

Pengaruh Konsentrasi Inokulum Terhadap Fermentasi rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) Dalam Produksi Bioetanol

Asriyana Lite¹⁾, Sefrinus M. D. Kolo¹⁾, Eduardus Edi¹⁾, Patrisius M. Bria^{1*)}

¹⁾Program Studi Kimia, Fakultas Pertanian Sains dan Kesehatan, Universitas Timor
*Corresponding email: patrisbria11@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian mengenai produksi bioetanol dari rumput gajah menggunakan metode hidrolisis kimiawi menggunakan katalis asam klorida (HCl). Penggunaan biomassa rumput gajah sebagai bahan baku karena memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan baku dalam produksi bioethanol sebagai energy terbarukan. Pada proses hidrolisis dilakukan optimasi pada variasi waktu pemanasan sedangkan pada proses fermentasi dilakukan optimasi pada variasi konsentrasi inokulum. Hidrolisat yang diperoleh pada proses hidrolisis selanjutnya dilakukan analisis gula pereduksi menggunakan metode DNS pada instrumen UV-Vis. Waktu pemanasan yang menghasilkan kadar gula tertinggi digunakan untuk proses fermentasi. Bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi dimurnikan menggunakan alat distilasi bertingkat. Kadar gula pereduksi yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 53,54 g/L pada waktu pemanasan 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat kandungan bioetanol karena terjadi perubahan warna dari jingga menjadi biru pada hasil analisis kualitatif bioetanol. Konsentrasi bioetanol tertinggi diperoleh pada konsentrasi inokulum 8% yaitu sebesar 45% yang dianalisis menggunakan alat *hand refractometer* dan 42,92% yang dianalisis menggunakan GC-FID.

Kata Kunci: Bioetanol, Rumput Gajah, Hidrolisis, Fermentasi, Distilasi

PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan utama didunia termasuk Indonesia adalah kebutuhan energi. diantaranya, kebutuhan industri, transportasi dan kebutuhan rumah tangga meningkat. Hal ini dikarenakan seiring dengan semakin menurunnya kemampuan produksi minyak bumi dalam negeri secara alami. Akibatnya terjadi krisis energi, menipisnya cadangan sumber bahan bakar fosil (*unrenewable energy*), serta harga BBM dunia yang semakin meningkat. Adanya krisis energi di dunia telah mendorong para peneliti untuk mendapatkan bahan bakar alternative sebagai pengganti bahan bakar yang berasal dari minyak bumi. Bahan bakar alternatif yang layak dikembangkan adalah bahan bakar yang bersifat *renewable* atau terbarukan, ramah lingkungan, khususnya yang berasal dari bahan nabati. Salah satu jenis bahan nabati yang layak dikembangkan adalah Bioetanol (Kolo dan Edi, 2018).

Bioetanol adalah salah satu jenis *biofuel* yang dihasilkan dari fermentasi glukosa yang dilanjutkan dengan proses pemurnian yang memiliki sifat mirip dengan minyak premium. Bioetanol memiliki keunggulan dibandingkan bahan bakar fosil, yaitu nilai oktan yang lebih tinggi dan bersifat ramah lingkungan (Rachmayanti dkk., 2019). Bioetanol umumnya diproduksi dari biomassa-biomassa yang mengandung karbohidrat seperti umbi-umbian, jagung dan padi, akan tetapi biomassa-biomassa tersebut masih bersaing dengan sektor pangan (Bria dan Kolo, 2023). Salah satu biomassa yang tidak bersaing dengan sektor pangan dan dinilai ideal untuk dijadikan sebagai bahan baku dalam produksi bioetanol adalah rumput gajah. Rumput gajah merupakan salah satu tanaman yang kurang dimanfaatkan. Selama ini rumput gajah hanya digunakan sebagai makanan ternak, bahkan masyarakat menganggap rumput gajah sebagai tanaman pengganggu. Tetapi rumput gajah mempunyai kadar selulosa tinggi (40,58%) yang dapat digunakan sebagai salah satu bahan penghasil bioetanol. Kandungan gizi rumput gajah yaitu bahan kering 19,9%, protein kasar 10,2%, lemak 1,6%, serat kasar 34,2%, bahan ekstrak tanpa nitrogen 42,3% dan abu 11,7%. Kandungan lain dari rumput gajah adalah Glukosa 2,84%, Air 43,61% (Yuni

Erlita, 2016). Kandungan selulosa dari rumput gajah tersebut yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan Bioetanol. Hasil Penelitian sebelumnya produksi bioetanol dari Rumput gajah dengan konsentrasi bioetanol yang diproduksi menggunakan *Microwave*, kadar gula pereduksi tertinggi diperoleh pada waktu hidrolisis selama 30 menit pada suhu 90°C yaitu sebesar 34,74 g/l (Kolo *et al.*,2020). Pada penelitian ini,dilakukan produksi bioetanol dari rumput gajah dengan menggunakan metode hidrolisis dengan variasi waktu pemanasan 30, 40, 50 dan 60 menit serta metode fermentasi dengan variasi 4, 6, 8%. Berdasarkan pembahasan permasalahan yang ada peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh konsentrasi inokulum terhadap fermentasi rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dalam produksi bioetanol”. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu; hidrolisis, fermentasi dan distilasi. Penelitian ini dilakukan dengan metode hidrolisis dengan variasi inokulum dan analisis etanol menggunakan *Gas Chromatography* (GC). Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sebuah inovasi baru pada energi terbarukan dan memberikan informasi dan wawasan baru kepada masyarakat dalam pengolahan bioetanol.

METODOLOGI PENELITIAN

Preparasi Sampel

Rumput gajah dicuci dan dikeringkan semalaman sebelumnya dipotong-potong sepanjang 1 cm, Selanjutnya rumput gajah tersebut dihaluskan dan dikeringkan. Serbuk rumput gajah tersebut kemudian diayak hingga diperoleh serbuk 100 mesh. Selanjutnya akan digunakan dalam proses pembuatan bioetanol.

Proses Hidrolisis

Pada proses ini serbuk rumput gajah ukuran 100 mesh sebanyak 10gram disuspensi dengan 250 mL larutan HCl 2% lalu dipanaskan menggunakan microwave pada suhu 150°C dengan variasi waktu (30, 40, 50 dan 60 menit). Hasil pemanasan selanjutnya disaring kemudian dilakukan analisis kandungan glukosa menggunakan UV-Vis.

Persiapan Media Fermentasi

Media fermentasi dibuat dengan mencampurkan 10 g/L glukosa, 0,1 g/L ekstrak ragi, 0,1 g/L KH_2PO_4 , 0,1 g/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,1 g/L $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dalam 50 mL Aquades disterilkan menggunakan Autoclave pada suhu 121°C selama 30 menit (Kolo *et al.*, 2022).

Proses Fermentasi

Fermentasi dilakukan dengan menggunakan ragi *Sacharomyces cerevisiae*. Hidrolisat sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian diatur pH menjadi 4,5 menggunakan NaOH 2% lalu dimasukkan media fermentasi dan diautoklaf pada temperatur 121 °C selama 30 menit kemudian didinginkan dan ditambakkah media inokulum dengan variasi konsentrasi (4%, 6%, 8%) Selanjutnya ditutup Erlenmeyer dengan kapas dan aluminium foil. Fermentasi dilakukan secara anaerobik selama 7 hari.

Proses Distilasi

Hasil fermentasi selama 7 hari kemudian disaring menggunakan kertas saring, filtratnya di masukkan kedalam labu distilat dan dipasang dengan rangkaian alat destilat yang telah dirancang. Proses distilasi dilakukan pada suhu 75°C sampai 80°C. Distilasi dilakukan selama 1 sampai 2 jam hingga etanol tidak menetes lagi (Kolo *et al.*,2021). Hasil distilasi kemudian dianalisis kadar etanolnya dengan menggunakan *gas chromatography* GC

Analisis Gula Pereduksi

Hasil hidrolisis serbuk rumput gajah dianalisis kadar gula pereduksi menggunakan metode DNS. Proses ini dikembangkan dari Sasongko *et al.*, (2019) ke dalam tabung reaksi dimasukkan 1,5 mL larutan standar glukosa dengan konsentrasi 50, 100, 150, 200, 250 ppm yang telah diencerkan dari 1000 ppm kemudian ditambahkan 1,75 ml pereaksi DNS selanjutnya larutan standar dan sampel dimasukkan ke dalam waterbath 100 °C selama 20 menit dan didiamkan hingga suhu ruang. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 540 nm.

Uji Kualitatif Menggunakan Larutan $K_2Cr_2O_7$ 2%

Uji kualitatif etanol hasil distilasi dikembangkan dari (Siahaan *et al.*, 2019). Kedalam tabung reaksi dimasukkan 2 ml $K_2Cr_2O_7$ 2%, ditambahkan HCl pekat sebanyak 5 tetes selanjutnya larutan dihomogenkan, kemudian ditambahkan 1 mL destilat hingga terjadi perubahan warna dari jingga menjadi kehijauan.

Uji Kadar Bioetanol Menggunakan *Gas Chromatography* (GC)

Sebanyak 1 μ l destilat disuntik kedalam kolom kromatografi melalui tempat injeksi. Dilakukan proses kromatografi hingga diperoleh puncak kromatografi dari etanol. Kadar etanol dalam destilat ditentukan dengan membaca hasil kromatogram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

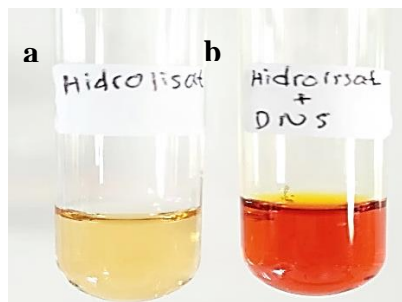
Preparasi Sampel

Preparasi sampel merupakan salah satu tahapan penting yang harus diperhatikan dalam proses pembuatan bioetanol. Tahapan pertama yang dilakukan dalam proses preparasi sampel meliputi pemisahan zat pengotor seperti tanah maupun pasir yang menempel pada tumbuhan rumput gajah dengan cara dibilas menggunakan air. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar zat-zat pengotor tersebut tidak mempengaruhi pada saat proses hidrolisis. Sampel yang sudah dibersihkan dilakukan pengeringan dibawah sinar matahari dengan tujuan untuk mengurangi kadar air pada sampel. Sampel yang sudah kering kemudian dilakukan pengecilan ukuran menggunakan blender dengan tujuan untuk memperkecil ukuran sampel (**Gambar 1**). Hal ini dilakukan karena menurut penelitian yang dilakukan oleh Bria & Kolo, (2023) semakin kecil permukaan sampel maka akan semakin besar luas permukaan sampel sehingga sampel mudah untuk berakselarasi dengan pelarut (air) dan katalis asam (HCl) dalam proses hidrolisis sehingga kandungan karbohidrat yang ada pada sampel akan semakin mudah diputuskan dan gula yang dihasilkan pada tahapan ini akan semakin banyak. Gula yang dihasilkan pada tahapan hidrolisis akan dikonversi menjadi bioetanol pada tahapan fermentasi menggunakan bantuan ragi *Saccharomyces cerevisiae*.



Gambar 1. Sampel Rumput Gajah; (A) Sebelum dihaluskan; (B) Setelah dihaluskan (Dok. Pribadi, 2024).

amino,5-asamnitrosalisila yang terbentuk maka akan semakin pekat warna merah bata yang dihasilkan. Hal ini juga menandakan bahwa semakin banyak pula gula yang dihasilkan dari proses hidrolisis.



Gambar 3. Hidrolisat, (a) sebelum ditambahkan DNS, (b) Setelah ditambahkan DNS dan setelah dipanaskan (Dok. Pribadi, 2024).

Hasil analisis kadar gula pereduksi menggunakan metode DNS pada hasil hidrolisis bubuk rumput gajah dengan variasi waktu pemanasan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Gula Pereduksi menggunakan metode DNS

Waktu Hidrolisis (menit)	Kadar Gula Pereduksi (g/L)
30	39,82
40	40,24
50	40,49
60	53,54

Berdasarkan pada hasil analisis kadar gula pereduksi yang disajikan pada **Tabel 1** terlihat bahwa semakin lama proses hidrolisis maka akan semakin tinggi gula pereduksi yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin lama proses pemanasan maka akan semakin banyak ikatan glikosidik yang ada pada karbohidrat yang terdapat pada rumput gajah yang diputuskan oleh ion H^+ yang ada pada katalis HCl yang mengakibatkan semakin tinggi kadar gula yang dihasilkan. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini, sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Naiheli et al., (2024) dan Kolo et al., (2024) yang memperoleh kadar gula pereduksi tertinggi pada waktu hidrolisis 60 menit. Hasil yang diperoleh jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang menggunakan bahan baku yang sama yakni rumput gajah yang dilakukan oleh Kolo et al., (2020) kadar gula yang dihasilkan lebih tinggi. Hal ini dikarenakan penelitian terdahulu menggunakan jenis katalis asam sulfat (H_2SO_4) yang memiliki sifat membakar selulosa sehingga kadar gula yang dihasilkan tidak rendah.

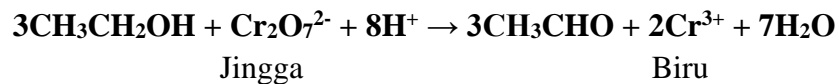
Uji Kualitatif Bioetanol ($K_2Cr_2O_7$)

Bioetanol yang diperoleh dari pemurnian hasil fermentasi rumput gajah dilakukan analisis secara kualitatif menggunakan reagen kalium dikromat untuk mengetahui ada tidaknya kandungan bioetanol pada sampel yang dilihat berdasarkan perubahan warna. Adanya bioetanol ditandai dari perubahan warna dari jingga (warna dasar $K_2Cr_2O_7$) menjadi hijau kebiruan (**Gambar 4**) Ketika ditambahkan dengan bioetanol hasil distilasi (Bria & Kolo, 2024). Perubahan warna dari hasil uji kualitatif bioetanol dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Hasil Analisis Kualitatif Bioetanol (Dok. Pribadi, 2024).

Perubahan warna yang terjadi pada hasil analisis bioetanol secara kualitatif dikarenakan adanya penurunan bilangan oksidasi dari Cr^{6+} menjadi Cr^{3+} (S M D Kolo, Pardosi, et al., 2022). Reaksi perubahan warna dari jingga menjadi biru menurut Nggai et al., (2022) sebagai berikut :



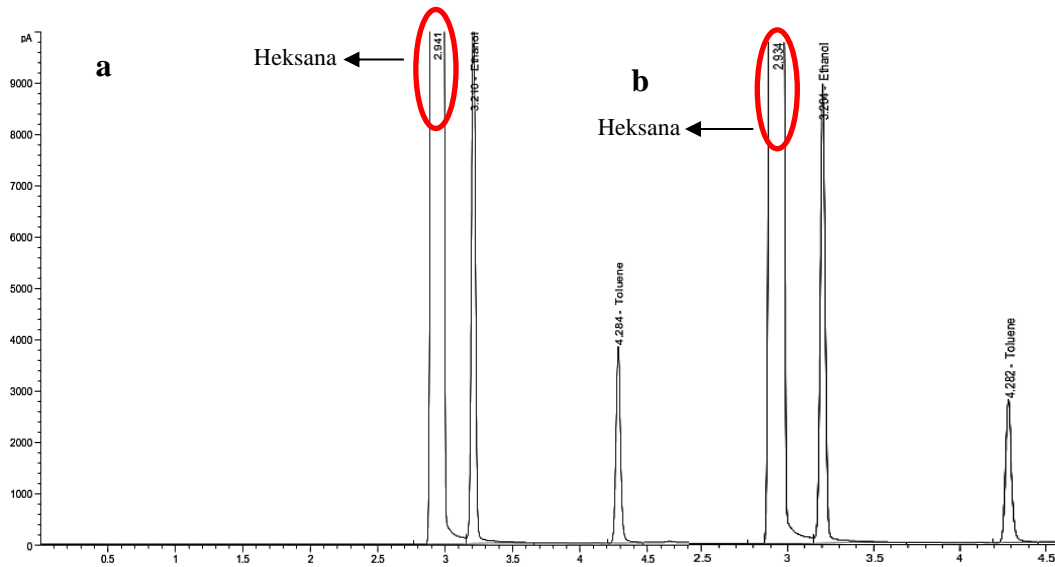
Analisis Bioetanol

Bioetanol hasil fermentasi memerlukan proses pemurnian lebih lanjut menggunakan alat distilasi bertingkat. Tujuannya adalah untuk memisahkan bioetanol dari berbagai kontaminan seperti air, residu sel ragi dan sisa katalis asam. Dengan demikian, diperoleh bioetanol dengan kemurnian tinggi. Pada penelitian ini, bioetanol hasil distilasi dianalisis secara kualitatif menggunakan larutan kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) sebagai indikator untuk mengetahui ada tidaknya bioetanol dalam sampel distilat hasil fermentasi rumput gajah. Selain itu, dilakukan pula analisis kuantitatif menggunakan kromatografi gas dengan detektor ionisasi nyala (GC-FID) untuk menentukan kadar bioetanol secara akurat.

Hasil Analisis Kadar Biotanol

Setelah mengetahui adanya bioetanol dalam sampel hasil distilat berdasarkan perubahan warna pada uji kualitatif bioetanol selanjutnya dilakukan analisis menggunakan alat *hand refractometer* dan instrumen gas *chromatography* (GC) dengan tujuan untuk mengetahui konsentrasi dari bioetanol itu sendiri. Bria, (2023) menyebutkan bahwa untuk meningkatkan keakuratan analisis bioetanol dengan GC, ditambahkan senyawa standar internal. Senyawa ini membantu memisahkan puncak-puncak pada kromatogram secara sempurna. Senyawa yang digunakan sebagai standar internal pada penelitian ini adalah toluena. Toluena dipilih sebagai standar internal karena memiliki rumus molekul yang mirip dengan etanol (S M D Kolo, Obenu, et al., 2022).

Selain menggunakan baku internal, dalam analisis bioetanol dengan gas *chromatography* (GC) juga menggunakan pelarut. Dalam pengujian ini pelarut yang digunakan adalah heksana. Pemilihan heksana sebagai pelarut didasarkan pada sifat kepolarannya yang berbeda dengan fase diam (silika). Karena silika bersifat polar, maka senyawa polar seperti etanol akan berinteraksi lebih kuat dengan fase diam, menyebabkan waktu retensi yang lebih lama. Sebaliknya, heksana yang nonpolar akan memiliki interaksi yang lemah dengan silika, sehingga akan elusi lebih cepat (S. M. D. Kolo et al., 2022). Hasil dari analisis bioetanol menggunakan instrumen GC berupa kromatogram seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Kromatogram (a)Etanol Standar, (b) Etanol Sampel.

Perbandingan waktu retensi pada Gambar 15 menunjukkan kesamaan antara bioetanol standar dan bioetanol dalam sampel hasil fermentasi. Nilai waktu retensi yang sangat dekat, yaitu 3,210 menit untuk standar dan 3,204 menit untuk sampel, mengindikasikan adanya kesesuaian antara kedua senyawa tersebut. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sampel hasil fermentasi mengandung bioetanol. Selain itu berdasarkan kromatogram diatas, urutan elusi senyawa dapat dijelaskan berdasarkan perbedaan titik didih masing-masing komponen. Heksana, dengan titik didih paling rendah yakni 68,7 °C, merupakan senyawa yang paling volatil. Hal ini menyebabkan heksana akan menguap terlebih dahulu dan terelusi pertama kali. Disusul kemudian oleh bioetanol dengan titik didih 78,2 °C. Terakhir, toluena dengan titik didih tertinggi 110,6 °C, akan terelusi paling akhir. Urutan elusi ini sesuai dengan prinsip kromatografi gas-cair, di mana senyawa yang lebih volatil akan lebih mudah menguap dan terbawa oleh fase gerak (gas inert) menuju detektor (S M D Kolo et al., 2021). Konsentrasi etanol yang dihasilkan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Bioetanol Menggunakan GC dan *Hand Refractometer*

Inokulum (%)	Konsentrasi Bioetanol (%)	
	<i>Hand Refractometer</i>	GC-FID
4	40	17,59
6	42	32,96
8	45	42,92

Dari **Tabel 2** diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi inokulum maka konsentrasibioetanol yang dihasilkan akan semakin tinggi, baik yang dianalisis menggunakan alat *hand refractometer* maupun instrumen GC-FID. Bioetanol dengan konsentrasi tertinggi dalam penelitian ini terdapat pada konsentrasi inokulum 8% yaitu 45% yang dianalisis menggunakan *hand refractometer* dan 42,92% yang dianalisis menggunakan instrumen GC dan konsentrasi bioetanol terendah terdapat pada konsentrasi 4% yaitu 40% yang dianalisis menggunakan *hand refractometer* dan 17,59% yang dianalisis menggunakan instrumen GC. Hal ini dikarenakan konsentrasi inokulum yang tinggi mempercepat fase eksponensial, yaitu fase pertumbuhan ragi yang paling cepat. Pada fase ini, ragi sangat aktif mengkonversi gula menjadi etanol. Dengan demikian, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai produksi etanol maksimum menjadi lebih singkat dan jumlah etanol yang dihasilkan pun lebih

banyak. Hal ini sejalan dengan tujuan pembuatan inokulum, yaitu untuk memaksimalkan efisiensi proses fermentasi (S M D Kolo, Pardosi, et al., 2022). Hasil yang diperoleh pada penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kolo, Pardosi, et al., (2022) yang menggunakan variasi konsentrasi inokulum 4, 6 dan 8% pada proses fermentasi. Bioetanol dengan konsentrasi tertinggi diperoleh pada konsentrasi inokulum 8%. Hasil penelitian yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Kolo et al., (2020) yang menggunakan bahan baku yang sama yaitu rumput gajah. Hal ini dikarenakan penelitian terdahulu melakukan optimasi pada perlakuan awal hidrolisis dan perlakuan akhir fermentasi yang mengakibatkan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan lebih tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa Kadar gula pereduksi tertinggi diperoleh pada waktu hidrolisis 60 menit yaitu sebesar 53,54 g/L. Sedangkan kadar bioetanol tertinggi diperoleh pada konsentrasi inokulum 8% yaitu sebesar 45% yang dianalisis menggunakan alat *hand refractometer* dan 42,92% yang dianalisis menggunakan GC-FID

DAFTAR PUSTAKA

- Bria, P. M. (2023). Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Terhadap Proses Hidrolisis Rumput Laut *Ulva Reticulata* Dalam Produksi Bioetanol Sebagai Energi Terbarukan. In *Skripsi. Program Studi Kimia, Fakultas Pertanian, Sains Dan Kesehatan, Universitas Timor, Kefamenanu*.
- 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.
- Bria, P. M., & Kolo, S. M. D. (2024). Sintesis Bioetanol Dari Campuran Limbah Kulit Pisang Dan Sabut Pinang Sebagai Energi Terbarukan. *Jurnal Redoks*, 9(1), 55–61.
- Kolo And Edi. (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>
- Kolo, S. M. D., Obenu, N. M., & Tuas, M. Y. C. (2022). Pengaruh Pretreatment Makroalga *Ulva Reticulata* Menggunakan Microwave Irradiation Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Kimia (Journal Of Chemistry)*, 16(2), 212–219.
- Kolo, S M D, Obenu, N. M., Bria, P. M., Klau, W. H., Abi, M. O., Tae, J. S., & Wahyuningrum, D. (2024). The Effect Of Fermentation Time, Ph And *Saccharomyces Cerevisiae* Concentration For Bioethanol Production From *Ulva Reticulata* Macroalgae. *Trends In Sciences*, 21(5), 1–9. <https://doi.org/10.48048/Tis.2024.7484>
- Kolo, S M D, Obenu, N. M., & Rohy, N. T. (2022). Pengaruh Perlakuan Awal Ampas Biji Jewawut (*Setaria Italica L.*) Dengan Microwave Irradiation Untuk Produksi Bioetanol. *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 18(2), 183–192. <https://doi.org/10.20961/Alchemy.18.2.59819.183-192>
- Kolo, S M D, Pardosi, L., & Baru, A. E. (2022). The Effect Of Hydrolysis Time Using Microwave On Bioethanol Production From Sorghum Waste (*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, S M D, Wahyuningrum, D., & Hertadi, R. (2020). The Effects Of Microwave-Assisted Pretreatment And Cofermentation On Bioethanol Production From Elephant Grass. *International Journal Of Microbiology*, 1, 1–11.

- Kolo, Sefrinus Maria Dolfi, Wahyuningrum, D., & Hertadi, R. (2020). The Effects Of Microwave-Assisted Pretreatment And Cofermentation On Bioethanol Production From Elephant Grass. *International Journal Of Microbiology*, 2020, 11. <https://doi.org/10.1155/2020/6562730>
- Naiheli, O., Kolo, S. M. D., Mere, J. K., & Bria, P. M. (2024). Sintesis Bioetanol Dari Limbah Pinang (Areca Catechu L.) Dengan Microwave Irradiasi Menggunakan Katalis H₂so₄. *Jurna Redoks*, 9(1), 23–30.
- 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 α -L-Arabinofuranosidase Dengan Substrat Janur Kelapa (Cocos Nucifera). *Jurnal Kimia*, 12(2), 134–139. <https://doi.org/10.24843/Jchem.2018.V12.I02.P07>
- Saleh, H. A., Saokani, J., & Rijal, S. (2016). Penentuan Nilai Kalor Serta Pengaruh Asam Klorida (Hcl) Terhadap Kadar Bioetanol Bonggol Pisang (Musa Paradisiacal). *Al-Kimia*, 4(1), 68–77. <https://doi.org/10.24252/Al-Kimia.V4i1.1458>
- Sasongko, A., Lumbantobing, D. F. H., & Rifani, A. (2019). Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Untuk Produksi Oligosakarida Melalui Hidrolisis Kimiawi. *Jst (Jurnal Sains Terapan)*, 5(1). <https://doi.org/10.32487/Jst.V5i1.586>
- Siahaan, M. A., & Gultom, E. (2019). Penentuan Kadar Alkohol Pada Tuak Aren Yang Diperjualbelikan Di Nagori Dolok Kecamatan Silau Kahean Kabupaten Simalungun Sumatera Utara. *Jurnal Kimia Saintek Dan Pendidikan*, 3(2), 41–44. [Http://E-Journal.Sari-Mutiara.Ac.Id/Index.Php/Kimia/Article/View/958](http://E-Journal.Sari-Mutiara.Ac.Id/Index.Php/Kimia/Article/View/958)
- 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>