



**PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT UBI
JALAR UNGU (*Ipomea Batatas L*) DENGAN CARA
FERMENTASI MENGGUNAKAN *SACCHAROMYCES
CEREVISIAE***

**Hanna Amaliah Silitonga, Azhari*, Novi Sylvia, Lukman Hakim,
Rozanna Dewi**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
Korespondensi:, e-mail: azhari@unimal.ac.id

Abstrak

Saat ini, kulit ubi jalar ungu hanya berfungsi sebagai bisnis sampingan dalam keluarga yang belum terbukti berhasil. Karbohidrat, yang merupakan komponen utama ubi jalar ungu, dapat diubah menjadi glukosa dan kemudian digunakan sebagai bahan baku untuk sintesis bioetanol. Alkohol murni yang berasal dari tanaman, bioetanol sering dibuat melalui fermentasi. Penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya, yang belum pernah dilakukan adalah **menggunakan campuran larutan gula, pupuk NPK, dan pupuk urea untuk nutrisi *Saccharomyces cerevisiae***. Tujuan penelitian ini adalah untuk memastikan bagaimana volume starter dan durasi fermentasi memengaruhi produksi bioetanol. Kulit ubi jalar ungu direbus dalam penelitian ini selama 60 menit pada suhu 70°C menggunakan HCl 5%. Selanjutnya, 50 mL, 60 mL, 70 mL, dan 80 mL starter ditambahkan, diikuti dengan fermentasi selama tiga, empat, lima, dan enam hari. Kertas saring digunakan sebagai alat untuk proses penyaringan setelah fermentasi selesai. Proses distilasi memurnikan hasil. Jumlah etanol yang dihasilkan meningkat dengan waktu fermentasi yang lebih lama dan lebih banyak starter yang digunakan, menurut data. Setelah enam hari fermentasi dengan volume awal 80 mL, 48% etanol diproduksi.

Kata Kunci: Bioetanol, Destilasi, Fermentasi, Hidrolisis, Kulit Ubi Jalar Ungu.

DOI: <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i4.17327>

1. Pendahuluan

Karena populasi global yang terus melonjak naik, mengakibatkan konsumsi bahan bakar juga meningkat. karena bahan bakar adalah sumber utama kehidupan, tetapi ketersediaannya semakin berkurang. Dikarenakan bahan bakar termasuk dalam

kategori energi yang tidak dapat diperbarui. Dengan demikian, saatnya untuk menemukan solusi dan menemukan sumber energi yang dapat diperbaharui yang tidak bergantung pada minyak bumi. Bioetanol adalah satu bagian dari banyak bahan bakar energi alternatif yang tersedia di dasarnya (Manurung et al., 2016)

Bioetanol yang berasal dari tumbuhan merupakan bahan bakar berkelanjutan yang memiliki kapasitas untuk menurunkan emisi karbon dioksida (CO₂) hingga 18 persen. Balai Besar Teknologi Pati (B2TP) menjelaskan bahwa bioetanol berasal dari tiga golongan tumbuhan, yaitu tumbuhan yang kaya akan pati (seperti singkong, kelapa sawit, tengkawang, kelapa, randu, jarak pagar, rambutan, sirsak, malapari, dan nyamplung), dan tumbuhan yang mengandung banyak gula (seperti tetes tebu, nira aren, dan nira tebu) (Wusnah et al., 2016). Biofuel menawarkan beberapa keunggulan, seperti dapat diperbarui, ramah lingkungan, mudah terurai secara hayati, mampu menurunkan emisi gas rumah kaca, dan menjamin ketersediaan bahan baku yang stabil (Fitria & Lindasari, 2021).

Ubi jalar merupakan salah satu jenis bahan baku nabati yang tidak bersaing dengan sumber pangan pokok masyarakat. Umumnya, masyarakat mengolah keripik ubi jalar dengan cara membuang kulitnya setelah dikupas. Kulit ubi jalar, dengan kandungan pati atau karbohidrat sebesar 27,9 gram per 100 gram berat, dapat dimanfaatkan secara efektif sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Namun demikian, pengetahuan masyarakat umum masih kurang (Gustina & Bahri, 2022)

(Kalsum et al., 2022) melakukan penelitian yang menemukan bahwa kombinasi kultur *Rhizopus oryzae* dan *Saccharomyces cerevisiae* berpengaruh terhadap produksi bioetanol dari ubi jalar (*Ipomoea batatas* L). Setelah masa fermentasi selama lima hari, konsentrasi bioetanol mencapai 2,65%. Menurut (Zulfikar, 2016) bioetanol dapat diproduksi dari bahan alami yang mengandung komponen pati. Suatu percobaan menunjukkan bahwa proses fermentasi kulit ubi jalar merah dengan ragi pita menghasilkan laju produksi bioetanol sebesar 67,00%.

Selain itu, penelitian (Saputri, 2010) menunjukkan bahwa konversi kulit ubi jalar putih menjadi bioetanol melibatkan hidrolisis, fermentasi, dan distilasi, sehingga menghasilkan etanol tak berwarna dengan kemurnian 98,94%. Pada penelitian (Bahri Syamsul et al., 2018), menunjukkan bahwa proses hidrolisis dengan konsentrasi asam klorida 7% menghasilkan kadar glukosa 54,1% pada hari kelima, disertai pembentukan urea sebanyak 5 gram. Hal ini dicapai dengan melakukan distilasi campuran selama 2 jam pada suhu 90°C. Konsentrasi etanol yang paling baik diperoleh melalui proses fermentasi ragi *Saccharomyces cerevisiae* pada konsentrasi 30%.

Penulis ingin melakukan penelitian tentang pembuatan bioetanol karena potensi ubi jalar ungu dengan cara hidrolisis kemudian difermentasi menggunakan variasi starter yang berisi campuran mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*, larutan gula, pupuk NPK, dan pupuk urea selama waktu yang telah divariasikan yaitu 3, 4, 5, dan 6 hari, kemudian di distilasi. Penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya, yang belum pernah dilakukan adalah **menggunakan campuran larutan gula, pupuk NPK, dan pupuk urea untuk nutrisi *Saccharomyces cerevisiae*.**

Ubi jalar ungu kaya akan karbohidrat dan kalori. Dengan demikian, ubi jalar juga digunakan sebagai sumber makanan utama di beberapa daerah. Ubi jalar sangat kaya akan mineral dan vitamin. Unsur-unsur yang ditemukan dalam ubi jalar meliputi zat besi (Fe), fosfor (P), dan kalsium (Ca), bersama dengan vitamin C dan vitamin A, yang kaya akan beta-karoten. Ubi jalar juga merupakan sumber tiamin (vitamin B1) dan riboflavin yang baik. Ubi jalar juga mengandung abu, lemak, dan serat kasar (Gustina & Bahri, 2022)

Bioetanol yang diperoleh harus mematuhi standar yang ditetapkan oleh SNI untuk bahan bakar bioetanol. Akibatnya, kriteria pengujian bioetanol harus menilai karakteristik fisiknya. Tabel 2 menampilkan parameter bioetanol sebagaimana diuraikan dalam standar SNI 7390:2008 (BSN, 2012)

Tabel 1 Spesifikasi Uji Bioetanol Sesuai SNI 7390:2008

No	Sifat	Unit. Min/Maks	Spesifikasi
1.	Kadar etanol	%-v, min	99,5 (sebelum denaturasi), 94,0 (setelah denaturasi)
2.	Kadar air	%-v, maks	1
3.	Kadar denaturasi	%-v, min %-v, maks	2 5
4.	Kadar tembaga (Cu)	mk/kg, maks	0,1
5.	Densitas 25°C	g/mL	0,786
6.	Keasaman sebagai CH ₃ COOH	mg/l, maks	30
7.	Tampakan		Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran
8.	Kadar ion klorida (Cl)	mg/l, maks	40
9.	Kandungan belerang (S)	mg/l, maks	50
10.	Kadar getah (gum), dicuci	mg/100 mL, maks	5,0
11.	pH		6,5-9,0

(Sumber: (BSN, 2012).

2. Bahan dan Metode

Adapun bahan dan metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

2.1 Bahan dan Alat

2.1.1 Bahan

Adapun beberapa bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit ubi jalar ungu, *aquadest*, pupuk NPK, pupuk urea, *saccharomyces cerevisiae*, HCl 5%, NaOH 5%, gula.

2.1.2 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, blender, *erlenmeyer*, *hot plate*, neraca analitik, corong, labu ukur 500 mL, pipet volume 10 mL, *beaker glass*, termometer, pH meter, piknometer, *alcoholmeter*, *stopwatch*, seperangkat alat distilasi.

2.2 Metode Penelitian

Pertama, penelitian dimulai dengan pembuatan starter. Kedalam wadah dimasukkan larutan gula, pupuk NPK, pupuk urea, dan ragi fermipan, Kemudian diletakkan ditempat yang tidak terkena cahaya selama 24 jam untuk mengaktifkan mikroba yang terdapat dalam ragi. Kemudian tahap kedua persiapan bahan baku, kulit ubi jalar ungu dicuci bersih dan dipotong kecil ± 2 cm. Selanjutnya, kulit ubi jalar ungu mengalami proses pengeringan dengan sinar matahari selama 24 jam, diikuti dengan perlakuan selama 6 jam dalam oven pada suhu 50°C untuk memudahkan penguapan air dari ubi jalar ungu. Setelah kulit ubi jalar ungu kering, kulit tersebut dihaluskan menggunakan blender dan kemudian disaring melalui saringan 80 grit.

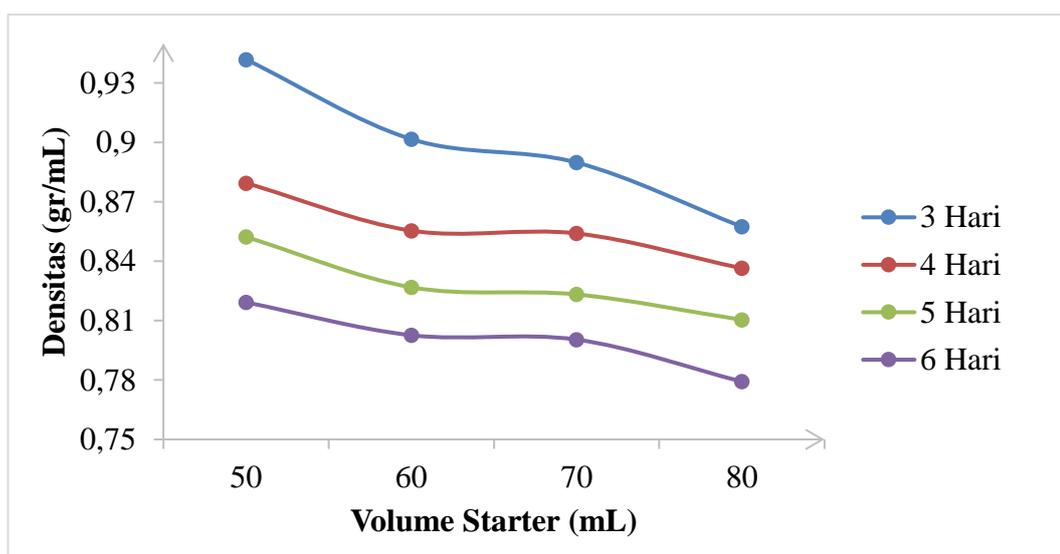
Selama proses hidrolisis, tepat 50 gram tepung kulit ubi jalar ungu diukur dan ditempatkan dalam labu leher tiga. Selanjutnya, total 100 mL air suling dan asam klorida (HCl) 5% dimasukkan ke dalam campuran, yang kemudian mengalami pemanasan selama 60 menit pada suhu 70°C. Kemudian, ramuan tersebut dibiarkan dingin hingga suhu lingkungan 30°C dan kemudian mengalami penyaringan. Pada langkah keempat, campuran yang telah disaring ditempatkan dalam wadah fermentasi dan starter ditambahkan dalam jumlah yang bervariasi (50 mL, 60 mL, 70 mL, 80 mL). Campuran tersebut kemudian difermentasi selama durasi yang bervariasi (3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari). Setelah difermentasi, bioetanol didistilasi untuk memisahkan etanol dan air pada suhu 89°C selama 120 menit. Setelah didistilasi, dilakukan Analisa terhadap bioetanol. Analisa yang dilakukan adalah analisa densitas, pH, kadar air, dan kadar bioetanol.

3. Hasil dan Diskusi

Tujuan dari proyek ini adalah untuk mengubah sisa kulit ubi jalar ungu menjadi bioetanol. Diharapkan bioetanol ini akan berfungsi sebagai bahan bakar pengganti. Penelitian ini menggunakan penyesuaian volume starter dan durasi fermentasi untuk memeriksa pengaruhnya terhadap kepadatan, pH, kadar air, dan kuantitas bioetanol yang dihasilkan. Temuan penelitian tentang produksi bioetanol adalah sebagai berikut:

A. Pengaruh waktu fermentasi dan volume starter terhadap densitas bioetanol

Adapun pengaruh waktu fermentasi dan volume starter terhadap densitas bioethanol dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik Hubungan antara Waktu Fermentasi dan Volume Starter terhadap Densitas Bioetanol.

Kepadatan didefinisikan sebagai rasio massa suatu objek terhadap volumenya. Gambar 1 menunjukkan korelasi negatif antara durasi fermentasi dan kepadatan bioetanol, yang menunjukkan bahwa periode fermentasi yang lebih lama yaitu 6 hari menghasilkan penurunan konsentrasi bioetanol. Peningkatan durasi fermentasi menyebabkan proliferasi mikroorganisme yang lebih tinggi, yang mengakibatkan pemecahan sejumlah besar polimer karbohidrat menjadi alkohol. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Allo Padang

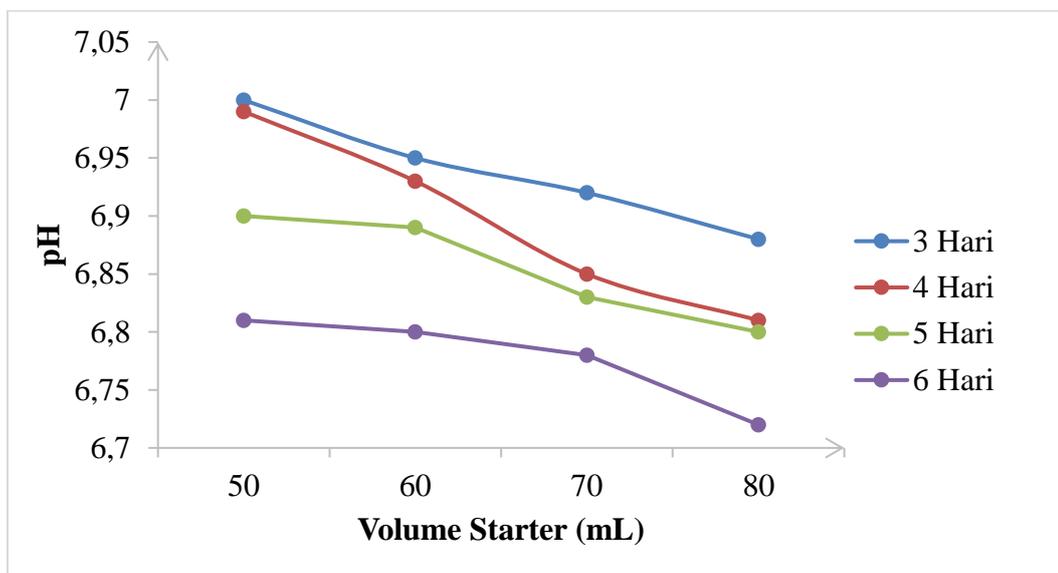
& Rachmanto, 2019) yang menunjukkan bahwa peningkatan durasi fermentasi menyebabkan penurunan kepadatan sampel.

Peningkatan jumlah starter mengakibatkan penurunan kepadatan. Hal ini terjadi karena proses metabolisme *Saccharomyces cerevisiae*, di mana glukosa diubah menjadi etanol. Jumlah starter yang diberikan secara langsung memengaruhi produksi etanol. Jumlah starter yang lebih besar akan menghasilkan rendemen etanol yang lebih tinggi, sedangkan jumlah starter yang lebih kecil akan menghasilkan rendemen etanol yang lebih rendah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Solihat et al., 2020), terdapat korelasi antara jumlah ragi yang digunakan dan nilai kepadatan yang dihasilkan. Seiring dengan bertambahnya jumlah bakteri, proses pemecahan karbohidrat menjadi alkohol menjadi lebih jelas. Seiring dengan meningkatnya produksi alkohol, kepadatan bioetanol yang dihasilkan menurun.

Penelitian menemukan bahwa kepadatan terendah, diukur pada 0,779 gr/mL, dicapai setelah 6 hari fermentasi dengan menggunakan volume awal 80 mL. Kepadatan maksimum 0,9418 gr/mL dicapai setelah 3 hari fermentasi dengan menggunakan volume awal 50 mL. Seiring dengan bertambahnya durasi fermentasi dan volume awal, kepadatan yang dicapai menurun. Badan Standardisasi Nasional Indonesia (BSNI) menetapkan kepadatan bioetanol sebesar 0,786 gr/mL. Berdasarkan penelitian, kepadatan yang paling mendekati standar BSNI dicapai setelah 6 hari fermentasi dengan volume awal 80 mililiter, sehingga menghasilkan kepadatan 0,8804 gr/mL dan 0,779 gr/mL.

B. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Starter Terhadap pH Bioetanol

Adapun Pengaruh waktu fermentasi dan volume starter terhadap pH bioetanol dapat dilihat pada Gambar 2.



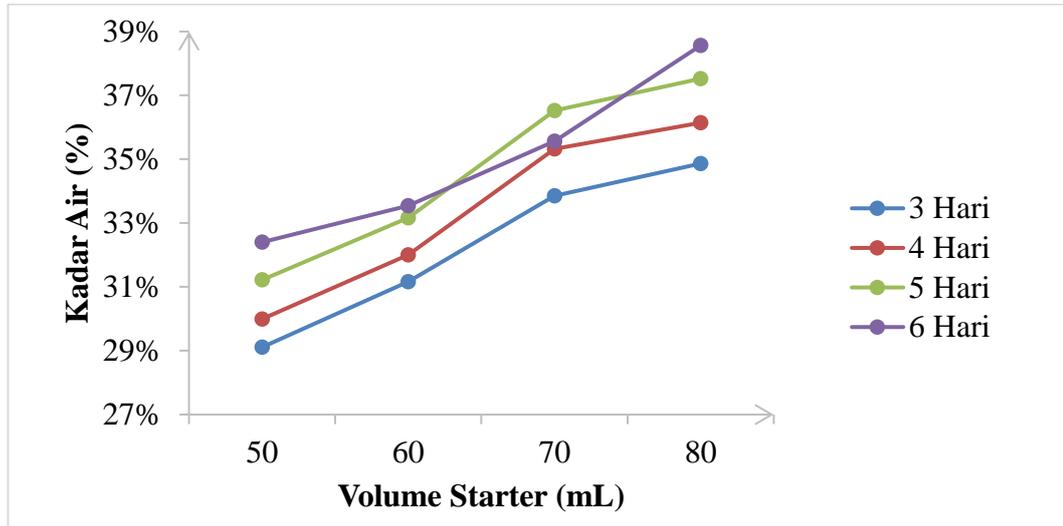
Gambar 2 Grafik Hubungan antara Waktu Fermentasi dan Volume Starter Terhadap pH Bioetanol

Biosintesis piruvat yang berlangsung selama proses fermentasi, yang menghasilkan produksi senyawa asam termasuk asam butirat, asam asetat, aseton, asetaldehida, dan alkohol, adalah apa yang menyebabkan temuan pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 2. Akibatnya, periode fermentasi yang lebih lama menghasilkan kandungan produk yang lebih tinggi dan pH atau keasaman yang lebih rendah. Hal ini konsisten dengan teori (Zulfikar, 2016) bahwa asam piruvat diproduksi selama fermentasi anaerobik dan kemudian diubah menjadi asam asetat, etanol, dan CO₂ ketika pH turun.

pH berkurang sebanding dengan volume awal. Hal ini disebabkan oleh peningkatan ragi dalam starter, yang memecah glukosa menjadi etanol dan sejumlah produk asam lainnya. Lebih banyak starter ditambahkan, yang menghasilkan peningkatan produksi asam dan etanol. Dalam penyelidikan ini, pH terendah—6,7—dicapai setelah enam hari fermentasi dengan 80 mL starter. Namun, setelah tiga hari fermentasi dan penambahan 50 mL starter, pH maksimum 7,00 tercapai. Standar Nasional Indonesia (SNI) menyatakan bahwa bioetanol harus memiliki pH antara 6,5 dan 9,0; pH penelitian menghasilkan pH yang memenuhi standar ini.

C. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Starter Terhadap Kadar Air Bioetanol

Adapun Pengaruh waktu fermentasi dan volume starter terhadap kadar air bioetanol dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Hubungan antara Waktu Fermentasi dan Volume Starter Terhadap Kadar Air Bioetanol

Untuk menentukan kadar air, berat awal produk fermentasi dibagi dengan berat awal dan dikurangi dengan berat akhir setelah distilasi. Gambar 3 mengilustrasikan bagaimana lamanya fermentasi menyebabkan peningkatan kadar air dalam bioetanol. Namun, kadar air tidak terlalu terpengaruh oleh lamanya proses fermentasi. Kadar air pada starter memengaruhi penambahan starter karena mengandung air.

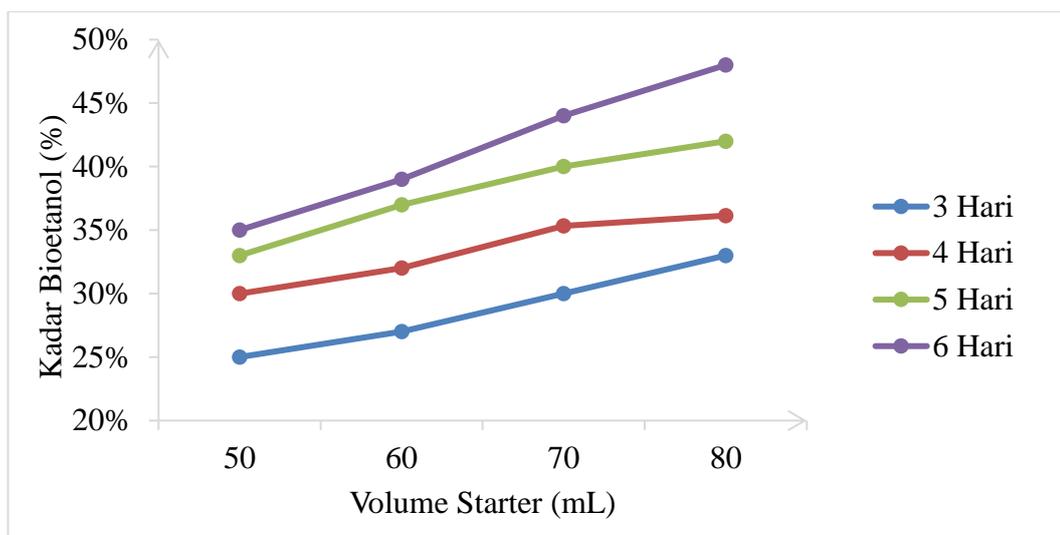
Semakin banyak starter yang digunakan, semakin banyak etanol yang dihasilkan karena starter mengandung air. Kadar air yang dihasilkan dari perubahan volume awal yang berbeda ditemukan sebesar 39% pada periode fermentasi enam hari dan volume starter 80 mL, dan 29% pada waktu fermentasi tiga hari dan volume starter 50 mL.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kadar air bioetanol kurang dari standar maksimum 1% untuk kualitas bioetanol. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa etanol yang dihasilkan masih diencerkan dengan air, sehingga kurang murni. Karena metode distilasi standar yang digunakan, etanol yang dihasilkan

dari limbah kulit ubi jalar ungu masih mengandung sejumlah besar air karena perubahan periode fermentasi dan volume starter (Saputri Ire Resdiana, 2010).

D. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Starter Terhadap Kadar Bioetanol

Adapun Pengaruh waktu fermentasi dan volume starter terhadap kadar bioetanol dapat dilihat pada Gambar 4..



Gambar 4 Grafik Hubungan antara Waktu Fermentasi dan Volume Starter Terhadap Kadar Bioetanol

Gambar 4 mengilustrasikan bahwa semakin lama periode fermentasi, semakin tinggi konsentrasi bioetanol. Berdasarkan uji karakteristik kandungan bioetanol, kandungan bioetanol tertinggi sebesar 48% dicapai selama durasi fermentasi enam hari dan volume awal 80 mL. Konsentrasi bioetanol terendah sebesar 29% dicapai selama tiga hari fermentasi dan volume awal 50 mL. Output bioetanol sangat dipengaruhi oleh fase fermentasi. Hal ini dikarenakan *Saccharomyces cerevisiae* membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengubah glukosa menjadi etanol. *Saccharomyces cerevisiae* harus melalui fase pertumbuhan selama fermentasi sebelum siap untuk memfermentasi glukosa menjadi alkohol.

Tanda pertama perkembangan adalah pertumbuhan berat dan volume sel. Setelah itu, sel-sel berkembang biak dengan cepat untuk menciptakan populasi besar yang siap untuk mengubah glukosa menjadi alkohol. Perkembangan ini

dipengaruhi oleh medium dan lingkungan sekitarnya. Kapasitas *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengubah glukosa atau substrat saat ini menjadi alkohol meningkat dengan periode fermentasi yang lebih lama. Menurut penilaian (Wusnah et al., 2016) lamanya fermentasi meningkatkan populasi dan pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*. Demikian pula, semakin banyak volume starter yang ditambahkan, semakin tinggi jumlah bioetanol yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh adanya ragi dalam starter, yang mengubah glukosa menjadi alkohol; jadi, semakin banyak ragi yang ada, semakin banyak bioetanol, atau alkohol, yang diproduksi.

4. Simpulan

Adapun kesimpulan yang di dapat berdasarkan hasil dan pembahasan, yaitu sebagai berikut:

1. Penambahan volume starter dan waktu fermentasi yang lebih lama menghasilkan tingkat produksi bioetanol yang lebih tinggi.
2. Penambahan 80 mL starter pada hari fermentasi keenam menghasilkan konsentrasi bioetanol tertinggi, yaitu 48%.
3. Jika volume starter tambahan ditambahkan dan periode fermentasi diperpanjang, densitas bioetanol akan lebih rendah. Densitas bioetanol dalam penelitian ini, yaitu 0,779 gr/mL, paling mendekati SNI selama durasi fermentasi 6 hari dengan volume awal 80 mL.
4. pH yang lebih rendah merupakan konsekuensi dari durasi periode fermentasi dan jumlah starter yang digunakan. Bioetanol yang dihasilkan memiliki pH antara 6,72 dan 7,0, yang sejalan dengan kisaran yang direkomendasikan SNI yaitu 6,5 hingga 9,0.
5. Kadar air yang dihasilkan menurun dengan waktu fermentasi dan volume awal yang lebih lama. Kadar air yang diamati masih berbeda secara signifikan dari standar nasional untuk Indonesia.

5. Daftar Pustaka

- Allo Padang, Y., & Rachmanto, T. (2019). Pengaruh Perbandingan Massa Ragi (Turbo Yeast) dan Volume Starter Terhadap Kadar, Volume dan Sifat Fisik dari Alkohol yang Dihasilkan dari Nira Batang Sorgum The effect of yeast mass (turbo yeast) rationand starter volume to the content, volume and physical properties of alcohol produced from sorgum stem roomie *Dinamika Teknik Mesin* 9(2) (2019) 1-13. *Dinamika Teknik Mesin*, 9(2).
- Bahri Syamsul, Aji Amri, & Yani Fadlina. (2018). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 85–100.
- BSN. (2012). *Bioetanol terdenaturasi untuk gasohol*.
- Fitria, N., & Lindasari, E. (2021). *Optimasi Perolehan Bioetanol dari Kulit Nanas (Ananas cosmosus) dengan Penambahan Urea, Variasi Konsentrasi Inokulasi Starter dan Waktu Fermentasi*.
- Gustina, M., & Bahri, S. (2022). PENGARUH LAMA WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL DARI PATI UBI JALAR UNGU (*Ipomea batata L.*). In *Chemical Engineering Journal Storage* (Vol. 2, Issue 2).
- Kalsum, U., Safitri, L., Program,), & Kimia, S. T. (2022). *PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT PISANG RAJA SECARA FERMENTASI MENGGUNAKAN Saccharomyces cerevisiae PRODUCTION OF BIOETHANOL FROM PLAINTAIN PEEL BY FERMENTATION USING Saccharomyces cerevisiae* (Vol. 13, Issue 01).
- Manurung, M. M., Handayani, G., & Herlina, N. (2016). *PEMBUATAN BIOETANOL DARI NIRA AREN (Arenga pinnata Merr) MENGGUNAKAN Saccharomyces cerevisiae BIOETHANOL PRODUCTION FROM PALM JUICE (Arenga pinnata Merr) USING Saccharomyces cerevisiae*. In *Jurnal Teknik Kimia USU* (Vol. 5, Issue 4).
- Saputri Ire Resdiana. (2010). *PEMBUATAN BIOETANOL DARI UBI JALAR PUTIH (Ipomoea batatas L.) MENGGUNAKAN FERMENTASI RAGI ROTI*.
- Solihat, I., Redjeki, S., Politeknik, S., Bogor, A., Pangeran, J., No, S., 283, T., Baru, B., Utara, J., & Barat, I. (2020). *PEMBUATAN BIOETANOL DARI BIJI BINTARO (CERBERA manghas Lin.) DENGAN PROSES*

FERMENTASI RAGI DAN HIDROLISIS DENGAN ASAM SULFAT (Vol. 44, Issue 2).

Wusnah, Bahri Samsul, & Hartono Dwi. (2016). PROSES PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT PISANG KEPOK (*Musa acuminata* B.C) SECARA FERMENTASI. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 57–65.

Zulfikar, dan. (2016). Proses Produksi Bioetanol dari Ubi Jalar Merah (*Ipomoea batatas*) Menggunakan Ragi Tape Process of Bioethanol Production from Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Using Tape Yeast. *Jurnal Agrium*, 13(1), 8–14.