

EFEK DURASI FERMENTASI TERHADAP KADAR ETANOL DARI KULIT PISANG RAJA (*Musa Acuminata*) DAN PISANG KEPOK (*Musa Paradisiaca L*)

Rahmadian Hoirunnisa^{1)□}, Khoirul Rista Abidin¹⁾, Fath Dwisari¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Politeknik 'Aisyiyah Pontianak
Jalan Jl. Ampera No. 9, Kec. Pontianak Kota, Kota Pontianak

□email : rahmadian140518@gmail.com

ABSTRAK

Limbah kulit pisang pada umumnya hanya dibuang begitu saja, hal ini tentu akan menimbulkan masalah lingkungan dalam waktu yang relative lama. Disisi lain, limbah kulit pisang dapat menjadi bahan baku pembuatan etanol, khususnya kulit pisang raja dan pisang kepok. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh durasi fermentasi terhadap kadar etanol dan perbedaan kadar etanol yang dihasilkan oleh kulit pisang raja dan kulit pisang kepok. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah hidrolisis asam dan fermentasi, kemudian hasil fermentasi dianalisis kadar etanolnya menggunakan piknometer. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit pisang raja dan kulit pisang kepok. Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah kadar etanol yang dihasilkan dengan massa ragi yang sama namun durasi fermentasi yang berbeda yaitu 72 jam, 120 jam dan 168 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar etanol yang didapatkan pada waktu 120 mengalami peningkatan sedangkan pada 168 jam kadar etanol mengalami penurunan, dikarenakan pada waktu 168 jam perkembangan mikroorganisme sudah maksimum sehingga kadar etanol yang dihasilkan menurun. Hasil Penelitian dilakukan uji homogenitas dengan levene test dan normalitas menggunakan shapiro wilk, dilanjutkan pengujian non parametrik menggunakan kruskal wallis dan didapat hasil tidak ada perbedaan bermakna ($p > 0,05$) kadar etanol antar semua kelompok.

Kata Kunci : Fermentasi, Pisang Kepok, Pisang Raja.

ABSTRACT

Banana peel waste is generally just thrown away, this will certainly cause environmental problems in a relatively long time. On the other hand, banana peel waste can be used as raw material for ethanol production, especially plantain and kepok banana peels. This study aims to determine the effect of duration which is influenced by ethanol levels and differences in ethanol levels produced by plantain peels and kepok banana peels. The method used in this study was acid hydrolysis and combustion, then the results of the boiling were analyzed for ethanol content using a pycnometer. The samples used in this study were plantain peels and kepok banana peels. The variables observed in this study were the ethanol content produced with the same yeast mass but different boiling durations, namely 72 hours, 120 hours and 168 hours. The results showed that the ethanol content obtained at 120 hours increased while at 168 hours the ethanol content decreased, because at 168 hours the development of microorganisms was maximized so that the resulting ethanol content decreased. The results of the study were tested for homogeneity with the Levene test and normality using Shapiro Wilk, followed by non-parametric testing using Kruskal Wallis and the results showed that there was no significant difference ($p > 0.05$) in ethanol levels between all groups.

Keywords : Fermentation, Kepok Banana, King Banana

PENDAHULUAN

Buah pisang (*Musa sp*), sangat melimpah di Indonesia, namun, pengelolaan limbah dari kulit buahnya masih belum dioptimalkan. Pemanfaatan limbah kulit pisang di sektor industri masih terbatas, dan sejauh ini, lebih banyak yang dimanfaatkan adalah buah pisangnya (Fatchurohmah & Meliala, 2017).

Pada tahun 2018, produksi pisang di Indonesia mencapai 7.264.383 ton (BPS, 2019). Sementara itu, tahun 2019, produksi pisang di Indonesia meningkat sebanyak 160 ton, sehingga jumlah totalnya menjadi 7.264.543 ton (BPS, 2020). Kulit pisang, yang beratnya sekitar sepertiga dari berat buah utuh sebelum dikupas, diperkirakan mencapai 2.421.461 ton per tahun, berdasarkan jumlah produksi pisang di Indonesia. Sayangnya, kulit pisang seringkali hanya dijadikan untuk tambahan pakan ternak atau dibuang menjadi limbah organik (Tritanti & Pranita, 2015).

Limbah kulit pisang yang terbuang secara sembarangan dapat meningkatkan polusi di lingkungan, berpotensi membahayakan makhluk lain, karena saat panen, sebagian besar bagian pisang seperti kulit, batang, dan daun (sekitar 80%) dibuang tanpa pengolahan lebih lanjut. Selain itu, masyarakat banyak mengonsumsi pisang dalam kehidupan sehari-hari seperti membuat gorengan, kolak pisang dan sebagainya kemudian membuang begitu saja limbah kulit pisang. Hal ini juga sesuai dengan pengamatan peneliti bahwa limbah pisang yang digunakan masyarakat dibuang begitu saja sehingga menimbulkan limbah kulit pisang yang berserakan dan membusuk yang akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Maka diperlukan tindakan untuk mengelola limbah kulit pisang agar dapat dimanfaatkan dengan baik dan memiliki nilai tambah (Nasir et al., 2014).

Diketahui juga bahwa Allah SWT tidak pernah menciptakan suatu makhluk tanpa alasan dan pasti bermanfaat untuk satu sama lain. Buah pisang yang umumnya dijumpai di Indonesia, seperti pisang raja dan pisang kepok, mengandung berbagai senyawa kimia, termasuk alkaloid, terpenoid, sterol, dan flavonoid (Rastogi dan Mehrota, 1999 dalam Ningsih & Agustien, 2013).

Pisang Kepok, juga dikenal sebagai *Musa Paradisiaca L*, memiliki buah pipih dengan kulit tebal yang berubah menjadi kuning saat matang, memberikan rasa yang lebih enak dan disukai banyak orang. Penelitian pada tahun 1988 menunjukkan bahwa kulit pisang Kepok kuning mengandung senyawa seperti saponin, alkaloid, tannin, kuinon, dan flavonoid yang dapat berperan sebagai agen antifungi. Karena kulit pisang mengandung pati dan selulosa, mikroorganisme dapat mengubah selulosa menjadi glukosa (Munadjim, 1983 dalam Saraswati, 2015).

Etanol adalah produk dari proses fermentasi gula yang berasal dari karbohidrat, seperti pati atas bantuan mikroorganisme seperti *Saccharomyces cerevisiae*. Kebutuhan akan etanol semakin meningkat dengan pertumbuhan industri di Indonesia, di mana etanol digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk sebagai bahan bakar, alat pemanas, pelarut kimia, dan dalam pembuatan obat-obatan (Schlegel, 1994 dalam Martiningsih, 2007).

Penggunaan etanol, terutama sebagai alternatif bahan bakar, menjadi solusi untuk menghadapi krisis energi saat ini. Dengan kebutuhan energi yang terus meningkat dan ketersediaan bahan bakar konvensional yang semakin berkurang, diperlukan pilihan sumber energi yang baru.

Proses produksi etanol dari pati atau tanaman yang mengandung karbohidrat melibatkan tahap-tahap seperti hidrolisis asam dan konversi enzimatik karbohidrat menjadi gula atau glukosa. Hidrolisis enzimatik umumnya lebih digemari karena lebih berkelanjutan bagi ekosistem daripada menggunakan katalis asam. Glukosa yang dihasilkan kemudian diolah melalui proses fermentasi dengan penambahan ragi untuk menghasilkan etanol. Proses ini melibatkan mikroorganisme, terutama ragi, sebagai katalis dalam reaksi biokimia yang mengubah substrat organik.

Hasil penelitian oleh Melly et al., pada tahun 2015 menunjukkan bahwa etanol dapat dihasilkan melalui fermentasi karbohidrat dengan bantuan mikroorganisme. Bahan yang mengandung glukosa bisa langsung difermentasi menjadi etanol. Namun, untuk bahan dengan gula kompleks seperti disakarida, pati, atau karbohidrat, perlu mengalami hidrolisis terlebih dahulu menjadi gula sederhana, yakni monosakarida. Dengan demikian, sebelum memulai proses fermentasi, langkah awal dalam perlakuan bahan sangat penting.

Hidrolisis merupakan reaksi kimia dengan air dan zat lain yang menghasilkan senyawa baru atau mengurai senyawa tertentu. Untuk mempercepat reaksi hidrolisis, sering digunakan katalisator seperti asam sulfat dan asam klorida. Proses fermentasi yang digunakan adalah anaerobik, artinya tanpa oksigen, dengan menggunakan mikroorganisme seperti ragi yang dapat berasal dari sumber makanan dan diinokulasikan.

Hidrolisis dengan bantuan asam lebih sering digunakan daripada enzim karena enzim cenderung mahal dan sulit ditemukan. Penggunaan enzim seperti amilase dalam hidrolisis asam bertujuan untuk menghasilkan lebih banyak etanol.

Dengan latar belakang ini, peneliti merasa mendorong untuk melakukan penelitian terkait Efek Durasi Fermentasi Terhadap Kadar Etanol Dari Kulit Pisang Raja (*Musa Acuminata*) Dan Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif desain experimental. Penelitian eksperimental laboratorium adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2011 dalam Larasati et al., 2020). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah hidrolisis asam dan fermentasi. Hidrolisis adalah suatu proses antara pati dengan air dimana pati akan terurai menjadi monosakarida atau glukosa (Tri Retno & Nuri, 2011) sedangkan fermentasi adalah sebuah proses perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan dari metabolisme mikroorganisme (Ketut, 2019 dalam Utami, 2023).

Subjek Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kulit pisang raja dan kulit pisang kepok yang terdapat di toko buah Kota Pontianak, Kalimantan Barat. Sampel yang digunakan adalah kulit pisang raja dan kulit pisang kepok. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* Sampel dengan kriteria : Kulit pisang raja dan kulit pisang kepok yang diperoleh dari wilayah Pontianak Tidak menggunakan karbit dalam proses pematangannya. Kulit pisang yang sudah matang namun belum membusuk

Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini terdiri dari 4 tahap meliputi preparasi sampel, hidrolisis asam, fermentasi, dan analisis kadar etanol. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah Pisau, blender, neraca analitik, spatula, batang pengaduk, corong, kertas saring, erlenmeyer, labu ukur, beaker glass, ph meter, pipet ukur, bulb, piknometer, destilasi sederhana, gelas arloji. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah kulit pisang raja, kulit pisang kepok, aquadest, NaOH 25%, H₂SO₄, ragi, enzim amilase 0,5M, dan aquadest

1) Preparasi Sampel

- a) Kulit pisang disortir untuk mendapatkan bagian kulit pisang yang baik yaitu kulit pisang yang sudah matang namun belum membusuk
- b) Kulit pisang kemudian di potong kecil-kecil
- c) Untuk variabel kulit pisang yang kering, kulit pisang raja dijemur selama ± 14 hari hingga benar-benar kering atau di oven.
- d) Kulit pisang yang sudah kering dihaluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi tepung kulit pisang.
- e) Hasil tepung kulit pisang kemudian di ayak dengan ayakan dan disimpan pada tempat tertutup, kering dan bersih.

2) Hidrolisis Asam

- a) Kulit pisang ditimbang sebanyak 25 gram
- b) Ditambahkan enzim amilase 0,5M sebanyak 0.5 ml ke kulit pisang.
- c) Ditambahkan H₂SO₄ 0.5 M sebanyak 100 ml
- d) Kemudian di hidrolisis dengan cara di diamkan selama 120 menit
- e) Kemudian hasil hidrolisis disaring dengan menggunakan kertas saring untuk memperoleh larutan gula sederhana (glukosa).
- f) Kemudian diukur pH larutan glukosa yaitu antara 4-5 di mana pH dinetralkan dengan larutan NaOH 25%.

3) Fermentasi

- a) Fermentasi dengan menambahkan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan berat ragi 3,6 gr di dalam erlenmeyer dengan variasi waktu fermentasi selama 72 jam, 120 jam dan 168 jam.
- b) Hasil fermentasi disaring.

4) Analisis Kadar Etanol

- a) Hasil filtrat lalu ditambahkan 100 ml aquadest

- b) Suhu distilasi diatur sesuai dengan titik didih etanol yaitu sebesar $\pm 78^{\circ}\text{C}$. Hasil dari distilasi ditampung dengan Erlenmeyer. Distilasi dianggap selesai jika dalam 15 menit tidak ada tetesan lagi
- c) Dinginkan pada suhu ruang
- d) Jika hasilnya tidak berwarna, volatil, berbau khas maka itu hasil yang didapat adalah etanol
- e) Kemudian ditimbang dengan menggunakan piknometer untuk diukur berat jenis etanol yang terbentuk.
- f) Lakukan perhitungan :
- Timbangan piknometer kosong = A gram
 Timbangan piknometer isi = B gram
 Volume piknometer = 25 ml
 Menghitung berat jenis (p)

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{(\text{berat pikno isi} - \text{berat pikno kosong}) \text{ gr}}{10 \text{ ml}}$$

NPP. 6171052A2000001

- g) Setelah diketahui p hitung rata-rata kadar etanol yang didapat

Teknik Pengumpulan Data

Dilakukan pengcodingan disesuaikan dengan jenis sampel dan disesuaikan dengan masing-masing limbah kulit pisang raja dan limbah kulit pisang kepok. Dari hasil penelitian data limbah kulit pisang raja dan limbah kulit pisang kepok, dihitung dan ditulis dalam bentuk data, selanjutnya dimasukkan ke dalam bentuk tabel. Seluruh data disajikan dalam bentuk tabel hasil pengukuran kadar etanol pada limbah kulit pisang raja dan limbah kulit pisang kepok dengan massa ragi yang berbeda.

Teknik Analisis Data

Uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji Kruskal walis sebagai uji alternatif untuk uji One Way ANOVA jika asumsi kenormalan tidak terpenuhi. Kemudian dilanjutkan dengan uji Post Hoc untuk mengetahui lebih lanjut kelompok yang berbeda rata-rata nya bila pada pengujian ANOVA hasilnya ada perbedaan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

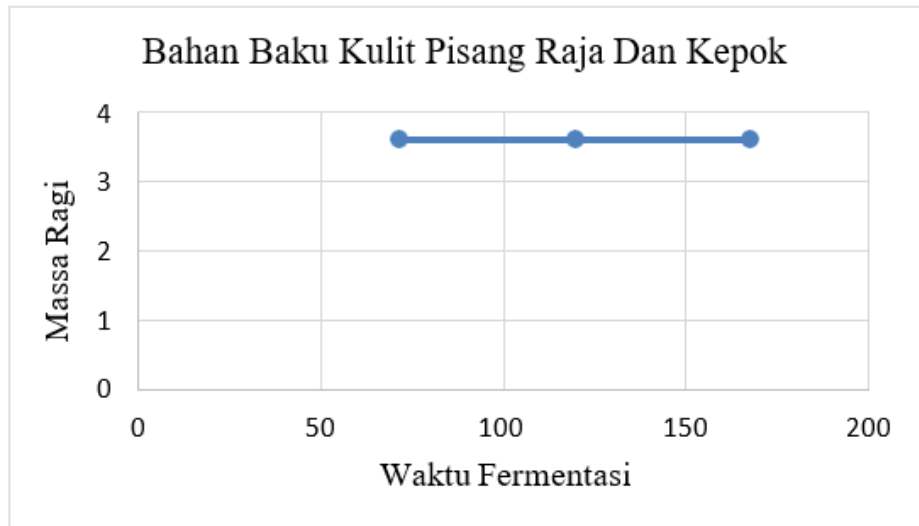
Hasil Penelitian

1. Hidrolisis asam

Tabel 1 Hidrolisis Asam menggunakan H_2SO_4 dan enzim amilase pada kulit pisang raja dan pisang kepok

Konsentrasi H_2SO_4	Konsentrasi Enzim Amilase	Hasil hidrolisis
0,5 M	0,5 ml	80 ml

2. Fermentasi



001

Gambar 1 Hubungan massa ragi dengan variasi waktu fermentasi pada bahan baku kulit pisang raja dan kepok

3. Analisis Kadar Etanol



POLITEKNIK 'AISYIYAH PONTIANAK

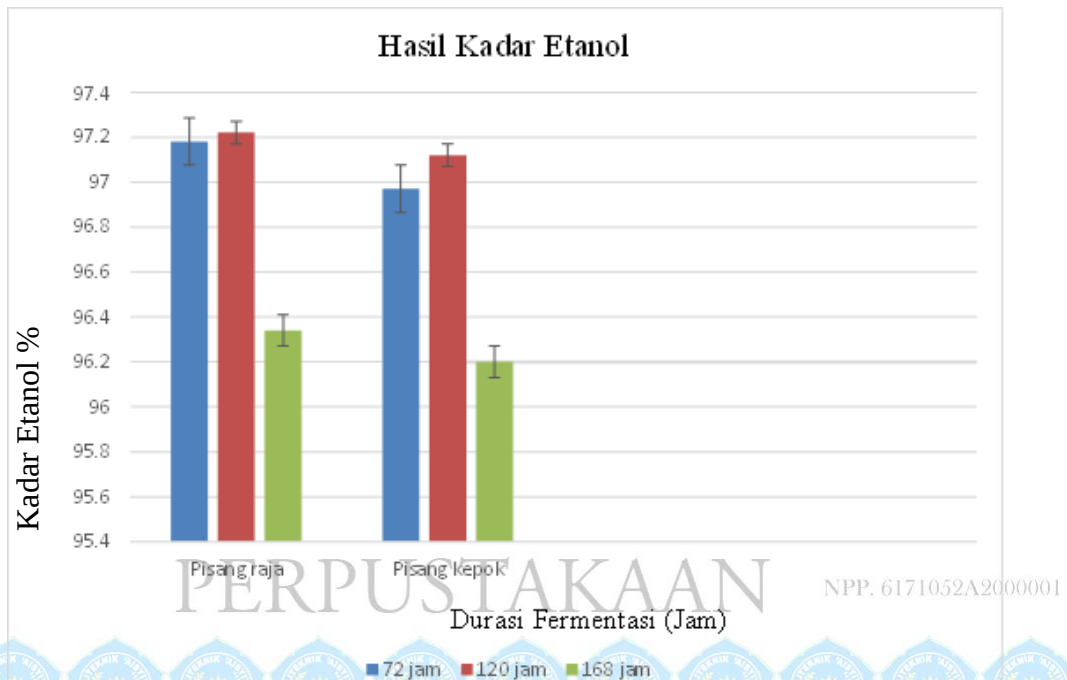
Tabel 2 Hasil perhitungan kadar etanol triplo dirata-ratakan

Sampel	Durasi Fermentasi	(n)	%
Pisang Raja	72 Jam	97.64	97.18
		97.84	
		96.08	
Pisang Kepok	72 Jam	97.76	96.97
		96.32	
		96.84	
Pisang Raja	120 Jam	97.12	97.22
		97.28	
		97.28	
Pisang Kepok	120 Jam	97.24	96.12
		97.12	
		97.02	
Pisang Raja	168 Jam	96.52	96.34
		96.02	
		96.48	
Pisang Kepok	168 Jam	95.72	96.2
		96.44	
		96.44	

Keterangan :

(n) ; jumlah pengulangan/sampel

(%) ; Banyaknya pengulangan atau sampel dalam persentase



Gambar 2 Diagram hasil uji bivariat mrnggunakan Kruskal Wallis Tidak terdapat perbedaan signifikan ($p > 0,05$) dalam kadar etanol antara semua kelompok.

Setelah melakukan analisis kadar etanol selanjutnya dilakukan uji homogenitas dengan levene test dan normalitas menggunakan shapiro wilk. Hasil uji menggunakan Shapiro Wilk diperoleh sebaran data tidak normal ($p < 0.05$). Oleh karena itu analisis bivariat dilanjutkan pengujian non parametrik menggunakan kruskal wallis dapat dilihat pada lampiran 4 dan didapat hasil tidak homogen atau signifikan sehingga pada penelitian ini didapat H_0 diterima.

Pembahasan

1. Hidrolisis Asam

Proses hidrolisis berlangsung selama 120 menit dan melibatkan penggunaan asam, khususnya asam sulfat, untuk mengubah polisakarida seperti pati dan selulosa dalam kulit pisang menjadi glukosa. Selain asam sulfat, penambahan 0,5 ml enzim amilase meningkatkan kadar etanol. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan jumlah enzim dapat meningkatkan kadar etanol. Hidrolisis enzim memiliki sejumlah keuntungan, termasuk mencegah degradasi gula, menjalankan proses pada suhu lebih rendah, potensial menghasilkan yield tinggi, dan biaya perawatan peralatan yang lebih rendah. Namun, penggunaan enzim juga mahal, dan penelitian terus dilakukan untuk mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi hidrolisis dan fermentasi (Isroi, 2008 dalam Zaenab, 2020).

2. Fermentasi

Sebelum fermentasi, disesuaikan pH larutan glukosa antara 4-5. Sesuai dengan Saroso (1998), pH yang optimal selama fermentasi etanol adalah 4-5. Fermentasi dilakukan dalam tiga periode berbeda: 72 jam, 120 jam, dan 168 jam, masing-masing dengan 3.6 gram ragi. Fermentasi berlangsung pada suhu ruangan, karena *Saccharomyces cerevisiae* berkembang paling baik pada suhu 25-30 °C

minimum dan 35-47 °C maksimum. Selama fermentasi, terjadi reaksi berikut:
S. cerevisiae



Hubungan massa ragi dengan variasi waktu fermentasi yang berbeda pada bahan baku kulit pisang raja dan kepok dapat dilihat pada tabel 2

3. Analisis Kadar Etanol

Hasil fermentasi yang didapat kemudian di destilasi untuk menghasilkan etanol. Destilat diuji menggunakan piknometer, Hasilnya dapat dilihat di Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4. Pengukuran dilakukan menggunakan piknometer berkapasitas 25 ml pada suhu ruang. Pada fermentasi peneliti melakukan 3 kali pengulangan dalam menghitung kadar etanol.

Pada pisang raja yang menggunakan waktu 72 jam kadar etanol yang dihasilkan pada kulit pisang raja sebesar 97.18% dan pada kulit pisang kepok kadar etanol yang dihasilkan sebesar 96.97%. Berdasarkan penelitian (Dilapanga et al., 2012) hasil kadar etanol pada 72 jam yang dihasilkan masih sedikit yaitu sebesar 4,17% karena *Saccharomyces cerevisiae* pada 72 jam masih dalam tahap adaptasi, sehingga produksi etanol yang dihasilkan masih terbatas. Hasil yang berbeda ini disebabkan karena pada penelitian peneliti menambahkan enzim amilase sedangkan pada penelitian (Dilapanga et al., 2012) tidak menambahkan enzim amilase.

Pisang raja yang menggunakan waktu 120 jam kadar etanol yang dihasilkan pada kulit pisang raja sebesar 97,22% dan pada kulit pisang kepok kadar etanol yang dihasilkan sebesar 97,12%. Berdasarkan penelitian (Dilapanga et al., 2012), pada waktu fermentasi hari ke 5, kadar etanol mencapai puncaknya sekitar 5,21% *Saccharomyces cerevisiae* berada dalam fase log di mana mereka mengonsumsi nutrisi dengan efisien.

Pisang raja yang menggunakan waktu 168 jam kadar etanol yang dihasilkan pada kulit pisang raja sebesar 96,34% dan pada kulit pisang kepok yang dihasilkan sebesar 96.2%. Berdasarkan penelitian (Dilapanga et al., 2012), Pada hari kelima fermentasi, tercapai kadar etanol tertinggi sebesar 3,00%. Selama 168 jam fermentasi, kadar etanol mengalami penurunan karena mikroorganisme berada dalam fase kematian, di mana glukosa dalam media hampir habis dan nutrisi semakin berkurang.

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa, kadar etanol tertinggi pada waktu 72 jam yaitu sebesar 97,18% pada pisang raja dan 96,97% pada pisang kepok. Kadar etanol mengalami kenaikan pada 120 jam yaitu mencapai 97,22% pada pisang raja dan

97,12% pada pisang kepok. Namun, pada 168 jam kadar etanol mengalami penurunan menjadi 96,34% pada pisang raja dan 96,2% pada pisang kepok. Hal ini disebabkan karena pada waktu 120 jam perkembangan mikroorganisme sudah maksimum sedangkan pada waktu fermentasi lebih dari 120 jam membuat mikroorganisme mengalami penurunan. Mikroorganisme mengalami penurunan kadar etanol karena biomassa mencapai konsentrasi maksimum (Suyandra, 2007).

Hasil penelitian sejalan dengan beberapa literatur, termasuk penelitian oleh Melly dkk. (2015), yang menunjukkan bahwa waktu fermentasi yang optimal adalah antara 120 hingga 168 jam. Ini sesuai dengan kurva pertumbuhan ragi, di mana

dalam 0-72 jam pertama ragi beradaptasi dengan lingkungan, kemudian dalam rentang 72-168 jam ragi mengalami pertumbuhan yang aktif untuk mengkonversi glukosa menjadi etanol secara efektif. Namun, setelah 168 jam, ragi memasuki fase akhir siklus hidupnya, yang menyebabkan penurunan kadar etanol. Temuan ini juga mendukung penelitian oleh Saddam dan Muhammad yang menunjukkan semakin lama fermentasi, kadar etanol meningkat, meskipun akan mengalami penurunan setelah minggu ketujuh dan seterusnya. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti pertumbuhan mikroorganisme dan nutrisi yang berkurang, serta sel yang berhenti membelah diri dan mencapai titik keseimbangan.

Pada uji destilasi ini peneliti mengalami keterbatasan alat dalam penelitian. Peneliti sudah melakukan percobaan destilasi menggunakan alat standar destilasi di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Pontianak, tetapi tidak didapatkan hasil destilasi nya. Penyebabnya diperkirakan karena faktor usia dari alat sehingga tidak ada hasilnya. Sehingga peneliti menggunakan alternatif dengan alat destilasi sederhana yaitu menggunakan kompor dan diperoleh hasil destilasi. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya agar dapat melanjutkan penelitian ini dengan menggunakan alat dan suhu semestisnya pada penelitian etanol.

Dalam penelitian ini peneliti juga tidak melakukan mengkajian lebih lanjut terhadap penurunan jumlah mikroorganisme. Oleh karena itu, hal ini menjadi kelemahan dalam penelitian ini dan memberikan peluang bagi peneliti selanjutnya untuk memperbaikinya.

Hasil penelitian yang telah kemudian dianalisis menggunakan uji Levene untuk menguji homogenitas serta uji normalitas menggunakan Shapiro Wilk, dilanjutkan pengujian non parametrik menggunakan Kruskal Wallis dapat dilihat pada lampiran 4 dan didapat hasil tidak homogen atau signifikan dikarenakan pada penelitian salah dalam prosedur kerja atau hal lain nya, sehingga pada penelitian ini didapat H_0 aktif.

SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi durasi fermentasi yang dilakukan pengulangan 3 kali dengan durasi fermentasi yaitu 72 jam pada kulit pisang raja didapatkan kadar etanol 97.18% dan pada kulit pisang kepok 96.97%. Diwaktu 120 jam pada kulit pisang raja didapatkan kadar etanol 97.22% dan kulit pisang kepok 97.12%. Pada waktu 168 jam didapatkan hasil kadar etanol kulit pisang raja 96.34% dan kulit pisang kepok 96.2%. Semakin lama waktu fermentasi maka kadar etanol yang dihasilkan semakin sedikit karena perkembangan mikroorganisme sudah mencapai maksimum, sehingga kadar etanol yang dihasilkan semakin menurun dan pada hasil uji menggunakan Shapiro Wilk diperoleh sebaran data tidak normal ($p < 0.05$). Oleh karena itu analisis bivariat dilanjutkan pengujian non parametrik menggunakan Kruskal Wallis dan didapat hasil tidak homogen atau signifikan sehingga pada penelitian ini didapat H_0 diterima.

SARAN

Penelitian ini diharapkan dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya dengan menambah durasi waktu lebih lama lagi pada fermentasi untuk melihat apakah pada kadar etanol mengalami penurunan kadar etanol atau tidak dan apakah semakin lama waktu fermentasi mikroorganisme ragi akan mati atau tidak

DAFTAR PUSTAKA

- Fatchurohmah, W., & Meliala, A. (2017). Pengaruh Pemberian Ekstrak Kulit Pisang Kepok Kuning (*Musa balbisiana*) Terhadap Asupan Makan Dan Berat Badan Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) Jantan. *Scripta Biologica*, 4(3), 193–196.
- Larasati, D., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. (2020). Uji organoleptik produk eco-enzyme dari limbah kulit buah (studi kasus di Kota Semarang). *Edusaintek*, 4.
- Martiningsih, E. (2007). *Pemanfaatan Kulit Pisang Raja (Musa paradisiaca L. var sapientum) sebagai Substrat Fermentasi Etanol menggunakan Saccharomyces cerevisiae*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Melly, A., Septyana, A. P., & Moeksin, R. (2015). Pembuatan bioetanol dari kulit pisang raja (*musa sapientum*) menggunakan metode hidrolisis asam dan fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(2), 1–7.
- Nasir, N. S. W., Nurhaeni, N., & Musafira, M. (2014). Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Kepok (*Musa normalis*) sebagai Adsorben untuk Menurunkan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Bekas. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 3(1).
- Ningsih, A. P., & Agustien, A. (2013). Uji aktivitas antibakteri ekstrak kental tanaman pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca* Linn.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Biologi UNAND*, 2(3).
- Saraswati, F. N. (2015). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Limbah Kulit Pisang Kepok Kuning (*Musa balbisiana*) Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat (*Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Propionibacterium acne*). *Skripsi*, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- ST ZAENAB, S. T. Z. (2020). *PRODUKSI BIOSUGAR DARI RUMPUT LAUT Kappaphycus alvarezii MELALUI METODE HIDROLISIS MENGGUNAKAN Trichoderma harzianum DAN FERMENTASI MENGGUNAKAN Saccharomycopsis fibuligera*. Universitas Hasanuddin.
- Suyandra, I. D. (2007). *Pemanfaatan hidrolisat pati sagu (Metroxylon sp.) sebagai sumber karbon pada fermentasi etanol oleh Saccharomyces cerevisiae*.
- Tri Retno, D., & Nuri, W. (2011). Pembuatan bioetanol dari kulit pisang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2011*.
- Tritanti, A., & Pranita, I. (2015). Limbah kulit pisang sebagai alternatif pengganti pewarna sintetis pada bedak tabur. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 22(3), 339–349.
- Utami, N. K. (2023). *Pengaruh lama fermentasi dan penambahan urea terhadap kadar bioetanol substrat limbah nira siwalan*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.