

Karakterisasi Bioetanol dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

Faturochman, Gani Supriyanto, Herawati Oktavianty^{*)}

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian
INSTIPER Yogyakarta

Jl. Nangka II, Maguwoharjo (Ringroad Utara), Yogyakarta

^{*)}Correspondence email: hera.oktavianty@gmail.com

ABSTRAK

At the moment, Indonesia still relies heavily on fossil fuels to cover its domestic energy demands. However, one of the main causes of the rise in greenhouse gas emissions is the nation's reliance on fossil fuels for energy damage to the environment. An alternate energy source is called bioethanol. The fermentation process of natural ingredients with the help of microorganisms, Bioethanol produced from biomass in this study is palm empty fruit bunches (PEFB) because of the cellulose content of 45.59% which can be converted into second-generation bioethanol. Poses for making bioethanol of PEFB through the process of pretreatment, hydrolysis, fermentation, and distillation. The purpose of this study is to determine the characteristics of bioethanol produced by PEFB waste. Bioethanol characteristic testing refers to test standards determined by SNI 7390:2008/2013, This study produced ethanol content of 4.92% in 6-day fermentation that did not meet the specified standards, methanol content produced 0.4% in 10-day fermentation and had met the specified standards, water content in 4-10 days fermentation produced 25.56%-30.72% did not meet the specified standards, denaturant content in 10-day fermentation produced 9% had met the specified standards. The fermentation of 6 days produced the best condition, obtaining 4.92% ethanol content and 25% moisture content. Still, it did not meet the specific standards of SNI 7390:2008, but met the SNI standards for the methanol content of 0.4%, denaturant level of 11%, acidity of 0.3 mg /L, chloride ion levels of 0.7 mg /L, sulphur content of 0.68 mg /L, and the sap content of 7 mg / l.

Keywords: bioethanol; characterization; palm empty fruit bunch.

PENDAHULUAN

Salah satu hal terpenting di dunia adalah energi. Perang berkecamuk di antara beberapa negara atas sumber daya energi ini. Bahan bakar fosil saat ini merupakan sumber daya primer untuk umat manusia. Masalah sekarang dengan sumber daya yang terbatas padan bahan bakar fosil pada akhirnya akan habis.

Salah satu pilihan dalam menyokong ketersediaan sumber daya energi terbarukan adalah dengan memanfaatkan sumber dari non fosil seperti bioetanol. Bioetanol merupakan etanol yang dibuat dari biomass yang mengandung komponen pati (karbohidrat) atau selulosa

yang selanjutnya di fermentasi menggunakan bantuan mikroorganismenya *Sacharomyces cerevisia* (Khodijah & Abtokhi, 2015).

Tandan Kosong Kelapa Sawit tersedia tumpah ruah dan selama ini kurang dimanfaatkan secara ideal. Selain jumlah yang melimpah juga karena kandungan selulosa tandan kelapa sawit yang cukup tinggi yaitu sebesar 45 % (Ningsih dkk., 2012). Memilih teknik *pretreatment* yang tepat sangat penting karena menentukan proses hidrolisis dan fermentasi selanjutnya. Dengan demikian, keputusan akhir dari teknik *pretreatment* ini memiliki dampak yang signifikan terhadap total biaya operasi yang terkait dengan pembuatan bioetanol. Ketika teknik *pretreatment* di bawah standar digunakan, hemiselulosa dan lignin sebagian akan terdegradasi dan bahan kimia berbahaya yang dapat menghentikan pengembangan ragi akan diproduksi. Bahan baku lignoselulosa yang digunakan menentukan teknologi *pretreatment* mana yang dipilih juga. Karena kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin masing-masing bahan baku berbeda-beda (Hidayat, 2013).

Bioetanol sering ditulis dengan rumus EtOH. Rumus molekul etanol adalah C_2H_5OH , sedang rumus empirisnya C_2H_6O atau rumus bangunnya CH_3-CH_2-OH . Bioetanol merupakan bagian dari kelompok metil (CH_3-) yang terangkai pada kelompok metilen ($-CH_2-$) dan terangkai dengan kelompok hidroksil ($-OH$). Secara umum akronim dari Bioetanol adalah EtOH (Ethyl-(OH)) (Wusnah dkk., 2019).

Penelitian terdahulu (Darsono & Sumarti, 2014; Khairiah dkk., 2012), hanya menunjukkan volume bioetanol yang dihasilkan dari proses pembuatan bioetanol berbasis tandan kosong kelapa sawit dimana penambahan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 5%, dengan volume bioetanol yang dihasilkan sebesar 14.4 ml, densitas 0.8757 g/ml dan kadar glukosa yang tertinggal sebanyak 8.48%, dan penggunaan serat TKKS dengan perlakuan NaOH 6% dan iradiasi berkas elektron dengan dosis 200 kGy menghasilkan kadar etanol maksimum 6,55 g/L dengan rendemen 12,36%.

Hasil bioetanol dari tandan kosong perlu dianalisa kualitasnya sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait parameter standar lainnya terhadap kualitas bioetanol yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kualitas bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit mencakup kadar etanol, kadar metanol, kadar air, kadar denaturan, keasaman sebagai asam asetat, kadar ion klorida, kandungan belerang dan kadar getah.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian INSTIPER Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada 01 Mei – 30 Agustus 2023.

Alat dan Bahan Penelitian

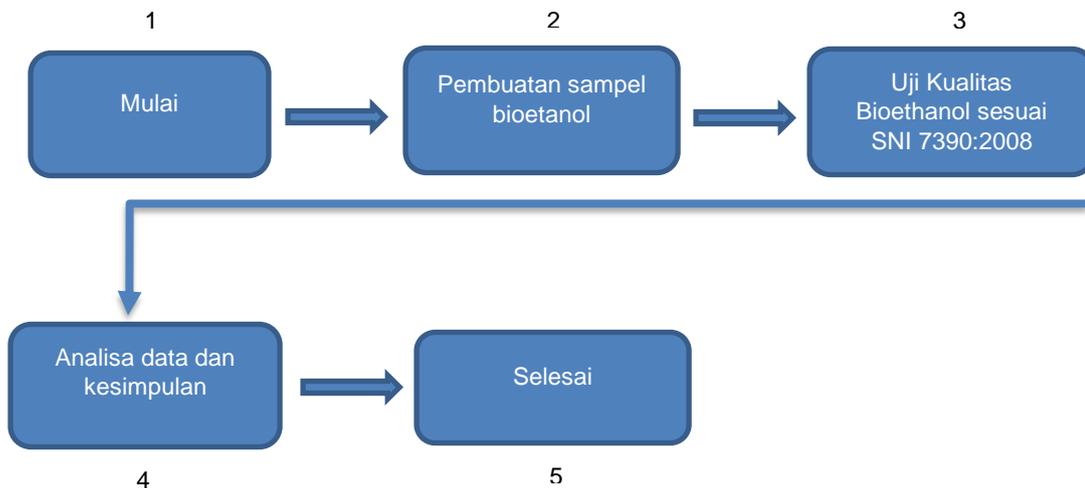
Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi Oven, spectrometry UV-Vis, blender, hot plate, erlenmeyer 1000 ml, timbangan, gelas ukur 1000 ml, alkoholmeter, piknometer, botol kaca/plastik.

Adapun bahan yang dipakai meliputi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) didapatkan dari kebun SEAT INSTIPER Yogyakarta dan telah melalui proses sterilisasi pada tahapan pengolahan CPO skala pilot plant, ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*), akuades, H_2SO_4 , NaOH 6%, kertas saring dan kertas pH.

Prosedur Penelitian

Tahapan prosedur penelitian ditunjukkan pada gambar 1 untuk diagram alir penelitian. Proses pembuatan sampel bioetanol dari TKKS mencakup proses pretreatment, proses hidrolisa, proses fermentasi, dan proses destilasi atau proses pemurnian. Selanjutnya dilakukan uji sampel sesuai dengan standar SNI 7390:2008 mencakup kadar etanol, kadar metanol, kadar air, keasaman, kadar denaturan, kadar ion klorida, kadar belerang dan kadar getah.

Alur Penelitian

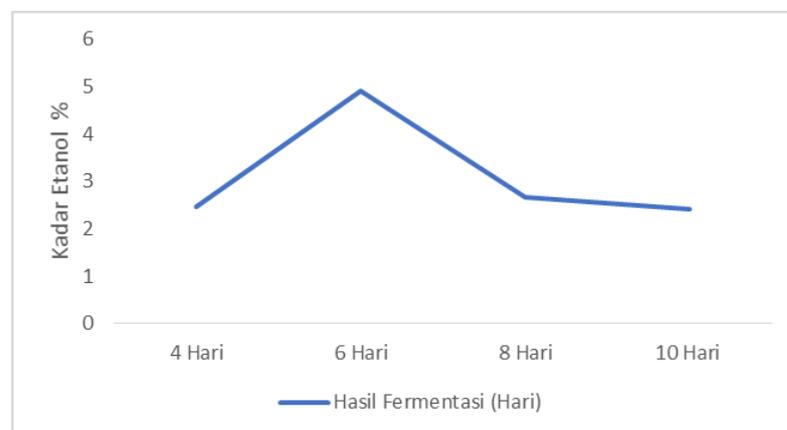


Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kadar Etanol

Hasil pengujian kualiatas bioetanol dari limbah tandan kosong kelapa sawit dengan lama fermentasi 4-10 hari menghasilkan kadar etanol diantara 2,47%-4,92%. Dari gambar 2 dapat dilihat hasil terbaik pada fermentasi 6 hari dengan hasil etanol 4,92% dan hasil kadar paling sedikit terdapat pada fermentasi 10 hari . Kadar etanol pada fermentasi selama 6 hari mencapai nilai tertinggi dan setelah melebihi 6 hari mengalami penurunan hingga ke hari-10. Hal ini disebabkan etanol mempunyai gugus yang bersifat basa maka gugus OH pada fermentasi 6 hari meningkat sehingga menaikkan pH system, sedangkan pada fermentasi selama 8 hari dan 10 hari pH akhir mengalami penurunan, dikarenakan selama proses fermentasi akan menghasilkan gas terlarut yang bersifat asam (H_2CO_3) sehingga kadar etanol pun ikut menurun.

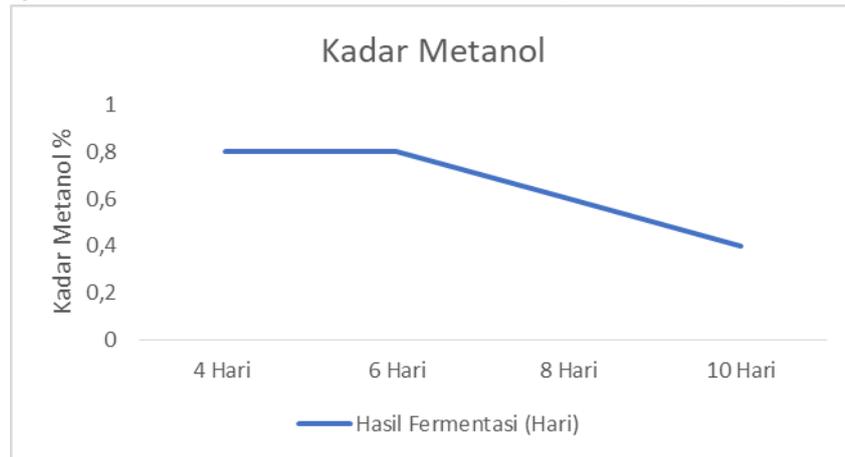


Gambar 2. Kadar etanol pada bioetanol yang dihasilkan

Dengan demikian produksi bietanol masih belum memenuhi standar SNI karena tergolong masih rendah. Rendahnya kadar etanol yang dihasilkan dari limbah tandan kosong kelapa sawit ini menunjukkan bahwa kurangnya destilasi yang dilakukan sehingga masih banyak mengandung kadar air di dalam bietanol menurut (Sutrisna Wijaya dkk., 2012).

2. Kadar Metanol

Hasil kadar metanol berkisar antara 0,8%-0,4% pada rentang waktu fermentasi 4-10 hari. Dari semua fermentasi yang dilakukan, yang sesuai standar SNI 7390:2008 hanya pada fermentasi 4 hari yang menghasilkan kadar metanol sebesar 0,5% dan pada fermentasi 10 hari yang menghasilkan kadar metanol sebesar 0,4% seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Kadar metanol pada bioetanol yang dihasilkan

Proses distilasi akan memisahkan bioetanol dan metanol berdasarkan titik didihnya. proses ini dapat menurunkan kadar metanol pada bioetanol. Metanol memiliki titik didih yang rendah (65°C) titik didih adalah suhu di mana suatu zat cair berubah menjadi gas. Semakin rendah titik didih suatu zat, semakin mudah zat tersebut menguap. Pada suhu ruangan (25°C), metanol sudah dapat menguap. Hasil metanol tandan kosong kelapa sawit lebih kecil maka kemungkinan korosi lebih kecil dan pembakaran bahan bakar yang lebih baik lebih kecil.

3. Kadar Air

Hasil uji kadar air dengan lama fermentasi 4-10 hari menghasilkan kadar air berkisar pada 25,56%-30,72%. Dari gambar 4 menunjukkan bahwa setiap perlakuan lama fermentasi dan berat ragi roti tidak berpengaruh nyata pada kadar air.

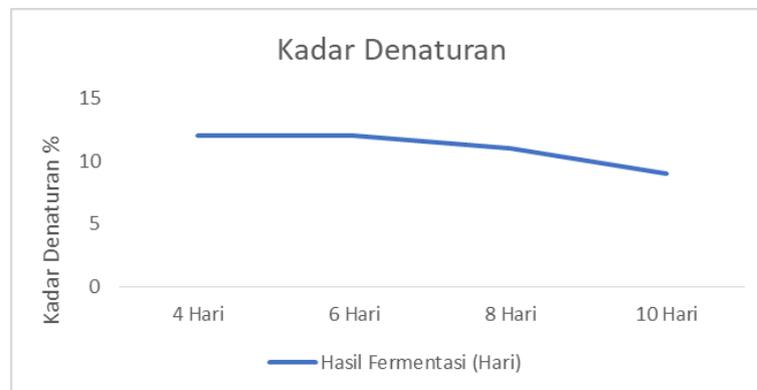


Gambar 4. Kadar air pada bioetanol yang dihasilkan

Hal ini dikarenakan dari bioetanol yang dihasilkan bercampur dengan air sehingga hasilnya masih belum murni. Hal ini juga dapat dipengaruhi karena distilasi yang dilakukan tidak konstan yang mengakibatkan kandungan air yang tersisa masih banyak (Sulaiman 2021). Kelemahan metode distilasi termasuk ketidakmampuannya untuk sepenuhnya memurnikan bioetanol, konsumsi energinya yang tinggi, dan kehilangan etanol berlebih (kehilangan etanol) yang terjadi selama proses. Untuk memisahkan air dari senyawa etanol selama proses pemurnian berdasarkan prinsip dehidrasi.

4. Kadar Denaturan

Hasil uji kadar denaturan ditunjukkan pada gambar 5. Diketahui kadar denaturan bioetanol tandan kosong kelapa sawit bernilai antara 12%-9% pada fermentasi 4-10 hari. Hasil kadar denaturan Tandan Kosong Kelapa Sawit seperti pada tabel 4.1 masih terlalu tinggi dibanding dengan standar pada fermentasi 4-8 hari menghasilkan kadar denaturan sebesar 12-11%. Dari semua fermentasi yang dilakukan hanya pada fermentasi 10 hari yang memenuhi rentang standar yang ditetapkan oleh SNI 7390:2008 dengan rentang 4-10%, hari ke 10 menghasilkan kadar denaturan sebesar 9%.

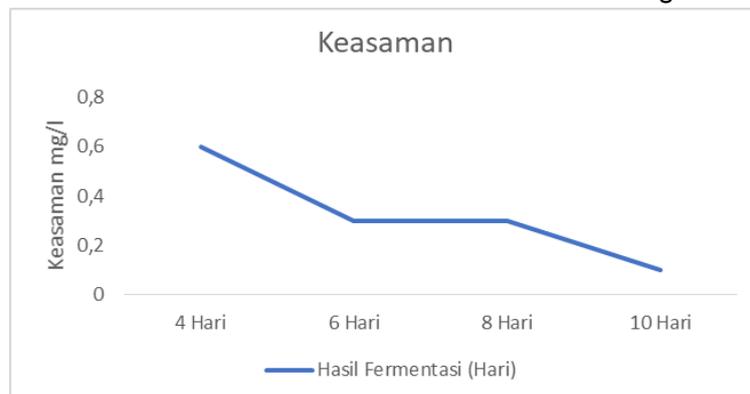


Gambar 5. Kadar denaturan pada bioetanol yang dihasilkan

Denaturan adalah bahan kimia yang dihasilkan pada proses fermentasi yang membuat etanol tidak enak dan memberikan rasa atau bau yang tidak sedap sehingga bioethanol tidak dapat dikonsumsi. Denaturan merupakan hasil sampingan dari proses fermentasi biomassa (Iverson & Dervan, 2011).

5. Keasaman

Hasil pengujian keasaman tersebut bisa digambarkan pada gambar 6 keasaman hasil fermentasi limbah tandan kosong kelapa sawit dengan lama fermentasi 4-10 hari menghasilkan keasaman berkisar antara 0,6-0,1mg/L. Hasil keasaman limbah tandan kosong kelapa telah memenuhi standar dari SNI 7390:2008 dengan standar 30mg/l.

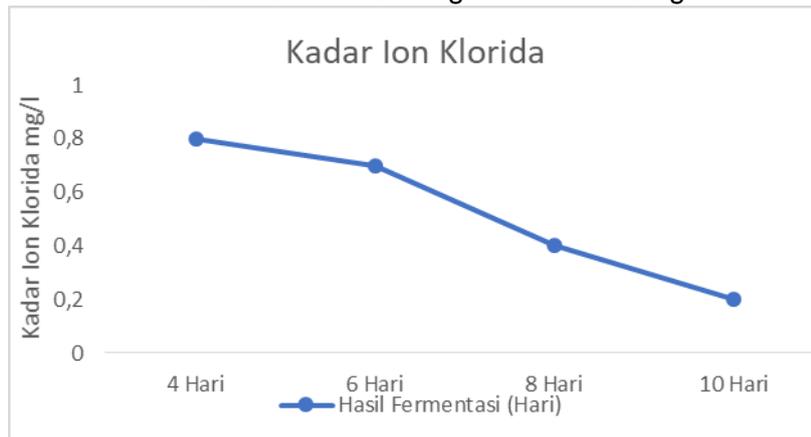


Gambar 6. Keasaman pada bioetanol yang dihasilkan

Kadar keasaman pada saat fermentasi mengalami penurunan Hal ini ternyata disebabkan oleh kecenderungan perubahan nilai keasaman pada media fermentasi disebabkan sel khamir yang mengubah amonia menjadi NH_4^+ sebagai sumber nitrogen, maka semakin banyak biomassa dan bertambahnya waktu fermentasi akan menyebabkan keasaman semakin rendah (Hanidah dkk, 2018).

6. Kadar Ion Klorida

Hasil pengujian kadar ion klorida dapat dilihat dan digambarkan pada gambar 7. Hasil kadar ion klorida dari Tandan Kosong Kelapa Aawit berkisar antara 0,8-0,2mg/L hasil tersebut telah memenuhi standar dari SNI 7390:2008 dengan standar 20mg/L.

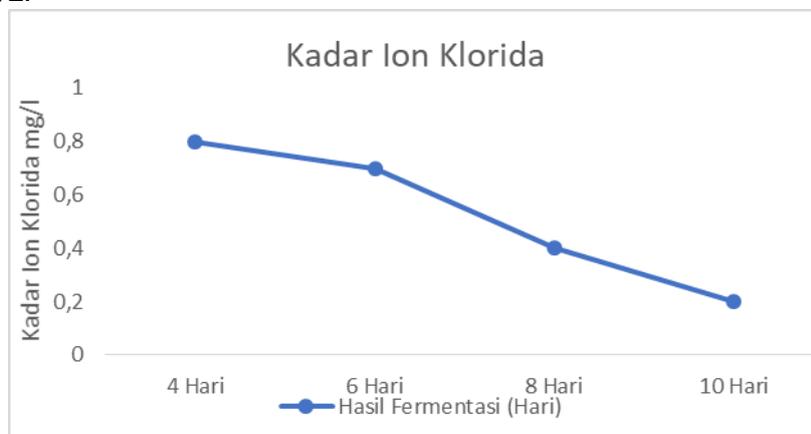


Gambar 7. Kadar ion pada bioetanol yang dihasilkan

Karena Ion klorida sangat korosif dan dapat menurunkan performa mesin karena ion klorida akan masuk ke-dalam pori – pori logam dan ion klorida akan bereaksi dengan logam yang bisa menimbulkan produk korosi di ruang bakar maupun pada sistem bahan bakar. Kadar ion klorida sangat mempengaruhi kualitas bahan bakar apalagi bahan bakar minyak. Akibatnya, semakin sedikit ion klorida yang ada dalam limbah bioetanol tandan kosong kelapa sawit maka kualitas bioetanol akan lebih bagus (Purwasih, 2017).

7. Kadar Belerang

Hasil pengujian kadar belerang limbah tandan kosong kelapa sawit digambarkan pada gambar 8. Gambar 8 menunjukkan nilai kadar belerang limbah tandan kosong kelapa sawit menghasilkan kadar belerang berkisar antara 0,5mg/L - 0,2mg/L. Hasil kadar belerang dari limbah tandan kosong kelapa sawit telah memenuhi standar dari SNI 7390:2008 dengan nilai sebesar 50mg/L.

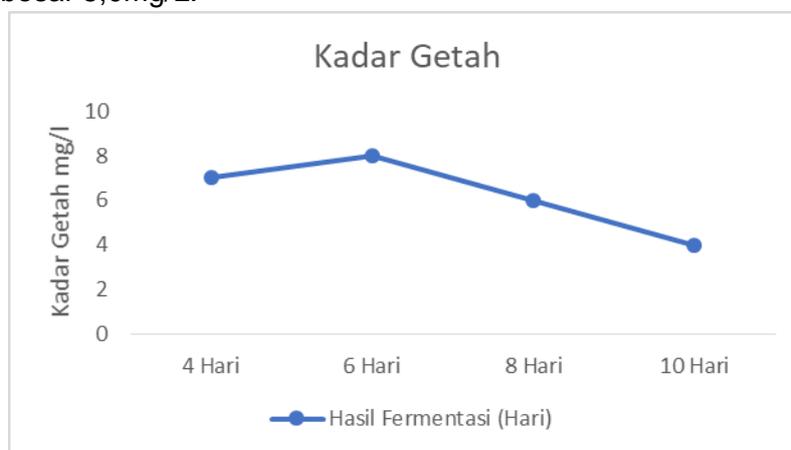


Gambar 8. Kadar belerang pada bioetanol yang dihasilkan

Diketahui bahwa kandungan sulfur bioetanol limbah tandan kosong kelapa sawit lebih rendah dibandingkan dengan standar yang ditentukan. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan bahan kimia berupa asam sulfat pada proses hidrolisis. Kandungan tersebut dapat berkontribusi meningkatkan kandungan sulfur. Sulfur sangat berguna sebagai makanan sampingan untuk pertumbuhan mikroorganisme, sulfur lebih dibutuhkan dalam pembentukan asam amino esensial yang mengandung sulfur (Dhalika dkk., 2012).

8. Kadar Getah

Hasil pengujian kadar getah bioetanol limbah tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada gambar 9. Gambar 9 menunjukkan kadar getah hasil fermentasi 4-10 hari berkisar antara 7,0mg/L - 4,0mg/L. Pada fermentasi di hari ke-4 hingga hari ke-8 tidak melebihi standar yang diacu yaitu sebesar 5,0mg/L. Pada fermentasi hari ke 10 menghasilkan kadar getah sebesar 4,0mg/L, hasil tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan oleh SNI 7390:2008 dengan nilai sebesar 5,0mg/L.



Gambar 9. Kadar getah pada bioetanol yang dihasilkan

Getah adalah senyawa organik yang ditemukan dalam biomassa. Getah dapat menghambat proses hidrolisis dan fermentasi, sehingga menurunkan kadar etanol yang dihasilkan. Asam sulfat dapat membantu menghilangkan getah dari biomassa, sehingga meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan. Jumlah kandungan getah dalam bahan bakar yang mempengaruhi pembakaran dikenal sebagai kandungan gusinya. Saat pembakaran berlangsung, kandungan getah dalam bahan bakar membentuk endapan yang menempel pada ruang bakar, sehingga meningkatkan nilai kompresi di dalam ruang bakar.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

1. Bioetanol dari limbah tandan kosong kelapa sawit dengan lama fermentasi 6 hari menghasilkan kadar etanol sebesar 4,92% dan kadar air sebesar 25% dimana belum memenuhi standar SNI 7390:2008, namun memenuhi standar SNI 7390:2008 untuk kadar metanol sebesar 0,4%, kadar denarutan sebesar 11%, kadar keasaman sebesar 0,3 mg/L, kadar ion klorida 0,7 mg/L, kadar belerang sebesar 0,68 mg/L dan kadar getah sebesar 7 mg/L.
2. Hasil dari uji T yang telah dilakukan dapat disimpulkan pengujian kadar air, kadar abu, gula reduksi, gel strength, tekstur kekerasan, tekstur gummy, tekstur kerekatan menunjukkan ada beda nyata yang signifikan dengan variable kontrol tanpa sari angka. Sedangkan pada pengujian uji coliform, tekstur kekompakan menunjukkan tidak ada beda nyata yang signifikan dengan variable kontrol tanpa sari angka.

SARAN

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam pemurnian bioetanol dari bahan lignoselulosa, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi teknik pemurnian alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Darsono, & Sumarti, M. (2014). Pembuatan Bioetanol dari Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Perlakuan Awal Iradiasi Berkas Elektron dan NaOH. 36(2), 245–252.
- Dhalika, T., Mansyur, & Budiman, A. (2012). EVALUASI KARBOHIDRAT DAN LEMAK BATANG TANAMAN PISANG (*Musa paradisiaca*. Val) HASIL FERMENTASI ANAEROB DENGAN SUPLEMENTASI NITROGEN DAN SULFUR SEBAGAI BAHAN PAKAN TERNAK. Pastura: Jurnal Ilmu Tumbuhan Pakan, 1(2), 97–101.
- Hidayat, M. R. (2013). Teknologi Pretreatment Bahan Lignoselulosa dalam Proses Produksi Bioetanol. Biopropal Industri, 4(1), 33–48.
- Iverson, B. L., & Dervan, P. B. (2011). Produksi Alkohol, Nilai pH, Dan Produksi Gas Pada Bioetanol Dari Susu Rusak Dengan Campuran Limbah Cair Tapioka. 1, 7823–7830.
- Khairiah, N., Dahelmi, D., & Syamsuardi, S. (2012). Jenis-Jenis Serangga Pengunjung Bunga Pacar Air (*Impatiens balsamina* Linn.:Balsaminaceae). Jurnal Biologi Universitas Andalas, 1(1), 9–14.
- Khodijah, S., & Abtokhi, A. (2015). Analisa Pengaruh Variasi Presentase Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) Dan Waktu Pada Proses Fermentasi Dalam Pemanfaatan Duckweed (*Lemna minor*). Jurnal Neutrino, 71. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2989>
- Ningsih, Y. A., Lubis, K. R., & Moeksin, R. (2012). Pembuatan Bioetanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Dengan Metode Hidrolisis Asam Dan Fermentasi. 18(1), 30–34.
- Purwasih, R. (2017). Pemanfaatan Limbah Pabrik Brem Sebagai Bahan Baku Bioetanol Untuk Bahan Bakar Alternatif. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin UNESA, 6(02), 25–36.
- Sutrisna Wijaya, I. M. A., Arya Arthawan, I. G. K., & Novita Sari, A. (2012). Potensi Nira Kelapa Sebagai Bahan Baku Bioetanol. Jurnal Bumi Lestari, 12(1), 85–92.
- Wusnah, W., Bahri, S., & Hartono, D. (2019). Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata* B.C) secara Fermentasi. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 8(1), 48. <https://doi.org/10.29103/jtku.v8i1.1915>