

Sintesis Bioetanol Dari Limbah Kulit Pisang Kepok Dan Limbah Sabut Pinang Sebagai Energi Terbarukan

Patrisius Maryanto Bria^{1*)}, Sefrinus Maria Dolfi Kolo¹⁾

¹⁾Program Studi Kimia, Fakultas Pertanian, Sains dan Kesehatan, Universitas Timor

*Corresponding email: patrisbria11@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang produksi bioetanol dari limbah kulit pisang kepok dan limbah sabut pinang sebagai energi terbarukan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui berapa kadar gula pereduksi dan kadar bioetanol yang dihasilkan dari kulit pisang dan sabut pinang. Penelitian ini meliputi preparasi sampel, hidrolisis, fermentasi, distilasi, analisis kualitatif dan kuantitatif bioetanol. Kadar gula pereduksi yang diperoleh dari penelitian ini sebesar 57,88 g/L pada perlakuan KP.75%:SP.25%. Hasil analisis kualitatif positif mengandung bioetanol yang ditandai dari perubahan warna jingga menjadi hijau kebiruan dan konsentrasi bioetanol dari uji kuantitatif menggunakan *hand refractrometer* sebesar 39% v/v.

Kata Kunci: Bioetanol, Kulit Pisang, Sabut Pinang,

PENDAHULUAN

Bahan Bakar Minyak (BBM) adalah kebutuhan pokok manusia yang diperlukan untuk menjalankan aktivitas sehari-hari, terutama bagi pengguna kendaraan (Bria & Kolo, 2023). Penggunaan BBM di Indonesia saat ini masih tergantung pada bahan bakar fosil, dimana pada tahun 2021 mencapai 33 Juta TOE (26,8%), dan konsumsi BBM tertinggi terdapat pada sektor transportasi sebesar 44,3% dan sektor industri sebesar 33,5% (Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, 2022). Penggunaan BBM yang berasal dari bahan fosil meninggalkan residu yang dapat mencemari lingkungan dan meningkatkan suhu bumi. Penggunaan BBM yang tinggi dapat menyumbang 76% emisi gas rumah kaca (CO₂) (Ahmad *et al.*, 2020). Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dikembangkan energi alternatif yang sifatnya ramah lingkungan seperti bioetanol (Kolo *and* Edi, 2018).

Bioetanol merupakan energi baru terbarukan ramah lingkungan yang dapat dimanfaatkan untuk menggantikan bahan bakar fosil. Keuntungan dari memanfaatkan bioetanol yaitu dapat diperbaharui, ramah lingkungan, dapat mengurangi emisi gas CO₂ dan dapat diproduksi secara berkelanjutan (Khaira *et al.*, 2015). Bioetanol dapat dikonversi dari biomassa-biomassa yang mengandung karbohidrat, hemiselulosa dan selulosa. Biomassa yang dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pembauatan bioetanol adalah limbah kulit pisang kapok dan sabut pinang. Kulit pisang kapok dan sabut pinang merupakan limbah biomassa yang dinilai ideal untuk dikonversi menjadi bioetanol karena keberadaannya tidak dimanfaatkan oleh Masyarakat setempat sebagai bahan pangan. Selain itu menurut Bahri *et al.*, (2018) limbah kulit pisang kapok mengandung karbohidrat sebesar 18,50% dan menurut Setiawati *et al.*, (2013) mengandung monosakarida berupa glukosa sebesar 8,16%. Sabut pinang juga mengandung karbohidrat berupa selulosa sebesar 34,18%, dan hemiselulosa 20,83% (Tamiogy *et al.*, 2019). Kandungan karbohidrat dari kedua biomassa ini dapat dikonversi menjadi bioetanol melalui metode hidrolisis menggunakan pelarut air untuk memperoleh gula yang lebih sederhana dilanjutkan dengan fermentasi menggunakan bantuan ragi *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengubah glukosa hasil hidrolisis menjadi bioetanol yang selanjutnya dimurnikan menggunakan alat distilasi.

Penelitian mengenai produksi bioetanol dari campuran limbah kulit pisang kepok dan limbah sabut pinang belum dilakukan oleh karena itu, penelitian ini akan dilakukan produksi bioetanol menggunakan kedua biomassa ini dengan melakukan optimasi pada proses hidrolisis dengan variasi konsentrasi kulit pisang dan sabut pinang.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah: kulit pisang kapok dan sabut pinang sebagai sampel, aquades, KH_2PO_4 , *yeast extract*, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, reagen DNS, glukosa, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, ragi *Saccharomyces cerevisiae*, kertas saring, kertas label, tisu dan *wrapping siel*.

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: erlenmeyer, spatula, gelas *beaker*, batang pengaduk, labu ukur, corong, blender, botol *falcon*, timbangan neraca analitik, pipet tetes, *hot plate*, *shaker*, *microwave* irradiasi, blender, ayakan 35 *mesh*, *autoclave*, pompa vakum, spektrofotometer UV-Vis, rangkaian alat distilasi dan *hand Refractometer*.

Prosedur Kerja

Preparasi Sampel

Kulit pisang kapok dan sabut pinang yang diperoleh dari Malaka-NTT, dipotong kecil-kecil dan dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kering ± 3 hari. Sampel yang sudah kering diblender secara terpisah dan diayak menggunakan ayakan ukuran 35 *mesh* untuk menghasilkan bubuk kulit pisang kapok dan bubuk sabut pinang, yang selanjutnya digunakan untuk proses hidrolisis (Kolo and Sine, 2019).

Hidrolisis

Bubuk kulit pisang kapok (KP) dan sabut pinang (SP) ditimbang masing (KP.75% : SP.25%, KP.50% : SP.50%, KP.25% : SP.75%) kemudian disuspensi akuades 1000 mL dan dipanaskan 150 °C selama 60 menit. Hasil pemanasan disaring untuk memisahkan residu dan filtart. Filtrat selanjutnya digunakan untuk analisis gula pereduksi dan fermentasi (Kolo, *et al.*, 2022).

Analisis Kadar Gula Pereduksi

Hidrolisat kulit pisang kepok dan sabut pinang dianalisis kadar gula pereduksi menggunakan pereaksi DNS. Larutan standar glukosa dengan konsentrasi 500, 1000, 1500 dan 2000 ppm diambil sebanyak 1,5 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan pereaksi DNS sebanyak 1,5 ml, larutan standar dan sampel dipanaskan dalam *waterbath* 100 °C selama 5 menit dan didiamkan hingga suhu ruangan. Kemudian diukur absorbansi menggunakan spektrometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm (Nggai, *et al.*, 2022).

Fermentasi

Larutan hasil hidrolisis diatur pH menjadi 4,5 kemudian diambil sebanyak 300 mL ditambahkan *nutrient* (Glukosa 10 g, KH_2PO_4 0,1306 g, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 1,2021 g, MgSO_4 0,1502 g dan *yeast extract* 0,1 g) lalu disterilisasi pada suhu 121 °C selama 15 menit menggunakan *autoclave*. Setelah sterilisasi ditambahkan ragi instan (*merk pakmaya gold*) sebanyak 30 g dan diinkubasi selama 6 hari (Bria and Kolo, 2023).

Distilasi Bertingkat Bioetanol

Hasil fermentasi disaring untuk memisahkan residu ragi dari filtrat. Filtrat selanjutnya dimasukkan kedalam labu distilasi dan didistilasi pada suhu 78-80 °C hingga bioetanol berhenti menetes (Batutah, 2017).

Analisis Kualitatif Bioetanol ($K_2Cr_2O_7$)

Disiapkan 2 tabung reaksi dan dimasukkan masing-masing tabung reaksi 2 mL larutan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 2% dan ditambahkan kedalam masing-masing tabung reaksi 5 tetes H_2SO_4 pekat. Selanjutnya etanol standar (etanol pa 96%) dan etanol hasil distilasi bubuk dedak sorgum manis kemasing-masing tabung reaksi, kemudian divorteks hingga terjadi perubahan warna dari warna oranye menjadi warna hijau kebiruan (Bria *and* Kolo, 2023).

Analisis Kuantitatif Bioetanol (*Hand Refractometer*)

Bioetanol hasil distilasi diambil beberapa tetes dan ditotolkan pada prisma kemudian ditutup. Ujung *hand refractometer* diarahkan kecahaya agar dapat terbaca angka dan nilai dari konsentrasi etanol (Febriyanti *et al.*, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

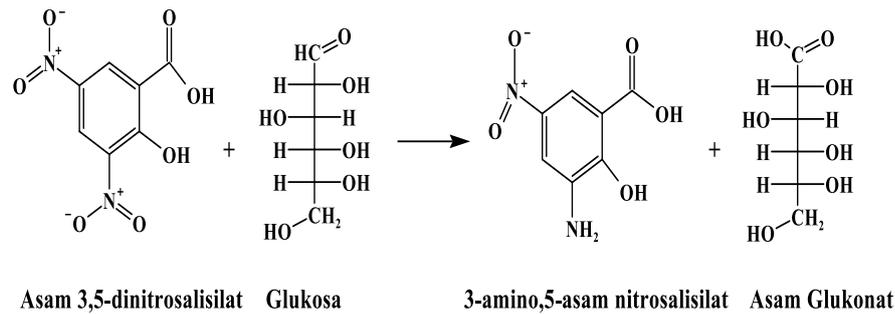
Preparasi Sampel

Pada Penelitian ini diawali dengan preparasi sampel. Pengeringan sampel dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi kandungan air dalam sampel. Sedangkan pengecilan ukuran dilakukan dengan tujuan untuk memperkecil ukuran, hal ini dikarenakan semakin kecil ukuran sampel maka akan semakin besar luas permukaan sampel, sehingga sampel lebih mudah berintraksi dengan pelarut air yang digunakan dalam proses hidrolisis, sedangkan proses pengayakan dilakukan untuk menyamakan ukuran sampel.

Hidrolisis

Hidrolisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah hidrolisis biasa atau hidrolisis yang hanya menggunakan pelarut (akuades) dan tidak menggunakan katalis (asam maupun enzim). Hal ini dikarenakan katalis seperti asam memiliki sifat korosi yang dapat mencemari lingkungan dan Ketika diaplikasikan ke kendaraan dapat mengakibatkan pengkaratan pada mesin kendaraan karena katalis asam yang memiliki sifat korosi. Selain itu pemilisan hidrolisis biasa untuk menekan biaya produksi karena hidrolisis menggunakan pelarut akuades lebih murah dibandingkan hidrolisis menggunakan katalis asam maupun enzim.

Glukosa hasil hidrolisis dianalisis menggunakan metode DNS yang diukur pada instrument spektrofotometer UV-Vis. Penggunaan metode DNS dalam analisis kadar gula pereduksi dikarenakan metode DNS memiliki tingkat keakuratan yang lebih tinggi sehingga dapat mengukur gula pereduksi dalam konsentrasi kecil. Selain itu dari segi pembuatan, reagen DNS lebih mudah, praktis dan lebih murah dibandingkan metode lainnya seperti metode Nelson-Somogyi (NS) (Pratiwi *et al.*, 2018). DNS mengandung senyawa asam 3,5-dinitrosalisilat, ketika berinteraksi dengan gula pereduksi akan membentuk senyawa 3-amino,5-asamnitrosalisilat. Reaksi DNS dengan glukosa dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Reaksi antara DNS dengan Glukosa (Sri *et al.*, 2023).

Reaksi kimia antara pereaksi DNS dan gula pereduksi adalah reaksi perpindahan elektron, di mana pereaksi DNS sebagai oksidator akan kehilangan elektron dan berubah menjadi asam 3-amino-5-nitrosalisilat, sedangkan gugus aldehyd pada glukosa sebagai pereduksi akan menerima elektron dan berubah menjadi karboksil (Bria *and* Kolo, 2023). Hasil analisis gula pereduksi disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Analisis Gula Pereduksi

Perlakuan	Kadar Gula Pereduksi (g/L)
KP.75% : SP.25%	57,88
KP.50% : SP.50%	56,87
KP.25% : SP.75%	54,64
Keterangan : KP (Kulit Pisang), SP (Sabut Pinang)	

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 1. diatas kadar gula pereduksi tertinggi yang dihasilkan dari proses hidrolisis kulit pisang dan sabut pinang terdapat pada perlakuan KP.75% : SP.25% yaitu sebesar 57,88 g/L. Hal ini dikarenakan bubuk kulit pisang lebih mudah dihidrolisis oleh pelarut air kerana memiliki tekstrus yang lebih halus dan rapuh dibandingkan dengan sabut pinang yang memiliki tekstur berserat yang kasar, sehingga dalam waktu 60 menit pemanasan, pelarut air tidak sempurna memecah selulosa yang ada pada sabut pinang menjadi gula pereduksi dibandingkan dengan kulit pisang. Kadar gula yang diperoleh dibandingkan dengan penelitian yang menggunakan hidrolisis secara asam seperti yang dilakukan oleh Kolo *et al.*, (2021) dan Kolo *et al.*, (2022) yang hanya memperoleh kadar gula pereduksi kisaran antara 20-33,3 g/L.

Analisis Bioetanol

Bioetanol yang diperoleh dari proses fermentasi terlebih dahulu dimurnikan menggunakan alat distilasi bertingkat dengan tujuan untuk memisahkan bioetanol dengan pelarut air sehingga konsentrasi bioetanol yang diperoleh lebih tinggi. Bioetanol yang diperoleh setelah proses distilasi selanjutnya dianalisis secara kualitatif menggunakan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) dan kuantitatif menggunakan *hand refractometer*.

Analisis Kualitatif Bioetanol

Uji kualitatif bioetanol dilakukan dengan tujuan unuk mengetahui ada tidaknya bioetanol dari hasil proses fermentasi yang dilihat berdasarkan perubahan warna. Adanya bioetanol ditandai dari perubahan warna jingga dari kalium dikromat menjadi hijau kebiruan Ketika ditambahkan dengan bioetanol hasil distilasi. Dalam pengujian ini ditambahkan asam sulfat pekat yang berperan sebagai katalis dalam mempercepat perubahan warna. Perubahan warna yang dihasilkan dari uji kualitatif bioetanol menurut Bria *and* Kolo, (2023) dikarenakan adanya

penurunan bilangan oksidasi dari Cr^{6+} menjadi Cr^{3+} . Hasil analisis kualitatif bioetanol ditunjukkan pada **Gambar 2**. Reaksi penurunan biloks ini antara lain sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Analisis Kualitatif Bioetanol

Hasil Analisis Kuantitatif Bioetanol (*Hand Refractometer*)

Bioetanol pada penelitian ini diperoleh dari proses distilasi hasil fermentasi kulit pisang dan sabut pinang optimum (KP.75% : SP.25%) yang menghasilkan kadar gula pereduksi tertinggi. Bioetanol selanjutnya dianalisis secara kuantitatif menggunakan alat *hand refractometer* untuk mengetahui konsentrasi bioetanol. Prinsip kerja dari *hand refractometer* adalah memanfaatkan cahaya putih untuk mengukur konsentrasi alkohol dengan cara melihat sudut pembiasan cahaya tersebut (Bria and Kolo, 2023). Hasil analisis bioetanol menggunakan *hand refractometer* ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Hasil Analisis Bioetanol menggunakan *Hand Refractometer*.

Berdasarkan pada hasil yang diperoleh pada **Gambar 3** terlihat bahwa kadar bioetanol yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 39% (v/v) dari fermentasi gula pereduksi sebesar 57,88 g/L. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang mengukur konsentrasi bioetanol menggunakan *hand refractometer* seperti pada penelitian Wardani & Herrani, (2019) dan Bria & Kolo, (2023) yang memperoleh konsentrasi bioetanol sebesar 24,67% dan 34%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa kadar gula pereduksi tertinggi terdapat pada perlakuan KP.75% : SP.25% yaitu sebesar 57,88 g/L. Hasil analisis kualitatif positif mengandung bioetanol yang ditandai dari perubahan warna jingga menjadi hijau kebiruan dan konsentrasi bioetanol dari uji kuantitatif menggunakan *hand refractometer* sebesar 39% v/v dari gula yang difermentasi sebesar 57,88 g/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Muria, S. R., & Rahani. (2020). Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida (HCl) Pada Hidrolisis dan Waktu Fermentasi Terhadap Limbah Padat Sagu Menjadi Bioetanol. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia Yogyakarta, 14-15 April 2020, April*, J10-1-J10-7.
- Bahri, S., Aji, A., & Yani, F. (2018). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 85. <https://doi.org/10.29103/jtku.v7i2.1252>
- Batutah, M. A. (2017). Distilasi Bertingkat Bioetanol Dari Buah Maja (Aegle Marmelos L.). *Jurnal IPTEK*, 21(2), 9–18. <https://doi.org/10.31284/j.ipitek.2017.v21i2.104>
- Bria, P. M., & Kolo, S. M. D. (2023). Synthesis from Brown Seaweed (Sargassum sp) from Timor Island as Renewable Energy. *Eksergi. Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 20(3), 162–167.
- Febriyanti, A., Martalia, F. P., & Redjeki, S. (2022). Reaction Kinetics Of Glucose Fermentation From Breadfruit Into Bioethanol Using *Saccharomyces Cerevisiae*. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(1), 6–10.
- Khaira, Z. F., Yenei, E., Muria, S. . (2015). Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Tongkol Jagung Menggunakan Proses Simultaneous Sacharificatian And Fermentation (SSF) Dengan Variasi Konsentrasi Enzim Dan Waktu Fermentasi. *Jom Fteknik*, 2(2), 1–8.
- Kolo, S. D., & Sine, Y. (2019). Produksi Bioetanol dari Ampas Sorgum Lahan Kering dengan Perlakuan Awal Microwave Irradiasi. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 2(2), 39–40.
- Kolo, S. M. B., Pardosi, L., & Baru, A. E. (2022). The Effect of Hydrolysis Time Using Microwave on Bioethanol Production from Sorghum Waste (Sorghum Bicolor L .) Pengaruh Waktu Hidrolisis Menggunakan Microwave Terhadap Produksi Bioetanol Dari Ampas Sorgum (Sorghum Bicolor L .). *Jurnal Ilmiah Berkala: Sains Dan Terapan Kimia*, 16(1), 28–38.
- Kolo, S M D, Presson, J., & Amfotis, P. (2021). Produksi Bioetanol sebagai Energi Terbarukan dari Rumput Laut *Ulva reticulata* Asal Pulau Timor. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 17(2), 159–167. <https://doi.org/10.20961/alchemy.17.2.45476.159-167>
- Kolo, Sefrinus M. D., & Edi, E. (2018). Hidrolisis Ampas Biji Sorgum dengan Microwave untuk Produksi Gula Pereduksi sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 1(2), 22–23. <https://doi.org/10.32938/slk.v1i2.596>
- Nggai, S. Y. M., Kolo, S. M. D., & Sine, Y. (2022). Pengaruh Perlakuan Awal Hidrolisis Ampas Sorgum (Sorghum Bicolor L .) terhadap Fermentasi untuk Produksi Bioetanol sebagai Energi Terbarukan Stevanny. *LCHEMY : JOURNAL OF CHEMISTRY*, 2(10), 33–40.
- Pratiwi, Y. H., Ratnayani, O., & Wirajana, I. N. (2018). Perbandingan Metode Uji Gula Pereduksi Dalam Penentuan Aktivitas ?-L-Arabinofuranosidase Dengan Substrat Janur Kelapa (Cocos Nucifera).

- Jurnal Kimia*, 12(2), 134–139. <https://doi.org/10.24843/jchem.2018.v12.i02.p07>
- Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional. (2022). Outlook Energi Indonesia 2022. In *Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional: Vol. ISSN 2527* (pp. 1–137).
- Setiawati, D. R., Sinaga, A. R., & Dewi, T. K. (2013). Proses Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Teknik Kimia No. 1*, 19(1), 11–15.
- Sri, K. B., Fatima, M. S., Nandhini, M., & Sumakanth, M. (2023). UV-visible spectrophotometry and titrimetric method for determining Reducing Sugars in different brands of honey and soft drinks. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 7(2), 62–67. <https://doi.org/10.30574/msarr.2023.7.2.0037>
- Tamiogy, Wahyu, R., Kardisa, A., Hisbullah, & Aprilia, S. (2019). Rekayasa Kimia & Lingkungan. *Journal of Chemical Engineering and Environment*, 14(1), 64. <https://doi.org/https://doi.org/10.23955/rkl.v14i1.11517>
- Wardani, A. K., & Herrani, R. (2019). Bioethanol from sargassum sp using acid hydrolysis and fermentation method using microbial association. *Journal of Physics: Conference Series*, 1241(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1241/1/012008>