

Studi Potensi Bioetanol Umbi Ganyong Melalui Dua Jenis Ragi Dan Lama Fermentasi (Study of the potential of bioethanol in ganyong tubers through two types of yeast and the duration of fermentation)

Muhammad Hazmi^{1*}, Reni Puji Rahayu¹, Didik Puji Restanto², Fiana Fodesta³, Hidayah Murtiyaningsih¹

¹Universitas Muhammadiyah Jember

²Universitas Jember

³Universitas Muhammadiyah Bengkulu

e-mail Correspondensi: mhazmi.hazmi@gmail.com *

ABSTRAK

Penggalian sumber bioenergi dari bahan tanaman menjadi penting untuk mengantisipasi penurunan produksi energi fosil. Umbi Ganyong memiliki kandungan karbohidrat cukup tinggi, sehingga potensial digunakan sebagai bahan sumber bioetanol melalui proses fermentasi. Penelitian awal ini bertujuan untuk mengetahui prospek potensi bioetanol umbi ganyong. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua perlakuan, yaitu: jenis ragi dan lama fermentasi. Jenis ragi yang digunakan, yaitu ragi tapai (R1) dan ragi roti (R2). Lama fermentasi ada enam aras, yaitu: 5 hari (G1), 10 hari (G2), 15 hari (G3), 20 hari (G4), 25 hari (G5), dan 30 hari (G6). Perlakuan disusun secara faktorial dan diulang tiga kali. Data yang diperoleh dianalisis sidik ragam dengan uji F (ANOVA). Perlakuan yang berbeda nyata diuji lanjut dengan uji Duncan 95% (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa umbi ganyong sangat potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol meskipun perlu dilakukan optimasi diberbagai aspek, terutama frekuensi destilasi larutan bioetanol perlu ditingkatkan untuk mendapatkan kadar bioetanol yang lebih tinggi dan mempunyai titik bakar.

Kata kunci: Potensi; Bioetanol; Umbi Ganyong; Ragi; Lama Fermentasi

ABSTRACT

Extracting bioenergy sources from plant materials is important to anticipate the decline in fossil energy production. Canna tubers have a relatively high carbohydrate content, so they have the potential to be used as a source of bioethanol through the fermentation process. This initial research aims to determine the potential prospects for canna tuber bioethanol. This study was an experimental study using a completely randomized design (CRD) with two treatments, namely: yeast type and fermentation time. The types of yeast used are tapai yeast (R1) and baker's yeast (R2). There are six levels of fermentation time, namely: 5 days (G1), 10 days (G2), 15 days (G3), 20 days (G4), 25 days (G5), and 30 days (G6). The treatments were arranged factorially and repeated three times. The data obtained were analyzed for variance with the F test (ANOVA). Significantly different treatments were further tested with a 95% Duncan test (DMRT). The results showed that canna tubers have the potential to be used as raw material for bioethanol production although it needs to be optimized in various aspects, especially the frequency of distillation of bioethanol solutions needs to be increased to get higher levels of bioethanol and have a burning point

Keywords: Bioethanol; Canna Tuber; Yeast; Fermentation Duration

PENDAHULUAN

Konsumsi energi fosil terus meningkat mengikuti perkembangan kehidupan manusia. Hal ini meningkatkan cemaran udara dan menguras cadangan energi fosil di dalam bumi. Indonesia di zaman orde baru merupakan salah satu negara pengekspor minyak, ternyata sekarang merupakan negara pengimpor. Di sisi lain muncul kesadaran di berbagai negara untuk menurunkan polusi lingkungan dan menghemat eksploitasi sumber energi fosil agar tersedia untuk generasi berikutnya. Untuk itu, diperlukan energi alternatif (Setyono dan Kiono, 2021) baik sebagai

pencampur maupun sebagai pengganti bila memungkinkan. Energi alternatif yang dimaksud haruslah berupa energi yang mudah diperbarui karena sumbernya bersifat terbarukan, seperti bioetanol. Bioetanol merupakan bioenergi yang dapat diperbarui, sedikit polusi, dan dapat diproduksi dari bahan-bahan yang mengandung banyak karbohidrat (gula dan pati), seperti padi, jagung, kentang, gandum, tebu, molasses (Susmiati, 2018). Salah satu tanaman lain yang banyak mengandung karbohidrat adalah umbi ganyong.

Ganyong (*Canna edulis* Kerr.) selama ini hanya dikonsumsi oleh masyarakat terutama di pedesaan dan belum menjadi komoditas yang bernilai ekonomi tinggi. Umbi Ganyong sangat potensial digunakan sebagai bahan pennghasil bioenergi, seperti bioetanol, karena kandungan karbohidratnya cukup tinggi. Kandungan gizi setiap 100 gram ganyong, meliputi: 95,00 kal, 1,00 g protein, 0,11 g lemak, 22,60 g karbohidrat, 21,00 mg kalsium, 70,00 mg fosfor, 20 mg zat besi, 0,10 mg vitamin B1, 10,00 mg vitamin C, dan 75 g air (Noriko dan Risa, 2013). Mencermati kandungan karbohidrat umbi ganyong tersebut, kemungkinan besar produksi bioetanol dapat dilakukan melalui proses fermentasi.

Bioetanol merupakan cairan hasil fermentasi gula (karbohidrat) menggunakan bantuan mikroorganisme khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Tahapan pembuatan bioetanol secara garis besar meliputi: persiapan bahan dan alat, hidrolisis, fermentasi, dan destilasi. Hidrolisis glukosa dalam suasana asam akan memecah molekul karbohidrat secara acak dan menghasilkan gula yang merupakan gula pereduksi. Perubahan gula pereduksi menjadi etanol dilakukan oleh enzim *invertase*, yaitu enzim kompleks yang terkandung dalam ragi, perubahan tersebut terjadi pada proses fermentasi dan dilanjutkan dengan destilasi (pemurnian bioetanol) (Putri, 2018). Tulisan ini melaporkan hasil penelitian untuk mengetahui potensi produksi bioetanol dari umbi ganyong melalui berbagai jenis ragi dan lama fermentasi.

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Jember. Meskipun penelitian ini dilaksanakan di UM Jember, selalu dilakukan komunikasi dan diskusi dengan peneliti lain di luar UM Jember secara WhatsApp dan Zooming. Penelitian dilaksanakan mulai Januari sampai dengan April 2023.

Alat dan Bahan yang digunakan

Peralatan yang digunakan meliputi: pisau, blender, bunsen, kaki tiga, kassa, beaker glass, labu ukur, set evaporator, timbangan analitik, pH meter, hydrometer alkohol, reaktor fermentasi, piknometer, thermometer, refraktrometer glukosa, refraktrometer alkohol, dan corong kaca. Bahan yang digunakan meliputi umbi ganyong, ragi roti, ragi tapai, air, asam sulfat (H_2SO_4), aluminium foil, dan kertas saring.

Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua perlakuan, yaitu: jenis ragi dan lama fermentasi. Jenis ragi yang digunakan, yaitu ragi tapai (R1) dan ragi roti (R2). Lama fermentasi ada enam aras, yaitu: 5 hari (G1), 10 hari (G2), 15 hari (G3), 20 hari (G4), 25 hari (G5), dan 30 hari (G6). Perlakuan disusun secara faktorial dan diulang tiga kali. Data yang diperoleh dianalisis sidik ragam dengan uji F (ANOVA). Perlakuan yang berbeda nyata diuji lanjut dengan uji Duncan 95% (DMRT).

Prosedur Penelitian:

Persiapan bahan baku

Umbi ganyong sebanyak 3 Kg dikupas dan dicuci bersih. Kemudian diblender dan ditambahkan air sebanyak 20 liter. Umbi ganyong yang digunakan merupakan umbi yang dipanen dari tanaman ganyong yang sudah berumur 6-8 bulan karena kandungan patinya masih tinggi. Jika umbi dipanen melebihi umur delapan bulan maka kandungan patinya menurun, sehingga umbi mulai mengeras.

Hidrolisis

Umbi ganyong yang telah dihaluskan kemudian di panaskan di atas kompor selama ± 30 menit dengan suhu $100^\circ C$ dan ditambahkan dengan senyawa asam sulfat (H_2SO_4), dan diaduk

hingga semua bahan terhidrolisis. Setelah campuran umbi ganyong halus dan air telah menjadi larutan pati kemudian didinginkan untuk memasuki tahap fermentasi.

Fermentasi

Larutan pati umbi ganyong dipindahkan pada wadah fermentasi (reaktor) dan tambahkan ragi sesuai dengan dosis 6 gram persampel dengan volume larutan 200 ml dan diaduk hingga tercampur rata. Setelah itu reaktor fermentasi ditutup rapat untuk mencegah kontaminasi, agar ragi bekerja secara optimal. Fermentasi ini dilakukan secara anaerob dan terjaga suhunya $\pm 25^{\circ}\text{C}$. Proses fermentasi ini dilakukan selama ± 30 hari. Setiap 5 hari sekali dilakukan pengamatan sesuai dengan perlakuan lama fermentasi untuk pengambilan data sesuai parameter yang diamati.

Destilasi

Proses destilasi dilakukan untuk memisahkan bioetanol dan air. Larutan dipanaskan pada titik didih bioetanol $\pm 80^{\circ}\text{C}$, sehingga bioetanol lebih dulu menguap. Uap tersebut dialirkan melalui pipa berpendingin air mengalir, sehingga uap terkondensasi dan kembali menjadi bioetanol cair. Bioetanol cair hasil destilasi ini kemudian dilakukan pengukuran parameter kadar bioetanol dan pH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berbagai parameter yang diamati ada yang berbeda sangat nyata, berbeda nyata, dan berbeda tidak nyata. Hal ini terjadi baik pada perlakuan faktor tunggal maupun interaksinya. Hasil analisis ragam uji F dari semua variabel di sajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rangkuman hasil analisis ragam uji F terhadap semua parameter pengamatan.

Parameter Pengamatan	F-Hitung		
	Jenis Ragi	Lama Fermentasi	Jenis Ragi x Lama Fermentasi
pH Bioetanol	11,025 **	5,173 **	1,064 ^{ns}
Kadar Bioetanol	5,431 *	4,443 **	0,240 ^{ns}
Densitas Bioetanol	0,504 ^{ns}	0,529 ^{ns}	1,344 ^{ns}
Rendemen Bioetanol	0,129 ^{ns}	6,381 **	2,689 *
Volume Bioetanol	0,251 ^{ns}	6,319 **	2,848 *

Keterangan: **Berbeda sangat nyata; *Berbeda nyata; ^{ns}Berbeda tidak nyata.

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan jenis ragi berbeda sangat nyata pada parameter pH bioetanol, berbeda nyata pada parameter kadar bioetanol, dan berbeda tidak nyata pada parameter densitas, rendemen, dan volume bioetanol. Perlakuan lama fermentasi berbeda sangat nyata pada parameter pH, kadar bioetanol, rendemen, dan volume bioetanol, berbeda tidak nyata pada parameter densitas bioetanol. Interaksi perlakuan berbeda tidak nyata pada parameter pH, kadar bioetanol, dan densitas bioetanol, berbeda nyata pada parameter rendemen dan volume bioetanol.

pH Bioetanol

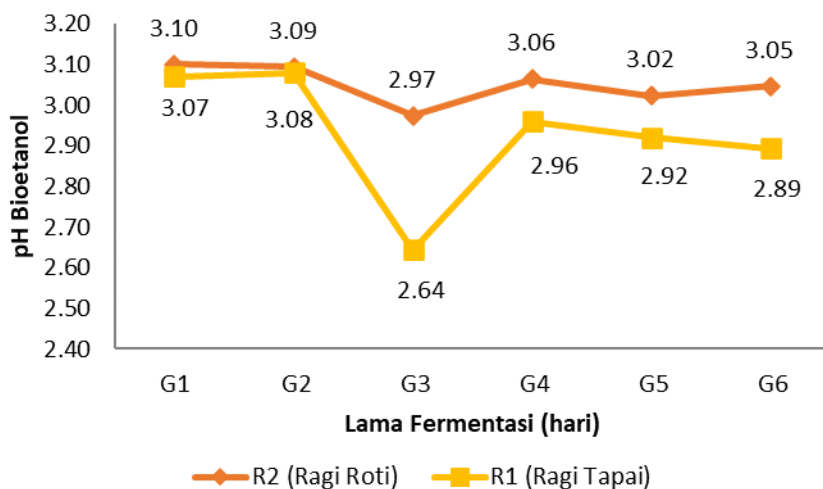
Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor penting untuk diperhatikan pada saat proses fermentasi, karena mempengaruhi pertumbuhan ragi dan sebaliknya. Berdasarkan Tabel 1 perlakuan jenis ragi dan lama fermentasi berbeda sangat nyata, sedangkan interaksinya berbeda tidak nyata. Hasil uji lanjut Duncan perlakuan jenis ragi dan lama fermentasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan jenis ragi antara R1 dan R2 berbeda nyata. Fermentasi oleh ragi tapai menghasilkan pH bioetanol lebih tinggi dari pH yang dihasilkan oleh ragi roti. Lama fermentasi G3 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Meskipun sebagian besar hasil uji Duncan menunjukkan berbeda tidak nyata, tetapi bila mencermati angka pH, maka terlihat suatu pola yang tidak konsisten. Nilai pH tertinggi terjadi pada lama fermentasi 5 dan 10 hari, kemudian turun drastis pada lama fermentasi 15 hari, lalu menaik pada lama fermentasi 20 hari, kemudian turun lagi pada lama fermentasi 25 dan 30 hari. Terjadi suatu pola yang tidak konsisten, hal ini diduga terdapat penurunan pH yang disebabkan konsentrasi gula yang menurun. Secara umum capaian pH ini belum memenuhi standar pH bioetanol, yaitu 6,5. Kinernja interaksi perlakuan terhadap pH bioetanol berbeda tidak nyata. Meskipun demikian, secara grafis dapat divisualisasikan seperti pada Gambar 1.

Tabel 2. Hasil uji jarak berganda Duncan perlakuan jenis ragi dan lama fermentasi.

Jenis Ragi	pH Bioetanol	Lama Fermentasi (hari)	pH Bioetanol
R1	3,09 a	G1	3,08 a
R2	3,01 b	G2	3,08 a
		G3	2,8 b
		G4	3,01 a
		G5	2,97 a
		G6	2,97 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Duncan taraf 5 %. R1= Ragi Tapai, R2= Ragi Roti. G1= 5 hari, G2= 10 hari, G3= 15 hari, G4= 20 hari, G5= 25 hari dan G6= 30 hari.



Gambar 1. Rata-rata pH bioetanol hasil kinerja perlakuan interaksi jenis ragi dan lama fermentasi. Keterangan: G1= 5 hari, G2= 10 hari, G3= 15 hari, G4= 20 hari, G5= 25 hari dan G6= 30 hari.

Gambar 1 menunjukkan bahwa secara keseluruhan Interaksi antara ragi roti dan lama fermentasi menghasilkan pH bioetanol lebih tinggi dibandingkan dengan interaksi antara ragi tapai dan lama fermentasi, tetapi capaian pH tertingginya terjadi pada kisaran yang sama, yaitu interaksi antara kedua jenis ragi dan lama fermentasi 5 dan 10 hari. Secara khusus pH tertinggi 3,10 diperoleh pada interaksi antara ragi roti dan lama fermentasi 5 hari. Capaian pH tertinggi ini berbeda dengan hasil penelitian Nasrun *et al.* (2017), yang memiliki nilai pH bervariasi yaitu 4 dan 5. Kedua capaian pH ini belum memenuhi Standar kualitas mutu pH bioetanol yaitu 6,5. Keadaan ini kemungkinan disebabkan oleh aktivitas sel khamir selain menghasilkan etanol sebagai metabolit primer juga menghasilkan asam-asam organik seperti asam malat, asam tartarat, asam sitrat, asam laktat, asam asetat, asam butirat dan asam propionat sebagai hasil sampingan, sehingga menurunkan pH medium. Bisa juga hal ini disebabkan adanya konsumsi gula oleh yeast *S. Cerevisiae* yang digunakan untuk pertumbuhan dan metabolisme sel (Yuni dan Chairul, 2016).

Kadar Bioetanol

Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa pada parameter pengamatan kadar bioetanol, kinerja perlakuan jenis ragi berbeda nyata dan perlakuan lama fermentasi berbeda sangat nyata, sedangkan interaksinya berbeda tidak nyata. Hasil uji Duncan kedua faktor tunggal tersebut disajikan pada Tabel 3. Sedangkan kinerja interaksi antara jenis ragi dan lama fermentasi secara visual disajikan dalam Gambar 2.

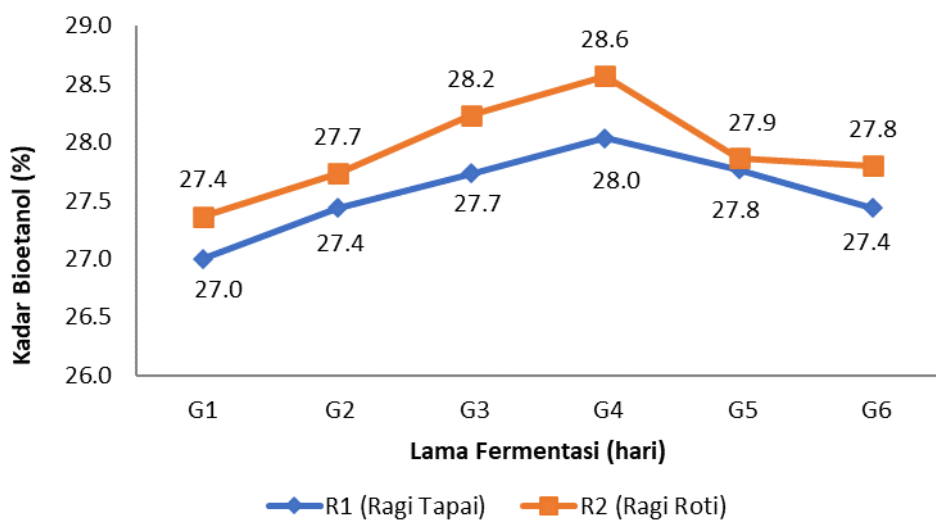
Tabel 3. Hasil uji Duncan perlakuan jenis ragi dan lama fermentasi terhadap kadar bioetanol.

Jenis Ragi	Kadar Bioetanol (%)	Lama Fermentasi	Kadar Bioetanol (%)
R1	27,5 b	G1	27,1 c
R2	28 a	G2	27,5 bc
		G3	28,1 ab
		G4	28,3 a
		G5	27,8 ab
		G6	27,7 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5 %. R1= Ragi tapai, R2= Ragi roti. G1= 5 hari, G2 = 10 hari, G3 = 15 hari, G4 = 20 hari, G5 = 25 hari dan G6 = 30 hari.

Tabel 3 menunjukkan bahwa kinerja antara ragi roti dan ragi tapai berbeda nyata. Ragi roti menghasilkan kadar bioetanol mencapai 28%, sedangkan ragi tapai 27,5%. Kinerja perlakuan lama fermentasi menghasilkan kadar bioetanol sangat variatif. Lama fermentasi 20 hari menghasilkan kadar bioetanol 28,3%, lebih tinggi dibanding lainnya meskipun berbeda tidak nyata dengan G3, G5, dan G6.

Kinerja interaksi antara perlakuan jenis ragi dan lama fermentasi meskipun secara statistik berbeda tidak nyata (Tabel 1), tetapi secara visual dapat diketahui bahwa kadar bioetanol cukup tinggi (Gambar 2). Kadar bioetanol tertinggi sebesar 28,6% diperoleh dari kinerja perlakuan ragi roti dengan lama fermentasi 20 hari. Kadar bioetanol yang diperoleh dari penelitian ini sedikit lebih tinggi dari hasil penelitian [Danil, \(2017\)](#) yang menghasilkan kadar bioetanol sebesar 25%.

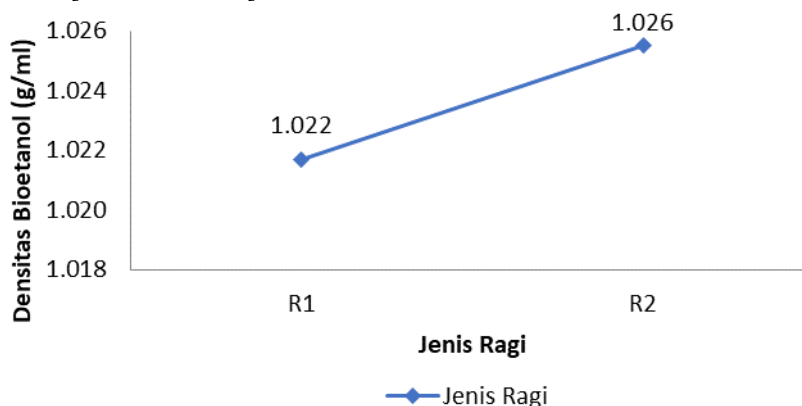


Gambar 2. Rata-rata kadar bioetanol terhadap perlakuan interaksi jenis ragi dan optimasi waktu. **Keterangan:** G1= 5 hari, G2= 10 hari, G3= 15 hari, G4= 20 hari, G5= 25 hari dan G6= 30 hari.

Kinerja perlakuan kedua jenis ragi pada awal fermentasi mengalami kenaikan sampai lama fermentasi 20 hari, kemudian menurun (Gambar 2). Penurunan kadar bioetanol ini kemungkinan disebabkan oleh produktivitas mikroba serta nutrisi bagi mikroba semakin menipis, menurunannya kadar bioetanol juga disebabkan karena alkohol telah dikonversi menjadi senyawa lain (Arif dan Susila, 2021). Kadar bioetanol cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya suhu fermentasi. Suhu optimum bagi pertumbuhan *S. cerevisiae* dan aktivitasnya adalah pada suhu 25°-35°C. Suhu memegang peranan penting, karena secara langsung dapat mempengaruhi aktivitas *S. cerevisiae* dan secara tidak langsung akan mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan (Hendrawan *et al.*, 2017).

Densitas Bioetanol

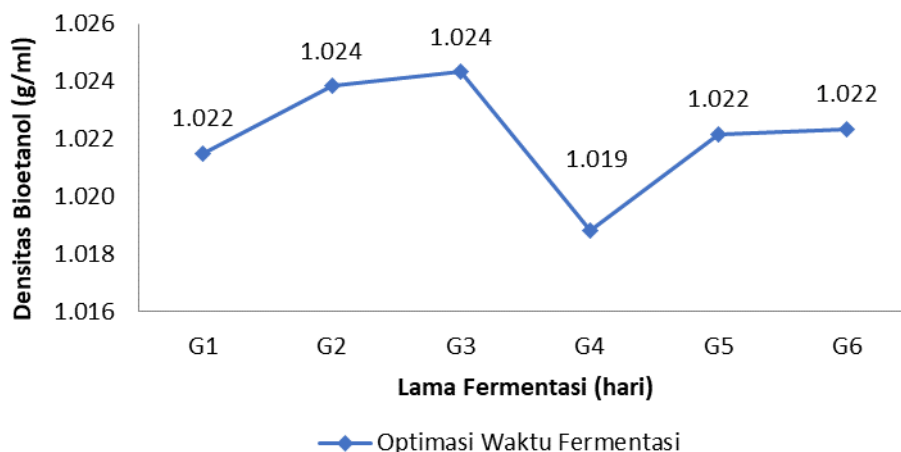
Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 1) menunjukkan kinerja kedua perlakuan terhadap parameter pengamatan densitas bioetanol berbeda tidak nyata, demikian juga interaksinya. Meskipun demikian gambaran kinerja kedua perlakuan dan interaksinya dapat disajikan secara grafis. Gambaran kinerja tersebut disajikan dalam Gambar 3, 4, dan 5.



Gambar 3. Rata-rata densitas bioetanol sabagai hasil kinerja perlakuan jenis ragi.
Keterangan: R1= Ragi Tapai, R2= Ragi Roti.

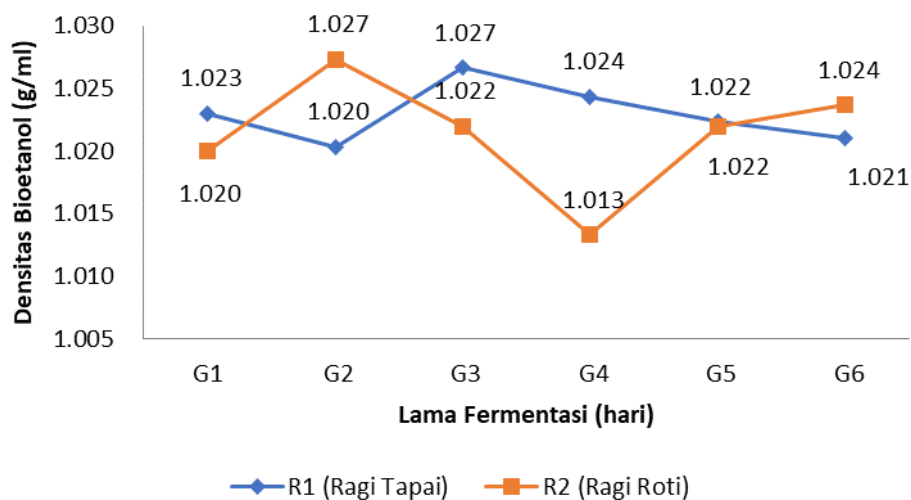
Gambar 3 menyajikan kinerja perlakuan kedua jenis ragi pada densitas bioetanol. Densitas bioetanol terkecil diperoleh dari kinerja ragi tapai, yaitu 1.022 g/ml. Sedangkan densitas bioetanol sebagai hasil kinerja perlakuan ragi roti sebesar 1.026 g/ml.

Gambar 4 menyajikan fluktuasi densitas bioetanol sebagai hasil kinerja lama fermentasi. Densitas bioetanol terendah diperoleh dari kinerja lama fermentasi 20 hari, yaitu 1,019 g/ml. Penambahan lama fermentasi terlihat tidak menurunkan densitas bioetanol.



Gambar 4. Rata-rata densitas bioetanol hasil kinerja lama fermentasi terhadap. Keterangan: G1= 5 hari, G2= 10 hari, G3= 15 hari, G4= 20 hari, G5= 25 hari dan G6= 30 hari.

Gambar 5 menyajikan fluktuasi densitas bioetanol sebagai hasil kinerja perlakuan jenis ragi dan lama fermentasi. Densitas bioethanol terendah terjadi pada kinerja ragi roti pada lama fermentasi 20 hari, yaitu 1,013 g/ml. Penambahan lama fermentasi terlihat menaikkan densitas bioetanol pada kinerja ragi roti, meskipun terlihat ada kecenderungan menurun pada kinerja ragi tapai, tetapi nominal yang dicapai masih lebih tinggi dari capaian kinerja ragi roti.



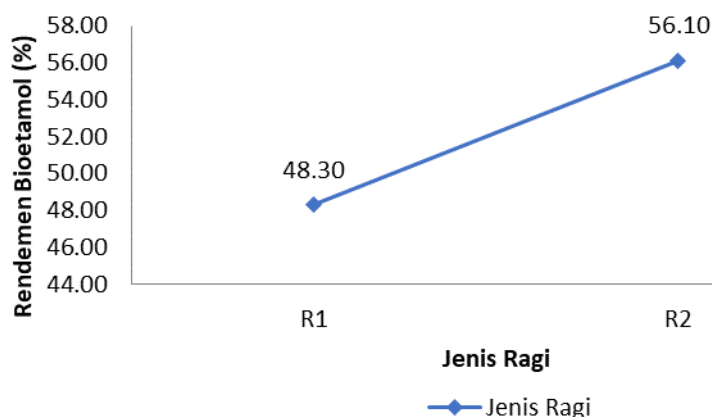
Gambar 5. Rata-rata densitas bioetanol terhadap perlakuan interaksi jenis ragi dan optimasi waktu fermentasi. Keterangan: G1= 5 hari, G2= 10 hari, G3= 15 hari, G4= 20 hari, G5= 25 hari dan G6= 30 hari.

Densitas bioetanol secara keseluruhan, yaitu 1,022 g/ml (ragi tapai), 1,019 g/ml (lama fermentasi 20 hari), dan 1,013 g/ml (ragi roti pada lama fermentasi 20 hari) pada kadar bioetanol 28,6% (kinerja ragi roti pada lama fermentasi 20 hari, Gambar 2). Hasil penelitian ini belum mencapai standar densitas bioetanol sebesar 0,792 g/ml pada kadar alkohol 99,6%. Hasil penelitian ini juga masih lebih tinggi dari hasil penelitian yang dilaporkan oleh Khodijah dan Ahmad (2015) bahwa densitas bioetanol sebesar 0,950 g/ml dengan fermentor ragi roti pada lama fermentasi 20 hari. Tingginya densitas bioetanol hasil penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh berbagai hal, seperti proses destilasi hanya satu kali, beberapa peneliti melaporkan mencapai 14 kali destilasi. Dosis ragi yang diaplikasikan kemungkinan juga menjadi salah satu penyebab tingginya densitas bioetanol yang diperoleh. Hubungan densitas bioetanol dengan dosis ragi cenderung berbanding terbalik, karena ragi *S. cerevisiae* merubah glukosa menjadi etanol. Dosis ragi yang tinggi menghadirkan populasi ragi yang besar, maka etanol yang dihasilkan akan semakin banyak dan begitu juga sebaliknya bila densitasnya akan semakin rendah (Maryana *et al.*, 2020). Tingginya densitas bioetanol hasil penelitian ini, kemungkinan juga disebabkan oleh temperatur destilasi, temperatur di dalam reaktor fermentasi, dan temperatur ruang tempat percobaan belum optimum untuk proses fermentasinya. Sutrisna, *et al.*, (2012) mengemukakan bahwa jika semakin tinggi temperaturnya maka densitas akan lebih rendah dan sebaliknya semakin rendah temperaturnya maka densitasnya akan semakin naik sehingga kualitasnya semakin jelek.

Rendemen Bioetanol

Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa kinerja perlakuan jenis ragi berbeda tidak nyata, lama fermentasi berbeda sangat nyata, dan interaksinya berbeda nyata pada parameter pengamatan rendemen bioetanol. Kinerja perlakuan jenis ragi secara visual disajikan pada Gambar 6. Hasil uji Duncan atas kinerja lama fermentasi dan interaksinya disajikan pada Tabel 4.

Gambar 6 menampilkan kinerja perlakuan jenis ragi terhadap rendemen bioetanol. Perlakuan ragi roti menghasilkan rendemen bioetanol sebesar 56,10% dan ragi tapai sebesar 48,30%. Kinerja perlakuan ragi roti menghasilkan rendemen bioetanol lebih tinggi dibandingkan ragi tapai.



Gambar 6. Rata-rata rendemen bioetanol hasil kinerja perlakuan jenis ragi. Keterangan: R1= Ragi tapai, R2= Ragi roti.

Tabel 4. Hasil uji Duncan perlakuan lama fermentasi dan interaksinya pada rendemen bioetanol.

Lama Fermentasi	Rendemen Bioetanol (%)	Interaksi	Rendemen Bioetanol (%)
G1	38,30 b	R1G1	35.53 d
G2	53,3 a	R1G2	61.06 a
G3	57,2 a	R1G3	50 abc
G4	57,23 a	R1G4	62.20 a
G5	57,75 a	R1G5	56.70 ab
G6	61,08 a	R1G6	62.60 a
		R2G1	41.06 cd
		R2G2	41.06 cd
		R2G3	64.40 a
		R2G4	53.30 abc
		R2G5	57.76 ab
		R2G6	59.96 ab

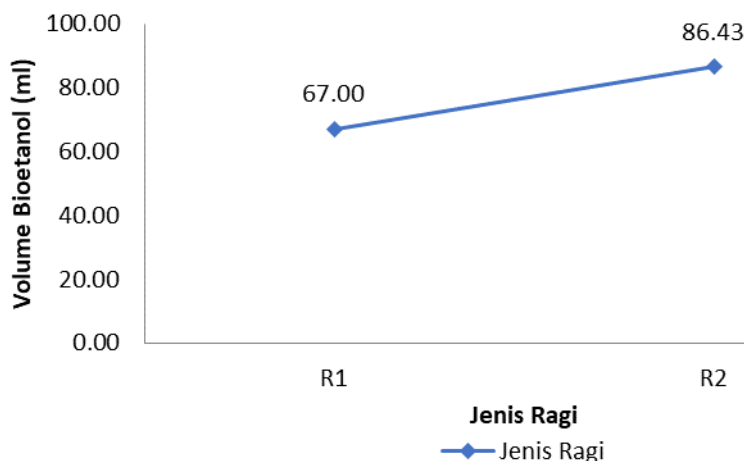
Keterangan: Angka-angka yang disertai dengan huruf yang sama pada kolom menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Duncan taraf 5%. Keterangan: G1= 5 hari, G2= 10 hari, G3 15 hari, G4= 20 hari, G5= 25 hari dan G6= 30 hari.

Tabel 4 menunjukkan hasil uji lanjut Duncan terhadap kinerja perlakuan lama fermentasi dan interaksinya pada parameter persentase rendemen bioetanol. Persentase rendemen bioetanol konsisten meningkat mengikuti bertambahnya lama fermentasi. Persentase rendemen bioetanol terendah terjadi pada lama fermentasi 5 hari sebesar 38,30% dan berbeda nyata dengan semua perlakuan lama fermentasi lainnya. Persentase rendemen bioetanol mulai naik pada lama fermentasi 10 hari dan terus naik sampai lama fermentasi 20 hari, meskipun hasil uji lanjut Duncan berbeda tidak nyata. Hal ini sejalan dengan Purwandani *et al.*, (2020), menjelaskan bahwa lama fermentasi yang semakin lama akan meningkatkan rendemen destilat (bioetanol) yang dihasilkan.

Kinerja interaksi perlakuan menunjukkan capaian persentase rendemen bioetanol yang fluktuatif. Persentase rendemen bioetanol sebesar 64,40% yang dicapai oleh interaksi perlakuan ragi roti dan lama fermentasi 15 hari (R2G3). Kombinasi perlakuan R2G3 ini berbeda nyata dengan R1G1, R2G1 dan R2G2 serta berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya. Tetapi R1G1 berbeda tidak nyata dengan R2G1 dan R2G2. Fluktuasi rendemen bioetanol ini sangat mungkin terjadi. Hal ini bisa disebabkan oleh kematian ragi atau kemampuan sel untuk mengkonversi senyawa gula menjadi etanol menurun, sehingga etanol yang dihasilkan sedikit (Rischa *et al.*, 2021). Kemungkinan juga disebabkan oleh suhu destilasi belum stabil pada titik didih bioetanol. Putra *et al.*, (2015) mengemukakan bahwa semakin tinggi suhu proses destilasi sesuai titik didihnya semakin cepat proses tersebut berlangsung sehingga destilat yang diperoleh semakin banyak.

Volume Bioetanol

Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa kinerja perlakuan jenis ragi terhadap pengamatan volume bioetanol berbeda tidak nyata. Kinerja perlakuan lama fermentasi terhadap volume bioetanol berbeda sangat nyata. Kinerja interaksi perlakuan terhadap volume bioetanol berbeda nyata. Kinerja jenis ragi disajikan secara visual pada Gambar 6, sedangkan kinerja lama fermentasi dan interaksi disajikan pada Tabel 5.



Gambar 6. Rata-rata volume bioetanol hasil kinerja perlakuan jenis ragi.

Gambar 6 menyajikan volume bioetanol sebagai hasil kinerja perlakuan jenis ragi. Kinerja perlakuan ragi roti menghasilkan volume bioetanol sebesar 86,43 ml, sedangkan ragi tapai mencapai ragi tapai sebesar 67 ml. Kinerja perlakuan ragi roti menghasilkan volume bioetanol lebih tinggi dari ragi tapai.

Tabel 5. Hasil Uji Duncan perlakuan lama fermentasi dan interaksinya terhadap volume bioetanol.

Lama Fermentasi	Volume Bioetanol (ml)	Interaksi	Volume Bioetanol (ml)
G1	57 b	R1G1	53 d
G2	80 a	R1G2	92 a
G3	85 a	R1G3	75 abc
G4	85 a	R1G4	93 a
G5	86 a	R1G5	85 ab
G6	90 a	R1G6	93 a
		R2G1	61 cd
		R2G2	68 bcd
		R2G3	97 a
		R2G4	80 abc
		R2G5	87 ab
		R2G6	87 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5 %.

Keterangan: G= 5 hari, G2= 10 hari, G3= 15 hari, G4= 20 hari, G5= 25 hari dan G6= 30 hari. G1= 5 hari, G2= 10 hari, G3= 15 hari, G4= 20 hari, G5= 25 hari dan G6= 30 hari.

Tabel 5 menyajikan kinerja perlakuan lama fermentasi dan interaksinya terhadap volume bioetanol. Kinerja perlakuan lama fermentasi 5 hari berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Terjadi peningkatan volume bioetanol sebagai hasil kenaikan lama fermentasi. Kenaikan tersebut dimulai dari lama perlakuan 10 hari lalu terus naik, meskipun kenaikan itu berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan. Secara ringkas dapat dijelaskan bahwa G1 berbeda nyata dengan G2, G3, G4, G5, G6. Sedangkan G2 berbeda tidak nyata dengan G3, G4, G5, dan G6. Volume bioetanol terendah sebesar 57 ml (G1), pencapaian ini cenderung disebabkan oleh nyala api kurang stabil di

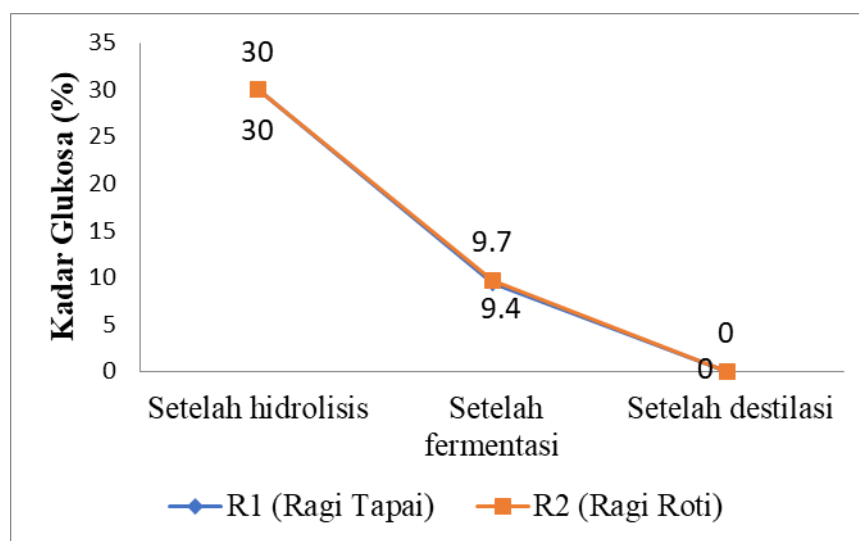
titik didih bioetanol, sehingga proses evaporasinya tidak optimum. Kemungkinan juga disebabkan oleh pertumbuhan mikroorganisme dan nutrisi yang tersedia sudah mulai berkurang dan sel mulai berhenti membelah diri atau sel hidup dan sel mati mulai mencapai kesetimbangan (Bahri *et al.*, 2019).

Tabel 5 menunjukkan bahwa hasil kinerja interaksi perlakuan terhadap volume bioetanol berfluktuasi. Volume bioetanol tertinggi sebesar 97 ml diperoleh dari kombinasi perlakuan R2G3. Kombinasi perlakuan R2G3 ini berbeda nyata terhadap R2G2, R2G1, dan R1G1 serta berbeda tidak nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.

Kadar glukosa

Pengukuran kadar glukosa dilakukan tiga kali, bertujuan untuk mengetahui persentase kadar glukosa sebelum fermentasi, perubahannya selama proses fermentasi, dan hasil destilasi. Data kadar glukosa diperoleh dengan melakukan pengukuran pada setiap larutan menggunakan *Brix Refraktrometer* Merk ATC. Rata-rata kadar glukosa berdasarkan jenis ragi disajikan pada Gambar 8.

Gambar 8 menyajikan persentase kadar glukosa larutan (bubur) pati dari umbi ganyong setelah dihidrolisis sebesar 30% dan perubahannya berdasarkan kinerja perlakuan jenis ragi (garis berwarna pink dan biru berhimpitan). Bioetanol hasil lama fermentasi 30 hari digunakan sebagai sampel untuk pengukuran kadar glukosa yang dibedakan berdasarkan hasil kinerja ragi tapai dan ragi roti. Rata-rata kandungan glukosa hasil kinerja ragi tapai (setelah fermentasi/sebelum destilasi) sebesar 9,4% dan ragi roti mencapai 9,7%. Rata-rata kadar glukosa larutan bioetanol setelah destilasi hasil kinerja ragi tapai atau ragi roti sebesar 0%.



Gambar 8. Rata-rata kadar glukosa setiap larutan setelah hidrolisis, setelah fermentasi dan setelah destilasi.

Kadar glukosa menurun seiring dengan lamanya waktu fermentasi dan aktivitas fermentor. Penurunan konsentrasi glukosa disebabkan oleh setiap waktu terkonversi menjadi bioetanol selama fermentasi dan juga digunakan untuk makanan mikroorganisme dalam mempertahankan hidupnya, untuk pertumbuhan dan bereproduksi (Sandika *et al.*, 2017). Kadar glukosa sisa fermentasi berkisar 9,4% dan 9,7% menunjukkan bahwa belum semua glukosa terurai menjadi bioetanol. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh rasio glukosa di awal proses fermentasi terlalu besar menyebabkan oksigen terlarut rendah, sehingga perkembangbiakkan mikroba terhambat dan menyebabkan glukosa belum terurai sempurna (Khurniawati *et al.*, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis bakteri belum efektif mengurai glukosa menjadi bioetanol selama fermentasi. Setelah destilasi kandungan glukosa 0% pada bioetanol, berarti kandungan glukosa pada bioetanol hasil destilasi tidak ada. Padahal pada saat melakukan destilasi, bioetanol masih mengandung glukosa sebesar 9,4%

dan 9,7%. Hal ini menunjukkan bahwa glukosa tidak terevaporasi atau dengan kata lain hanya bioetanol yang terevaporasi.

KESIMPULAN

Mencermati hasil nalisis dan pembahasan hasil dapat disimpulkan bahwa umbi ganyong berpotensi besar dapat digunakan sebagai bahan pembuatan bioetanol. Berbagai hal pendukung penggunaan umbi ganyong sebagai bahan pembuatan bioetanol ditemukan bsebagi berikut:

1. Kedua jenis ragi pada dasarnya dapat digunakan sebagai fermentor. Ragi roti menunjukkan kinerja lebih tinggi dari ragi tapai.
2. Lama fermentasi terlihat belum konsisten menunjukkan kinerja optimum untuk semua parameter pengamatan. Kinerja lama fermentasi 10 hari menunjukkan pH bioethanol 3,09 (tertinggi tapi belum mencapai standar pH bioetanol 6,5). Kinerja lama fermentasi 15 hari menghasilkan rendemen bioethanol 64,40% dan volume bioetanol 97 ml. Kinerja lama ferentasi 20 hari menghasilkan kadar bioethanol 28%.
3. Proses destilasi bioetanol sudah menghasilkan 0% glukosa, meskipun baru satu kali destilasi.

Ketiga hal di atas menunjukkan bahwa umbi ganyong berpotensi menghasilkan bioetanol, hanya perlu optimasi berbagai hal dalam proses produksinya termasuk meningkatkan frekuensi destilasinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak, terutama Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Jember yang memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S., Aji, A., & Yani, F. (2019). Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok Dengan Cara Fermentasi Menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 85.
- Danil M. (2020). Pengaruh lama fermentasi dan dosis ragi terhadap kadar bioetanol pada fermentasi limbahtapioka padat kering. *AGRILAND Jurnal Ilmu Pertanian* 8(1): 111-115.
- Hendrawan, Y., Sumarlan, S. H., & Rani, C. P. (2017). Pengaruh Ph Dan Suhu Fermentasi Terhadap Produksi Etanol Hasil Hidrolisis Jerami Padi. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 5(1), 1–8.
- Khurniawati, K., Fathoni, M. U., & Sari, N. K. (2019). Pembuatan Bioetanol Berbasis Glukosa Off Grade Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Fermiol. *Jurnal Teknik Kimia*, 13(2), 48–52.
- Maryana, T., Silsia, D., & Budiyanto, B. (2020). Pengaruh Konsentrasi Dan Jenis Ragi Pada Produksi Bioetanol Dari Ampas Tebu Effect. *Jurnal Agroindustri*, 10(1), 47–56.
- Nasrun, N., Jalaluddin, J., & Mahfuddhah, M. (2017). Pengaruh Jumlah Ragi Dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Yang Dihasilkan Dari Fermentasi Kulit Pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 1.
- Noriko N., dan R. Swandari, (2013). Ganyong dan Spirulina sebagai Produk Pangan Alternatif .. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Sains, dan Teknologi*. Vol. 4: D.121-D.127.
- Purwandani, L., Indrastuti, Y. E., Imelda, F., Hermawan, A., & Ramidati, D. (2020). Pembuatan Bioetanol Dari Nira Kelapa Sawit Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* (Bioethanol Production From Oil Palm Neera Using *Saccharomyces Cerevisiae*). *Buletin Loupe*, 16(01), 1–7.

- Putra, I. G. S. A., Wartini, N. M., & Wrsiati, L. P. (2015). Pengaruh Suhu Dan Lama Distilasi Terhadap Rendemen Dan Karakteristik Distilat Alkohol Dari Cairan Pulpa Hasil Samping Fermentas. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 3(3), 58–66.
- Putri, R. D. (2018). Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Nangka Dengan Metode Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cereviseae*. *Jurnal Integrasi Proses*, 7(1), 32–38.
- Rischa, M. S., Ma'sum, Z., & Widyastuti, F. K. (2021). Pengaruh Konsentrasi Ragi Dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Yield Bioetanol Ubi Cilembu. (Seminar Nasional Teknologi, 4, 1–7.
- Sandika, S. A., Muria, R. S., Yenti, R. S., & Al., E. (2017). Fermentasi Kulit Nanas Menjadi Bioetanol Menggunakan *Zymomonas Mobilis* Dengan Variasi Pemekatan Medium Dan Waktu Fermentasi.
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak Dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 154–162.
- Susmiati, Y. (2018). Prospek Produksi Bioetanol Dari Limbah Pertanian Dan Sampah Organik. *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 7(2), 67–80.
- Sutrisna Wijaya, I. M. A., Arya Arthawan, I. G. K., & Novita Sari, A. (2012). Potensi Nira Kelapa Sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Bumi Lestari*, 12(1), 85–92.
- Yuni, Chairul, M. P. (2016). Pengaruh Variasi pH Pada Pembuatan Bioetanol Dari Pati Sorgum Dengan Proses Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak. 1–23.