang mengandung karbohidrat dan pati, yaitu umbi-umbian seperti singkong, tebu, jagung, dan gandum (Sukaryo & Subekti, 2017). Selain umbi-umbian, ternyata biji-bijian juga memiliki kandungan karbohidrat, seperti biji durian, biji nangka, biji alpukat, dan masih banyak lainnya.

Biji Alpukat (*Persea americana*) merupakan salah satu hasil pertanian yang banyak orang tidak mengetahui akan manfaat dari biji ini dan sering dikesampingkan bijinya, sehingga menjadi limbah. Orang-orang biasanya memakan daging buahnya saja, sedangkan bijinya dibuang secara percuma dan tidak dimanfaatkan. Menurut Rizwan *et al.* (2018), biji *Persea americana* memiliki kelembaban 9,92%, lemak 16,54%, kadar abu 2,40%, protein 17,94%, serat 3,10%, dan karbohidrat 48,11%. Karena memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi, biji *Persea americana* cocok dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioethanol.

Bahan yang mengandung gula yang dihasilkan dari fermentasi dapat digunakan untuk membuat bioethanol. Perubahan kimiawi pada substrat organik yang dihasilkan dari mikroorganisme melalui aktivitas enzim yang terjadi disebut dengan fermentasi. Bakteri, ragi, dan jamur adalah mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi. Prinsip utama fermentasi adalah mengaktifkan aktivitas mikroba tertentu untuk mengubah sifat bahan, sehingga menghasilkan produk fermentasi yang bermanfaat. Fermentasi terjadi dimana gula akan dipecah menjadi alkohol dan karbondioksida, terutama oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Menurut Khairiah *et al.* (2021), proses reaksi ethanol atau alkohol yang terjadi akan menghasilkan H₂O dan CO₂ dalam jumlah yang lebih rendah melalui reaksi berikut: $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Saccharomyces cerevisiae}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$. Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi fermentasi adalah mikroba, pH (keasaman), suhu, oksigen, dan makanan pada mikroba (Kusuma *et al.*, 2020).

Selain mikroba, nutrisi, suhu, pH, dan oksigen, fermentasi juga dipengaruhi oleh waktu. Variabel yang berhubungan dengan tahap perkembangan mikroba selama proses fermentasi adalah waktu fermentasi yang akan mempengaruhi hasil fermentasi. Apabila fermentasi hanya dilakukan dalam waktu singkat, maka bioethanol yang dihasilkan sedikit. Menurut Hikmah *et al.* (2019), jika waktu fermentasi dilakukan dalam waktu lama, maka bioethanol yang dihasilkan banyak. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi pada *Saccharomyces cerevisiae* yang peka terhadap perubahan pH saat fermentasi, karena pH memiliki



batas optimal. Keasaman yang cocok pada *Saccharomyces cerevisiae* adalah pH 3-5, pada kondisi pH tersebut *Saccharomyces cerevisiae* dapat melakukan perombakan gula dan mencegah terjadinya pertumbuhan bakteri jenis lain, jika pH pada *Saccharomyces cerevisiae* di bawah 3, maka akan memperlambat proses fermentasi karena tidak ada aktivitas enzim yang terjadi (Herliati *et al.*, 2018). Fermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* lebih efektif menghasilkan ethanol sebesar 5,1-91,8% (Qomariyah & Sindhuwati, 2023).

Menurut Aditiya *et al.* (2014), *Saccharomyces cerevisiae* merupakan jenis mikroba yang sering digunakan dalam proses fermentasi. Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* ini dipengaruhi oleh nutrisi. Pada saat proses fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae* memerlukan nutrisi dalam pertumbuhan dan perkembangannya, misalnya penambahan unsur nitrogen. Penambahan unsur NPK dan Pupuk Urea merupakan salah satu cara untuk membantu proses pertumbuhan dari *Saccharomyces cerevisiae* pada saat proses fermentasi berlangsung (Susmanto *et al.*, 2020).

Pupuk NPK merupakan pupuk yang mengandung unsur hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium (Kaya *et al.*, 2020). Sedangkan Pupuk Urea jenis pupuk anorganik yang mudah larut pada air dan sifatnya sangat mudah menghisap air. Kandungan Nitrogen (N) pada Pupuk Urea memiliki jumlah yang banyak, yaitu sebesar 46%. pada setiap 100 kilogram Pupuk Urea mengandung 46 kilogram Nitrogen (Hidayati *et al.*, 2022)

Penambahan NPK dan Pupuk Urea memiliki fungsi yang sama dalam proses fermentasi bioethanol, yaitu sebagai nutrisi bagi pertumbuhan mikroba, sehingga proses metabolisme dari mikroba dalam mengoksidasi gula menjadi ethanol lebih maksimal (Artini & Wartana, 2023). Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Qomariyah & Sindhuwati (2023), yaitu meneliti fermentasi air tebu menjadi bioethanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan penambahan NPK dan Pupuk Urea sebagai sumber Nitrogen dengan variasi penambahan NPK 6 gram, 8 gram, dan 10 gram menghasilkan kadar ethanol sebesar 18%, 15%, dan 8%. Penambahan Pupuk Urea 6 gram, 8 gram, dan 10 gram menghasilkan kadar ethanol sebesar 9%, 10%, dan 10%. Mengenai informasi pembuatan bioethanol tersebut, maka tujuan dari penelitian ini berfokus pada pengaruh penambahan nutrisi pada *Saccharomyces cerevisiae* untuk melihat bioethanol yang dihasilkan dengan memvariasikan nutrisi berupa NPK dan Pupuk Urea serta waktu fermentasi.

METODE

Jenis penelitian ini berupa eksperimen dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan dan tiga kali pengulangan. Sampel penelitian ini, yaitu 45 sampel menggunakan biji *Persea americana* sebanyak 20 gram di setiap perlakuannya. Penelitian dilaksanakan di Sumber Belajar Ilmu Hayati (SBIH) Ruyani, Kota Bengkulu pada bulan Oktober hingga bulan November 2023 (Ruyani *et al.*, 2018).

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, timbangan neraca, termometer, alkohol meter, gelas ukur, pH meter, satu



rangkaian destilasi, botol vial 50 ml, biji *Persea americana*, ragi (*Saccharomyces cerevisiae*), aquadest, HCl 6%, Pupuk NPK, dan Pupuk Urea.

Prosedur Penelitian

Tahapan Awal (Pembuatan Tepung Biji *Persea americana*)

Bahan baku berupa biji *Persea americana* diberi perlakuan fisik dimulai dari pengupasan kulit biji, pengupasan dilakukan agar menghilangkan sisa-sisa buah yang masih ada di biji, lalu mencucinya menggunakan air bersih, kemudian dipotong menjadi bagian-bagian kecil, setelah itu biji *Persea americana* dikeringkan di bawah sinar matahari selama 7 hari (1 minggu), dan setelah kering dihaluskan menggunakan blender dan diayak hingga menjadi tepung biji *Persea americana*.

Tahapan Hidrolisis

Tepung biji *Persea americana* yang sudah halus tadi ditimbang sebanyak 20 gram dan dicampurkan dengan aquadest dan larutan HCl 6%, kemudian diaduk dan dipanaskan pada suhu 90-95°C.

Tahapan Fermentasi

Hasil bubur dari tahap hidrolisis kemudian didiamkan dan didinginkan. Kemudian ukur menggunakan pH meter hingga mencapai pH 4. Disiapkan botol wadah fermentasi sebanyak 15 botol dan juga menyiapkan ragi tape sebanyak 10 g untuk masing-masing wadah fermentasi. Selanjutnya larutan hidrolisat dimasukkan ke dalam masing-masing botol sebanyak 20 g lalu ditambahkan ragi sesuai rencana percobaan. Setelah itu memvariasikan massa *Nutrient* (NPK dan Pupuk Urea) dengan 5 perlakuan yaitu: A) 100% ragi (tidak ada penambahan *Nutrient*); B) 100% NPK (4 g); C) 100% Pupuk Urea (4 g); D) 50% NPK dan 50% Pupuk Urea (4 g NPK dan 4 g Pupuk Urea); dan E) 75% NPK dan 25% Pupuk Urea (3 g NPK dan 1 g Pupuk Urea), dan memvariasikan lama waktu fermentasi selama 13 hari, 19 hari, dan 25 hari. Rencana percobaan dilakukan dengan beberapa variasi dan langkah-langkah dengan pengulangan. Setelah proses fermentasi selesai, pencatatan hasil akhir volume dilakukan untuk dilanjutkan proses destilasi.

Tahap Destilasi

Larutan biji *Persea americana* yang telah difermentasi disaring, kemudian filtratnya dimasukkan ke dalam labu distilasi untuk dimurnikan selama 45 menit pada suhu 90-95°C. Cairan bioethanol yang didapat kemudian disimpan dalam wadah yang tertutup rapat dan diukur alkoholnya menggunakan alkohol meter.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan uji ANOVA dengan taraf signifikansi 0,05% yang dibuat pada *Microsoft Excel*. Uji ANOVA mendeskripsikan F_{hitung} atau F_{tabel} untuk melihat pengaruh yang signifikan, jika F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , dan sebaliknya, jika F_{tabel} lebih kecil dari F_{hitung} , maka tidak ada pengaruh yang signifikan. Setelah mengetahui bahwa ada pengaruh yang signifikan, uji ANOVA dan BNT dilakukan untuk mengetahui perbedaan nyata dan tidak nyata dengan menggunakan SPSS versi 20.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian *Nutrient Saccharomyces cerevisiae* berupa (NPK dan Pupuk Urea) dikenakan perlakuan berbeda dengan masing-masing 3 kali pengulangan untuk mengetahui hasil bioethanol, parameter keberhasilan dapat diukur dari beberapa kadar bioethanol yang dihasilkan menggunakan alkohol meter dengan satuan (%). Diperoleh hasil rata-rata bioethanol pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Bioethanol (%) yang Diukur Selama Fermentasi 13, 19, dan 25 Hari.

Komposisi Tambahan <i>Nutrient</i>	N	Lama Fermentasi		
		13 Hari	19 Hari	25 Hari
A (NPK 0%, Urea 0%)	3	3.3 ± 2.35	12.3 ± 0.57 ^a	23.3 ± 1.24 ^a
B (NPK 100%, Urea 0%)	3	4.0 ± 2.82	10.7 ± 0.94 ^{ac}	23.3 ± 1.24 ^a
C (NPK 0%, Urea 100%)	3	5.7 ± 4.92	6.0 ± 0.00 ^c	24.0 ± 5.65 ^a
D (NPK 50%, Urea 50%)	3	3.0 ± 2.44	13.0 ± 1.63 ^a	22.0 ± 2.16 ^a
E (NPK 75%, Urea 25%) *	3	3.3 ± 1.24	15.0 ± 2.44 ^{ab}	29.7 ± 0.47 ^b
Rata - rata ($\bar{x}$)		3.86	11.4	23.86

Keterangan: Bioethanol tertinggi pada komposisi E (NPK 75%, Pupuk Urea 25%) dengan waktu fermentasi 25 hari.

Setelah mendapatkan hasil rata-rata bioethanol, dilanjutkan dengan uji ANOVA untuk mengetahui perbedaan yang signifikan setiap kelompok perlakuan. Pada massa, didapatkan hasil adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan, dan memenuhi syarat untuk dilanjutkan uji BNT. Hasil uji ANOVA pada tiap perlakuan dan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji ANOVA pada Fermentasi 13 Hari.

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-Value	F _{tabel}
Between Groups	13.73333	4	3.433333	0.252451	0.901646	3.47805
Within Groups	136	10	13.6			
Total	149.7333	14				

Hasil yang diperoleh pada Tabel 2 dianalisis dengan uji ANOVA untuk melihat pengaruh perbedaan yang signifikan dari penambahan *Nutrient* (NPK dan Pupuk Urea) terhadap bioethanol yang dihasilkan. Uji ANOVA diketahui nilai signifikansi F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , sehingga dapat dilihat dari Tabel 2 di atas bahwa F_{hitung} lebih kecil F_{tabel} , artinya tidak adanya perbedaan yang signifikan dan dapat dinyatakan tidak ada pengaruh pada penambahan *Nutrient* terhadap bioethanol yang dihasilkan pada setiap perlakuan, maka tidak memenuhi syarat untuk uji BNT.

Tabel 3. Hasil Uji ANOVA pada Fermentasi 19 Hari.

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-Value	F _{tabel}
Between Groups	138.2667	4	34.56667	11.78409	0.000842	3.47805
Within Groups	29.33333	10	2.933333			
Total	167.6	14				

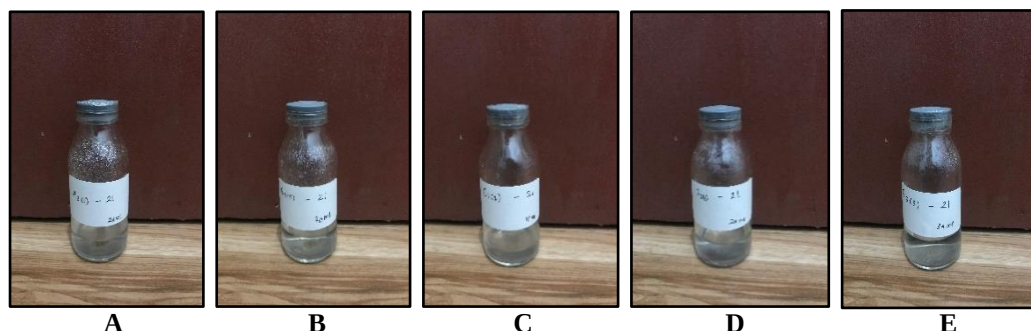
Pada Tabel 3, hasil uji ANOVA diperoleh nilai signifikansi F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , maka adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan dan dapat dinyatakan adanya pengaruh pada penambahan *Nutrient* terhadap bioethanol

yang dihasilkan pada setiap perlakuan, maka memenuhi syarat untuk uji BNT. Hasil uji BNT bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 4. Hasil Uji ANOVA pada Fermentasi 25 Hari.

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-Value	F _{tabel}
Between Groups	107.7333	4	26.93333	8.977778	0.002408	3.47805
Within Groups	30	10	3			
Total	137.7333	14				

Pada Tabel 4, hasil uji ANOVA diperoleh nilai signifikansi F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , maka adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan dan dapat dinyatakan adanya pengaruh pada penambahan *Nutrient* terhadap bioethanol yang dihasilkan pada setiap perlakuan, maka memenuhi syarat untuk uji BNT. Bioethanol yang dihasilkan dari penelitian adalah hasil fermentasi tepung biji *Persea americana* oleh mikroba *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan gliserol, asam asetat, asam laktat, dan asam suksinat dari gula dalam medium fermentasi untuk pertumbuhan dan pemeliharaan sel. Sel tersebut akan merombak gula menjadi ethanol (Susmanto *et al.*, 2020). Hasil menunjukkan bahwa terjadi peningkatan hasil ethanol setiap 6 hari. Sesuai dengan penjelasan, dimana semakin lama waktu fermentasi, maka bioethanol yang dihasilkan semakin banyak (Hikmah *et al.*, 2019). Menurut Maryana *et al.* (2020), fermentasi optimal pada bioethanol adalah 72 jam. Fermentasi yang melewati fase eksponensial akan mengalami penurunan bioethanol karena tidak akan ada lagi pembelahan sel dan jumlah nutrisi yang berkurang. Namun pada penelitian tersebut tampak di waktu fermentasi yang menghasilkan ethanol tertinggi, yaitu pada hari ke 25, hal tersebut terjadi karena gula yang telah terkonversi menjadi ethanol dengan adanya penambahan nutrisi pada *Saccharomyces cerevisiae* yang telah terpenuhi. Pada waktu fermentasi 25 hari dengan perlakuan komposisi E 75% NPK dan 25% Pupuk Urea (3 g NPK dan 1 g Pupuk Urea) menghasilkan ethanol tertinggi yaitu sebesar 29,7%. Hasil bioethanol yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Bioethanol pada Setiap Perlakuan.

Penambahan nutrisi ke media selama proses fermentasi mampu meningkatkan populasi sel, laju fermentasi, dan jumlah bioethanol yang dihasilkan. Menurut Oktaniya *et al.* (2017), fosfor merupakan unsur penting yang membantu dalam pertumbuhan mikroba saat pembentukan alkohol dari gula.



Tampak pada Tabel 4 di atas, waktu fermentasi yang menghasilkan bioethanol tertinggi, yaitu pada hari ke 25. Sedangkan penambahan *Nutrient* berupa NPK dan Pupuk Urea yang menghasilkan ethanol tertinggi, yaitu pada komposisi NPK 75% dan Pupuk Urea 25% sebesar 29,7%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian nutrisi pada *Saccharomyces cerevisiae* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil bioethanol yang dihasilkan. Untuk tumbuh dan berkembang, ragi membutuhkan nutrisi seperti karbon, nitrogen, fosfor, mineral, dan vitamin. Sel membutuhkan nutrisi yang cukup untuk menggunakan gula yang tersedia selama proses fermentasi, sehingga dapat berjalan dengan baik. Jika nutrisi yang diperlukan tidak tersedia, gula akan tersisa pada akhir fermentasi yang dapat mengurangi efisiensi fermentasi.

Jumlah sel *Saccharomyces cerevisiae* dapat ditingkatkan dengan pemberian Pupuk NPK sebagai sumber nitrogen, fosfor, dan kalium agar sel dapat hidup, berkembang, dan berfungsi. Pupuk NPK mengandung unsur hara makro (NH_4 , NO_3 , P_2 , O_5 , dan K_2O) dan unsur hara mikro (CaO dan MgO) yang dibutuhkan oleh sel *Saccharomyces cerevisiae*. Selain penambahan Pupuk NPK, pemberian Pupuk Urea juga berfungsi sebagai sumber Nitrogen (N) bagi *Saccharomyces cerevisiae* selama fermentasi. Nitrogen yang diperoleh dari Pupuk Urea akan menembus ke dalam jaringan sel *Saccharomyces cerevisiae* untuk pembentukan protein. Sintesis protein terjadi ketika sel menghasilkan polipeptida yang berguna sebagai substrat bagi mikroorganisme. Mikroorganisme menggunakan nutrisi yang terkandung dalam Pupuk Urea selama proses fermentasi untuk mensintesis protein dalam tubuhnya (Andana *et al.*, 2023; Suryani *et al.*, 2017). Penambahan Pupuk Urea secara optimal dapat meningkatkan kandungan Nitrogen, sehingga membuat protein meningkat. Nitrogen yang diperoleh dari NPK dan Pupuk Urea dapat meningkatkan pemecahan gula dengan cepat dalam proses fermentasi, penambahan Nitrogen juga dapat meningkatkan jumlah sel dan laju fermentasi bagi *Saccharomyces cerevisiae* untuk memproduksi bioethanol (Oktaniya *et al.*, 2017).

SIMPULAN

Penambahan nutrisi pada *Saccharomyces cerevisiae* sangat berpengaruh terhadap hasil bioethanol yang dihasilkan. Bioethanol yang paling tinggi dihasilkan pada komposisi penambahan NPK dan Pupuk Urea, yaitu E 75% NPK dan 25% Pupuk Urea (3 g NPK dan 1 g Pupuk Urea) sebesar 29,7% dengan waktu fermentasi 25 hari.

SARAN

Penulis berharap perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pengaruh penambahan *Nutrient* (NPK dan Pupuk Urea) terhadap bioethanol hasil fermentasi biji alpukat dengan memvariasikan kembali waktu fermentasi dan komposisi yang digunakan, sehingga mendapatkan hasil bioethanol yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Sumber Belajar Ilmu Hayati (SBIH) Ruyani, selaku tempat penelitian.



DAFTAR RUJUKAN

- Aditiya, R., Rusmarilin, H., & Limbong, L. N. (2014). Optimasi Pembuatan *Virgin Coconut Oil* (VCO) dengan Penambahan Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Lama Fermentasi VCO Pancingan. *Jurnal Ilmiah dan Teknologi Pangan*, 2(2), 51-57.
- Andana, D. S., Jannah, H., & Safnowandi, S. (2023). Pemanfaatan Bintil Akar Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*) sebagai Pupuk Biologi untuk Pertumbuhan Bibit Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) dalam Upaya Penyusunan Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan II. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 3(1), 1-10. <https://doi.org/10.36312/bjkb.v3i1.145>
- Artini, N. P. R., & Wartana, I. G. N. A. W. (2023). The Effect of Fermentation Time on Bioethanol Production from Molasses. *The Journal of Muhamadiyah Medical Laboratory Technologist*, 6(6), 87-96. <https://doi.org/10.30651/jmlt.v6i1.15887>
- Herliati., Sefaniyah., & Indri, A. (2018). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Teknologi*, 6(1), 1-10. <https://doi.org/10.31479/jtek.v6i1.1>
- Hidayati, M., Sapalian, K. D., Febriana, I., & Bow, Y. (2022). Pengaruh pH dan Waktu Fermentasi Molase Menjadi Bioetanol Menggunakan Bakteri EM4. *Publikasi Penelitian Terapan dan Kebijakan*, 5(1), 33-40. <https://doi.org/10.46774/pptk.v5i1.394>
- Hikmah., Fadhillah, H. N., & Putra, M. D. (2019). Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) dengan Variasi Ragi melalui Hidrolisis Asam Sulfat. *EnviroScienceae*, 15(2), 195-203. <https://doi.org/10.20527/es.v15i2.6950>
- Kaya, E., Mailuhu, D., Kalay, A. M., Talahaturuson, A., & Hartanti, A. T. (2020). Pengaruh Pupuk Hayati dan Pupuk NPK untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*) yang di Tanam pada Tanah Terinfeksi *Fusarium oxysporum*. *Agrologia*, 9(2), 81-94. <https://doi.org/10.30598/ajibt.v9i2.1163>
- Khairiah, H., & Ridwan, M. (2021). Pengembangan Proses Pembuatan Bioetanol Generasi II dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 9(4), 233-240. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2021.009.04.5>
- Kusuma, G. P. A. W., Nocianitri, K. A., & Pratiwi, I. D. P. K. (2020). Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Karakteristik *Fermented Rice Drink* sebagai Minuman Probiotik dengan Isolat *Lactobacillus* sp. F213. *Itepa : Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 9(2), 182-193. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i02.p08>
- Maryana, T., Silsia, D., & Budiyanto. (2020). Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Ragi pada Produksi Bioetanol dari Ampas Tebu. *Jurnal Agroindustri*, 10(1), 47-56.
- Oktaniya, O., Restuhadi, F., & Rahmayuni, R. (2017). Relationship Between the Level of Ethanol, Sugar Concentration Reduction and Number of Cells in Bioethanol Production From Coconut Water with Addition of NPK Fertilizer. *Sagu*, 16(1), 28-34.



- Qomariyah, L., & Sindhuwati, C. (2023). Pengaruh Penambahan NPK dan Urea pada Pembuatan Etanol dari Air Tebu melalui Proses Fermentasi. *Distilat : Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 82-88. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.186>
- Rizwan, M., Diah, A. W. M., & Ratman, R. (2018). Pengaruh Konsentrasi Ragi Tape (*Saccharomyces cerevisiae*) terhadap Kadar Bioetanol pada Proses Fermentasi Biji Alpukat (*Persea americana* Mill). *Jurnal Akademika Kimia*, 7(4), 173-189. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2018.v7.i4.11940>
- Ruyani, A., Parlindungan, D., Rozi, Z. F., Samitra, D., & Karyadi, B (2018). Implementation Effort of Informal Science Education in Bengkulu, Indonesia: A Small Learning Center for Life Sciences. *International Journal of Environmental & Science Education*, 13(9), 747-759.
- Sukaryo., & Subekti, S. (2017). Bioetanol dari Limbah Biji Alpokat di Kabupaten Semarang. *Jurnal NEO Teknika*, 3(1), 29-34. <https://doi.org/10.37760/neoteknika.v3i1.1049>
- Suryani, Y., Hernaman, I., & Ningsih, N. (2017). Pengaruh Penambahan Urea dan Sulfur pada Limbah Padat Bioetanol yang Difermentasi EM-4 terhadap Kandungan Protein dan Serat Kasar. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 5(1), 13-17. <https://doi.org/10.23960/jipt.v5i1.p13-17>
- Susmanto, P., Yandriani., Dania, B., & Ellen. (2020). Pengaruh Jenis *Nutrient* dan Waktu terhadap Efisiensi Substrat dan Kinetika Reaksi Fermentasi dalam Produksi Bioetanol Berbahan Baku Biji Durian. *Jurnal Integrasi Proses*, 9(2), 1-8. <https://doi.org/10.36055/jip.v9i2.8056>