

OPTIMASI WAKTU FERMENTASI UNTUK PENINGKATAN KUALITAS BIOETANOL DARI LIMBAH AMPAS TEBU

Dinda Utari^{1*}, Abdul Halim Daulay¹, Masthura¹

¹Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

*Corresponding email: utaridinda058@gmail.com

Abstrak

Sangat penting untuk meningkatkan penggunaan energi lain, terutama bahan bakar minyak. Bioetanol adalah sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui. Telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk: (i) mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap karakteristik bioetanol berbasis limbah ampas tebu, dan (ii) mengetahui waktu fermentasi optimum agar dihasilkan bioetanol dengan karakteristik yang memenuhi SNI 7390: 2012. Dalam penelitian ini menggunakan ampas tebu sebanyak 300 g. Melalui proses pretreatment, hidrolisis, fermentasi dan destilasi. Variasi waktu fermentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah A (5 hari), B (7 hari), dan C (9 hari). Analisis yang dilakukan pada bioetanol ini yaitu kadar air, kadar etanol, nilai kalor, dan pH. Seiring dengan lama waktu fermentasi maka terjadi peningkatan pada parameter kadar air sebesar 0,23%-2,39% dan parameter nilai kalor 721,168 kkal/kg-1210,532 kkal/kg. Terjadi penurunan penurunan pada parameter 85,38%-89,70% dan parameter pH 4,5-3,7. Untuk parameter bioetanol dan nilai kalor peningkatan terjadi hingga mencapai titik optimum tertentu dan setelah itu mengalami penurunan. Waktu fermentasi agar dihasilkan kadar bioetanol dengan karakteristik yang optimum adalah 7 hari (sampel B) dengan kadar etanol 98,66%. Hal ini ditunjukkan dari nilai hasil pengukuran yang telah memenuhi SNI 7390-2012 dan nilai tersebut lebih tinggi dari sampel lainnya.

Kata Kunci: Ampas Tebu, Bioetanol, Waktu Fermentasi

PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi yang terus meningkat, kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat. Menurut data dari Kementerian ESDM RI, konsumsi energi di sektor transportasi di Indonesia akan terus meningkat dalam beberapa tahun mendatang karena tingkat konsumsi bahan bakar fosil hampir mencapai 95% dan hampir 50% dari tingkat konsumsi tersebut berasal dari bahan bakar fosil. Dengan prediksi bahwa stok energi fosil akan habis dalam waktu dekat, kekhawatiran akan habisnya stok semakin meningkat. Untuk mengurangi ketergantungan kita terhadap energi fosil, terutama minyak, sangat penting untuk meningkatkan penggunaan energi lain. Ini termasuk menggunakan biofuel, khususnya bioetanol, yang merupakan sumber energi alternatif terbarukan dan ramah lingkungan (Sriyana & Nasita, 2019).

Bioetanol (C_2H_5OH) adalah senyawa etanol yang dibuat dari rekayasa biomassa (tanaman) yang mengandung gula, pati, dan selulosa. Ini diperoleh melalui proses biologis seperti fermentasi dan enzimatik. Tanaman yang mengandung banyak karbohidrat, seperti tebu, nira, aren, sorgum, ubi kayu, jambu mete (juga disebut jambu mete), garut, batang pisang, ubi jalar, jagung, bonggol jagung, jerami, dan bagas (ampas tebu), adalah tanaman yang dapat menghasilkan bioetanol (Bambang Trisakti dkk., 2015).

Proses pembuatan bioetanol terjadi dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah persiapan bahan baku, yang berupa proses hidrolisis selulosa menjadi glukosa dengan cara enzimatik atau dengan asam

encer atau pekat. Tahap kedua berupa proses fermentasi yaitu mengubah glukosa menjadi etanol sedangkan tahap ketiga yaitu pemurnian hasil dengan destilasi (Murniati dkk., 2018)

Bambang Trisakti dkk., (2015) melaksanakan penelitian pembuatan bioetanol dari tepung ampas tebu dengan cara dihidrolisis menggunakan air sebanyak 4800 mL kemudian dipanaskan selama 1 jam sehingga menghasilkan bubur ampas tebu yang ditambahkan ragi sebanyak 17,5 gram dan urea sebanyak 1 gram. Difermentasi dalam keadaan *anaerob* dengan variasi waktu 2 sampai 10 hari. Hasil penelitian menunjukkan Jumlah bioetanol terbaik yang diperoleh pada penelitian ini menggunakan ragi roti dengan pH 5 dengan waktu fermentasi 4 hari, sebesar 23 ml dengan densitas 0,95 gr/ml. Kadar bioetanol yang diperoleh sebesar 28,55 % dengan nilai kalor optimum sebesar 161,59 kkal/kg. Untuk waktu fermentasi yang cepat menggunakan ragi roti lebih optimal dibandingkan ragi tape dan pemanfaatan sisa distilasi untuk di daur ulang kurang mneguntungkan karena kadar etanol hasil daur ulang sangat rendah.

Putri (2018) melaksanakan penelitian melalui variasi waktu dan konsentrasi HCl. Proses pembuatan bioetanol dari jerami nangka dengan menambahkan aquades sebanyak 100 ml dan HCl dengan varisi 0,2 M, 0,4 M, 0,6 M, 0,8 M, dan 1 M. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka kadar bioetanol semakin meningkat, namun jika melewati batas optimumnya maka kadar bioetanol akan menurun dan mendekati fase kematian dari khamir. pH dan waktu fermentasi optimum yang menghasilkan kadar bioetanol tertinggi adalah pH 3,5 dan waktu fermentasi 10 hari dengan kadar bioetanol 64,933%, densitas 0,87 g/ml dan viskositas 0,0114 poise. Kadar bioetanol naik pada waktu fermentasi 5 dan 10 hari namun kadar bioetanol menurun pada waktu fermentasi 15 hari. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui optimasi waktu fermentasi untuk peningkatan kualitas bioetanol dari limbah ampas tebu.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *erlenmeyer*, *beaker glass*, pH meter, destilator, *memmert*, piknometer 5 10 ml, neraca analitik, kompor, bom kalorimeter, termometer, blender, labu alas bulat, pipet tetes, kertas label, saringan, gelas ukur, botol plastik.

Bahan yang digunakan adalah Ampas tebu, aquadest, ragi *saccharomyces cereviseae*

Prosedur Penelitian

Proses pembuatan serbuk ampas tebu, dimulai dengan menyiapkan bahan baku limbah ampas tebu sebanyak 300 gram. Kemudian, lakukan proses pembersihan ampas tebu secara menyeluruh hingga kotoran-kotorannya hilang. Setelah itu, lanjutkan dengan mengeringkan ampas tebu dibawah sinar matahari. Tahap selanjutnya adalah menghaluskan ampas tebu yang sudah kering menggunakan blender hingga diperoleh serbuk halus.

Setelah memperoleh serbuk amapas tebu lakukan hidrolisis dengan menggunakan 100 gram serbuk ampas tebu kemudian dimasukkan kedalam panci dan dicampur dengan air aquades sebanyak 1 liter, lalu direbus selama 1 jam dengan suhu 100 °C sambil diaduk. Setelah hasil hidrolisis didapatkan, persiapkan botol untuk fermentasi dengan menambahkan 6 gram ragi *Saccharomyces cerevisiae* ke dalamnya. Tutup mulut botol dengan balon dan biarkan proses fermentasi berlangsung selama 5, 7, dan 9 hari.

Setelah selesai fermentasi, hasilnya kemudian diolah melalui destilasi menggunakan destilator pada suhu 85 °C selama dua jam. Selama proses destilasi, uap etanol mengalir melalui pipa kondensor,

menghasilkan etanol cair kembali. Sampel yang sudah didestilasi kemudian dilakukan pengujian kadar etanol, kadar air, nilai kalor, dan pH



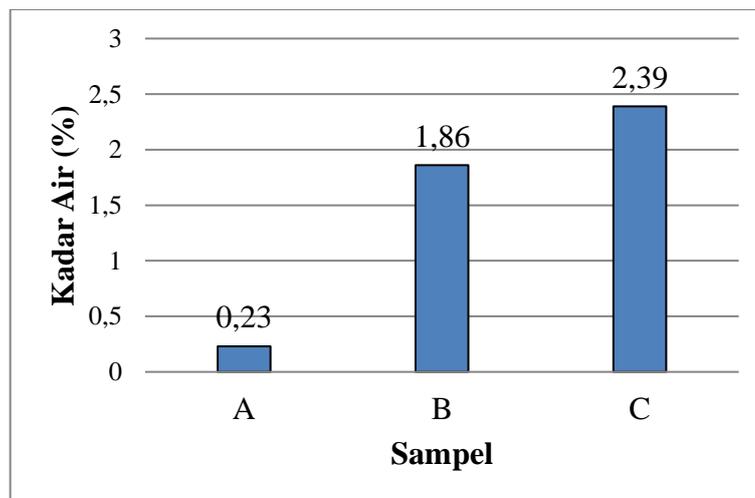
Gambar 1. Alat destilator

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan untuk menghasilkan bioetanol. Hasil penelitian pengukuran yang didapatkan dapat dilihat sebagai berikut.

Kadar Air

Hasil pengukuran nilai kadar air pada bioetanol sampel A, B, dan C masing-masing secara berurut yaitu 0,23%, 1,86%, dan 2,39%. Sampel yang memenuhi SNI 7390-2012 sampel A dengan nilai 0,23%.

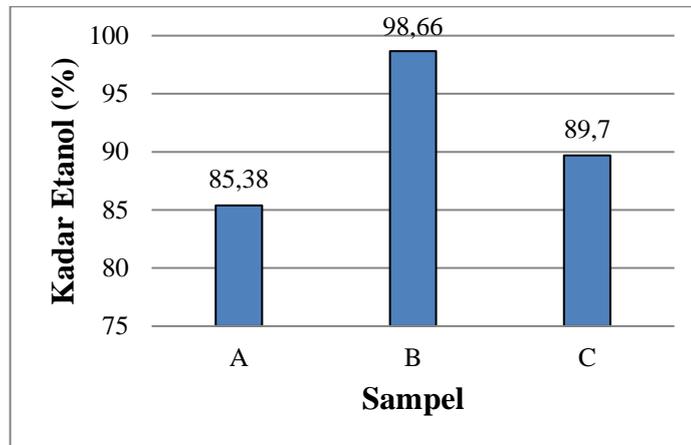


Gambar 1. Grafik nilai kadar air bioetanol

Pada Gambar 1 menunjukkan Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi nilai kadar air pada sampel. Dengan hanya dua kali destilasi, sampel bioetanol masih mengandung banyak air. Jumlah destilasi yang dilakukan sebanding dengan jumlah kadar air yang diperoleh, yang menghasilkan etanol yang lebih murni. Salah satu dampak tambahan dari proses fermentasi adalah air, yang meningkatkan kadar air substrat yang digunakan untuk produk fermentasi karena mikroorganisme mulai menggunakan karbohidrat substrat yang dapat digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan perkembangan dengan cepat. Yunus dkk., (2020) melakukan penelitian melalui hasil dari destilasi nira berdasarkan waktu fermentasi diketahui bahwa pada waktu fermentasi 5 hari terjadi penurunan kemudian meningkat pada waktu fermentasi 7 dan 9 hari.

Kadar Bioetanol

Hasil pengukuran nilai kadar bioetanol pada sampel A, B, dan C adalah sebesar 85,38%, 98,66%, dan 89,70%. Sampel yang memenuhi SNI 7390-2012 adalah sampel B dengan nilai 98,66%.

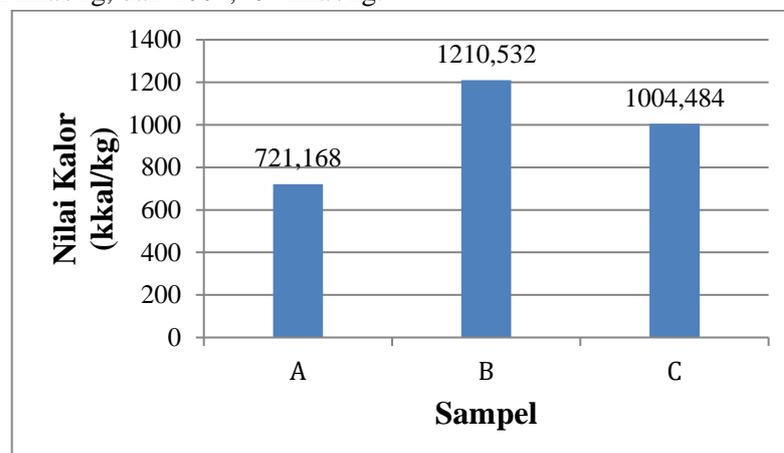


Gambar 2. Grafik nilai kadar bioetanol

Pada Gambar 2 menunjukkan jumlah etanol yang dihasilkan sampel dipengaruhi oleh waktu fermentasi; kadar bioetanol akan meningkat seiring lamanya proses fermentasi hingga mencapai waktu yang optimal dan selanjutnya akan menurun. Penurunan kadar etanol ini disebabkan oleh fase kematian mikroba, ketika sumber karbon atau nutrisi yang digunakan sebagai sumber makanan menjadi kurang tersedia. Fase ini mengganggu pembentukan etanol dan kelangsungan hidup bakteri. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hasanah dkk. (2021) dalam penelitian ini dengan memvariasikan waktu selama 7 hari yang menghasilkan nilai kadar etanol tertinggi yaitu pada fermentasi 5 hari sebesar 5,96%. Hal tersebut menunjukkan bahwa mikroba berada pada masa pertumbuhan optimal, di mana terjadi pemecahan gula secara besar-besaran guna memenuhi pertumbuhan mikroorganisme yang ada dalam ragi tape sehingga menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi. Sedangkan pada waktu fermentasi 6 dan 7 hari mengalami penurunan karena pada keadaan ini kerja mikroba tidak optimal. Penurunan kadar etanol ini disebabkan karena mikroba berada pada fase kematian, dimana ketersediaan nutrisi atau sumber karbon yang dijadikan sebagai sumber makanan telah berkurang sehingga berpengaruh pada kelangsungan hidup mikroba dan pembentukan etanol.

Nilai Kalor

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan nilai kalor pada sampel A, B, dan C yaitu 721,168 kkal/kg, 1210,532 kkal/kg, dan 1004,484 kkal/kg.

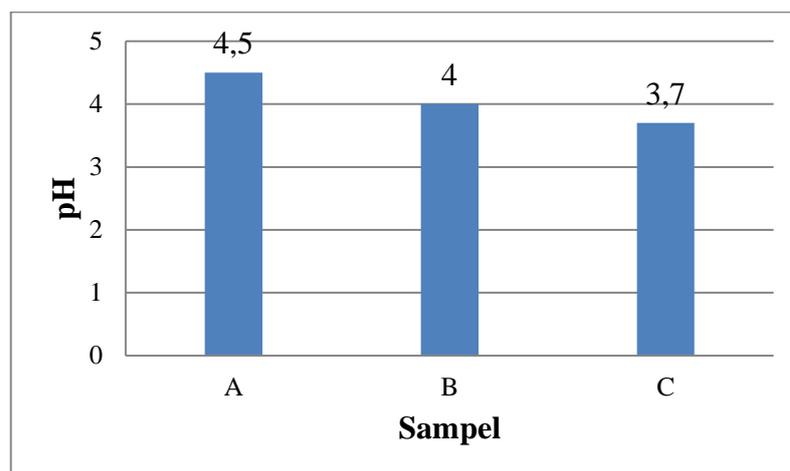


Gambar 3 Grafik nilai kalor bioetanol

Pada Gambar 3 menunjukkan Semakin lama waktu fermentasi maka nilai kalor semakin naik hingga batas waktu optimalnya maka nilai kalor akan menurun. Hal ini dikarenakan substrat (misalnya gula atau pati) habis, mengakibatkan aktivitas mikroorganisme dapat menurun, mengurangi produksi energi serta perubahan kondisi lingkungan, seperti peningkatan asam atau penurunan pH, dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dan menyebabkan penurunan nilai kalor. Saleh dkk. (2016) melakukan pengujian nilai kalor yang mana menghasilkan tren penurunan nilai kalor bioetanol yang ditemukan dalam bonggol pisang dibandingkan dengan kadar bioetanol itu sendiri. Oleh karena itu, nilai kalor bahan bakar terkait erat dengan angka penggunaan bahan bakar; namun, selama pengujian ini, karena campuran premium dan etanol yang memiliki kapasitas untuk mendapatkan kekuatan yang sama dengan nilai bahan bakar yang digunakan, akan lebih rendah daripada nilai premium itu sendiri, yang menunjukkan maka kenaikan etanol pada bahan bakar premium membantu menghasilkan lebih banyak tenaga daripada yang dihasilkan oleh bahan bakar premium murni. Dengan demikian, operasi mesin menghemat bahan bakar.

pH

Dari pengukuran pH didapatkan hasil pada sampel A, B, dan C sebesar 4,5, 4, dan 3,7.



Gambar 4. Grafik nilai pH bioetanol

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai pengukuran pH mempengaruhi produk yang dibuat sepanjang reaksi fermentasi. Semakin lama waktu fermentasi berlangsung, nilai pengukuran pH akan semakin menurun. Setiap mikroorganisme memiliki pH pertumbuhan minimal, maksimal, dan optimal. Untuk ragi, pH ideal untuk pertumbuhannya adalah sekitar 4,0–4,5; pH di bawah 3 menunjukkan bahwa hasil fermentasi etanol akan lebih rendah karena fermentasi berjalan lebih lambat (Anggraini dkk, 2017). Murniati dkk. (2018) melakukan penelitian dimana terjadi penurunan kadar etanol baik pada pH di atas maupun di bawah pH 4 disebabkan oleh fakta bahwa enzim yang dihasilkan oleh ragi roti sebagai penghasil *Saccaromyces cereviceae* dapat berkembang biak dengan baik pada pH ini, sehingga jumlah *S. cereviceae* yang diproduksi juga rendah. Ini dikarenakan untuk berkembang biak, *Saccaromyces cereviceae* menggunakan suhu 25-30 °C dan pH 4-4,5. Selain itu, terlalu banyak asam atau terlalu sedikit akan menyebabkan mikroba denaturasi protein, yang mengakibatkan penurunan aktivitas enzim selama proses fermentasi

KESIMPULAN

Pengaruh waktu fermentasi terhadap karakteristik bioetanol berbasis limbah ampas tebu menunjukkan adanya perubahan signifikan pada beberapa parameter kritis. Selama penelitian, ditemukan bahwa

seiring dengan peningkatan lama waktu fermentasi, terjadi kenaikan pada parameter kadar air sebesar 0,23% hingga 2,39%, serta peningkatan pada nilai kalor dari 721,168 kkal/kg hingga 1210,532 kkal/kg. Namun, terjadi penurunan pada parameter rendemen fermentasi sebesar 85,38% hingga 89,70%, dan pada tingkat pH dari 4,5 menjadi 3,7. Perlu dicatat bahwa parameter bioetanol dan nilai kalor menunjukkan peningkatan hingga mencapai titik optimum tertentu, setelah itu mengalami penurunan. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa waktu fermentasi optimal untuk mencapai kadar bioetanol dengan karakteristik terbaik adalah 7 hari (sampel B), di mana kadar etanol mencapai 98,66%. Hal ini diperkuat dengan hasil pengukuran yang memenuhi standar SNI 7390-2012, serta memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel lainnya. Temuan ini memberikan wawasan penting dalam mengoptimalkan proses fermentasi pada produksi bioetanol berbasis limbah ampas tebu untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, SP. Abrina, Yuningsih, Susy & Sota, Melkysedes Mauritsius. (2017). Pengaruh pH Terhadap Kualitas Produk Etanol Dari Molasses Melalui Proses Fermentasi. *Jurnal Reka Buana*. (Vol.2 No.2).
- Irvan, Prawati, Popphy, & Trisakti, Bambang. (2015). *Pembuatan Bioetanol Dari Tepung Ampas Tebu Melalui Proses Hidrolisis Termal dan Fermentasi Serta Recycle Vinasse (Pengaruh Konsentrasi Tepung Ampas Tebu, Suhu dan Waktu Hidrolisis)*. *Jurnal Teknik Kimia USU*. (Vol. 4 No. 2).
- Murniati, Handayani, Sri, Seno & Risfianty, Dwi, Kartika. (2018). *Bioetanol Dari Limbah Biji Durian (Durio Zibethinus)*. *Jurnal Pijar MIPA*. (Vol. 13 No. 2).
- Yunus, Hasina, & Tang. M. (2020). *Produksi Bioetanol Dari Nira Aren*. *Saintis*. (Vol.1 No.1)
- Putri, Riska Dwi. (2018). *Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Nangka Dengan Metode Fermentasi Menggunakan Saccharomyces Cerevisiae*. *Jurnal Integrasi Proses*. (Vol. 7 No. 1)
- Sriyana, Herman Yoseph & Nasita, ufi. (2019). *Karakteristik Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Singkong*. *Inovasi Teknik Kimia*. (Vol. 4 No. 2)
- Hasanah, Nurul, Side, Sumiati & Sudding. (2021). *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Etanol Dari Limbah Serabut Kelapa Sawit Pretreatment Alkali dan Hidrolisis Asam*. *Jurnal Kimia*. (Vol. 22 No. 1).