

PERBANDINGAN KADAR BIOETANOL DARI HASIL HIDROLISIS LIMBAH BONGGOL JAGUNG DAN AMPAS TAHU

Achmad Rendy Dwi Yulianto, Bagas Dwi Pangestu, Daffa Yoganza Arrunata, Tun Sriana*

Teknik Pengolahan Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas

Email: rendyedu@gmail.com | bagasdwip55@gmail.com | yoganzadaffa@gmail.com

*tun.sriana@gmail.com

ABSTRAK

Kata kunci:

Bonggol jagung, Ampas tahu, Hidrolisis, Bioetanol

Ketergantungan pada energi fosil akan meningkat seiring berjalannya waktu, untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil perlu pengembangan energi hijau guna memenuhi kebutuhan sumber energi substitusi seperti bioetanol. Bioetanol merupakan energi hijau ramah lingkungan yang didapat dari bahan baku tumbuhan yang mengandung selulosa dan hemiselulosa. Bahan baku biomassa berlignoselulosa diantaranya adalah limbah bonggol jagung dan ampas tahu. Produksi pipilan jagung yang menghasilkan limbah bonggol jagung pada tahun 2023 sebanyak 14,46 juta ton dan konsumsi tahu per kapita juga mengalami peningkatan. Secara rinci, rata-rata konsumsi tahu per kapita pada tahun 2022 yaitu sebesar 0,148 kg per minggu. Jumlah tersebut naik sebesar 2,63% pada tahun 2023 yaitu menjadi 0,152 kg per minggu. Data tersebut memberikan gambaran adanya potensi pencemaran lingkungan akibat peningkatan kegiatan industri yang dilakukan. Sebagai bahan baku pembuatan bioetanol, kandungan hemiselulosa dan selulosa menjadi parameter penting. Bonggol jagung memiliki kandungan hemiselulosa sebesar 39,8% dan selulosa 32,3-45,6%. Sedangkan pada ampas tahu hemiselulosa sebesar 40,49%, kemudian diikuti oleh selulosa sebesar 19,15%. Salah satu tahapan penting dalam pembuatan bioetanol adalah proses hidrolisis. Pada penelitian ini, proses hidrolisis dilakukan dengan menggunakan asam sulfat H_2SO_4 . Hasil penelitian menunjukkan penggunaan H_2SO_4 dengan kadar 5% pada sampel bonggol jagung telah menghasilkan kadar bioetanol yang lebih besar yaitu mencapai 3,1% volume dari pada H_2SO_4 dengan kadar 3% yang hanya mencapai 2,9% volume. Sedangkan pada sampel ampas tahu dengan kadar 5% dan 3% tidak menghasilkan bioetanol.

ABSTRACT

Keywords:

Corncoobs, Tofu dregs, Hydrolysis, Bioethanol

Dependence on fossil energy will increase over time, to reduce dependence on fossil energy, it is necessary to develop green energy to meet the needs of substitute energy sources such as bioethanol. Bioethanol is an environmentally friendly green energy obtained from plant raw materials containing cellulose and hemicellulose. Lignocellulose biomass raw materials include corncoobs waste and tofu dregs. The production of corn weevil that produces corncoobs waste in 2023 is 14.46 million tons and per capita tofu consumption has also increased. In detail, the average per capita tofu consumption in 2022 is 0.148 kg per week. This number increases by 2.63% in 2023, to 0.152 kg per week. The data provides an overview of the potential for environmental pollution due to an increase in industrial activities carried out. As a raw material for making bioethanol, hemicellulose and cellulose content is an important parameter. Corncoobs has a hemicellulose content of 39.8% and cellulose 32.3-45.6%. While in hemicellulose tofu pulp by 40.49%, then followed by cellulose by 19.15%. One of the important stages in making bioethanol is the hydrolysis process. In this study, the hydrolysis process was carried out using sulfuric acid H_2SO_4 . The results showed that the use of H_2SO_4 with a content of 5% in corncoobs samples has resulted in greater bioethanol levels reaching 3.1% by volume than H_2SO_4 with a content of 3%

which only reaches 2.9% by volume. Meanwhile, tofu pulp samples with levels of 5% and 3% did not produce bioethanol

PENDAHULUAN

Energi merupakan sumber kekuatan negara dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Pada beberapa dekade terakhir kebutuhan energi akan terus meningkat. Menurut data dari BPS pada 2021, diperkirakan kebutuhan energi nasional mencapai 2,9 miliar pada tahun 2050.



Grafik 1 Perkiraan Kebutuhan Energi Nasional
(Sumber BPS, 2021)

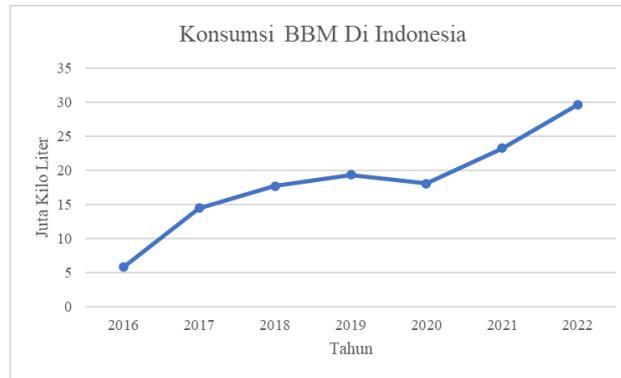
Hal tersebut mengakibatkan timbulnya tantangan terkait keberlanjutan energi dan semakin memperkuat untuk mendapatkan sumber energi terbarukan. Mengingat keberadaan energi fosil dalam negeri yang semakin menipis menyebabkan timbul tantangan baru untuk mengatasinya. Pengembangan sumber energi baru dan terbarukan dapat dilakukan dengan memanfaatkan tumbuh-tumbuhan menjadi biofuel seperti bioetanol, biodiesel, dan biogas. Sehingga dapat menjawab kebutuhan energi nasional tahun 2050.

a) Kebutuhan BBM di Indonesia



Grafik 2 Cadangan Minyak Indonesia 10 Tahun terakhir
(Sumber BPS, 2023)

Minyak merupakan salah satu sumber energi yang tidak akan bisa di perbaharui dan menjadi sumber energi yang paling besar digunakan untuk dikonversi menjadi bahan bakar minyak (BBM). Penggunaan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia, khususnya dalam sektor transportasi, menjadi perhatian utama seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan jumlah kendaraan yang terus meningkat (Pahlevi, 2022). Konsumsi BBM di Indonesia ditampilkan pada grafik berikut:



Grafik 3 Konsumsi BBM Di Indonesia
(Sumber KESDM, 2022)

Penggunaan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia mengalami kenaikan yang sangat pesat. Pada tahun 2016, Indonesia hanya membutuhkan 5,8 juta kiloliter. Namun pada 6 tahun kemudian, penggunaan bahan bakar minyak (BBM) mengalami kenaikan sebesar 80,47% menjadi sebesar, 29,7 juta kiloliter. Di sisi lain cadangan minyak bumi di Indonesia mengalami penurunan dari tahun 2016 tersedia sebesar 7,25 miliar barrel dan pada tahun 2021 hanya sebesar 3,95 miliar barrel sehingga pada rentan waktu 5 tahun terjadi penurunan sebesar -47,23% (Pahlevi, 2022).



Gambar 1 Stasiun Pengumpul BBM Indonesia
(Sumber PT Pertamina)

b) Energi Hijau

Energi hijau atau energi terbarukan memegang peranan krusial dalam menanggapi tantangan global terkait perubahan iklim dan ketergantungan pada sumber daya energi fosil. Energi hijau dapat menjadi substitusi bahan bakar terbarukan yang kian naik setiap tahun. Bersamaan dengan penipisan cadangan minyak bumi, energi hijau akan menjadi solusi terbaik secara nasional.

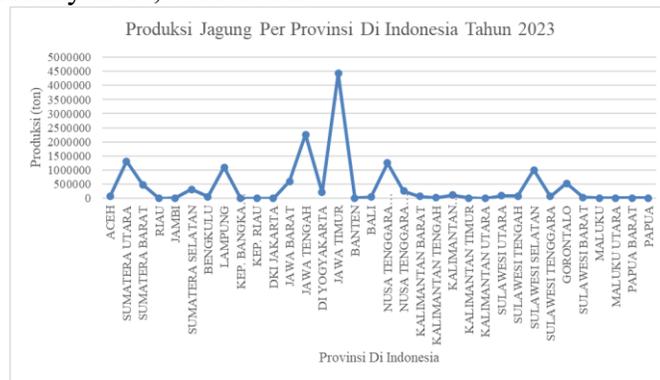
Sumber daya energi fosil yang terbatas menjadi dorongan penting untuk mengembangkan energi terbarukan. Biomassa menjadi salah satu sumber energi yang potensial karena dapat diperbaharui yang tidak hanya berkelanjutan tetapi juga lebih ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan energi terbarukan dapat meningkatkan kemandirian energi suatu negara dengan mengurangi ketergantungan pada pasokan energi dari minyak atau gas alam.

Transformasi energi dari minyak bumi (BBM) ke bioetanol mencerminkan pergeseran strategis menuju sumber energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Latar belakang ini dipandu oleh kebutuhan mendesak untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang terbatas dan dampak negatifnya terhadap lingkungan.

c) Persebaran Limbah Bonggol Jagung dan Limbah Ampas Tahu

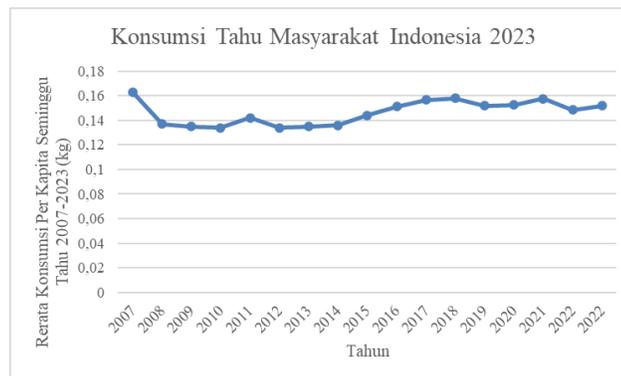
Limbah bonggol jagung dan ampas tahu memiliki peran yang signifikan sebagai energi hijau dalam upaya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Pemanfaatan limbah bonggol jagung dan ampas tahu dapat digunakan sebagai biomassa dan dikonversi menjadi bioenergi. Dalam konteks energi hijau penggunaan limbah ini tidak hanya untuk mengurangi jumlah limbah industri namun dapat juga berkontribusi dalam aspek energi baru terbarukan untuk menunjang pengurangan emisi karbon.

Ketersediaan limbah bonggol jagung dan ampas tahu di Indonesia tersedia melimpah dikarenakan bagian kebutuhan konsumsi masyarakat. Berdasarkan data yang dilampirkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat, Produksi pipilan jagung yang menghasilkan limbah bonggol jagung pada tahun 2023 sebanyak 14,46 Juta ton.



Grafik 4 Produksi Jagung Indonesia Tahun 2023
(Sumber BPS Tahun 2023)

Konsumsi tahu per kapita juga mengalami peningkatan. Secara rinci, rata-rata konsumsi tahu per kapita pada tahun 2022 yaitu sebesar 0,148 kg per minggu. Jumlah tersebut naik sebesar 2,63% pada tahun 2023 yaitu menjadi 0,152 kg per minggu. Data tersebut memberikan gambaran adanya potensi pencemaran lingkungan akibat peningkatan kegiatan industri yang dilakukan. Sehingga perlu dilakukan konversi untuk menghindari penumpukan dari limbah hasil produksi bonggol jagung dan ampas tahu dan dapat menjadi potensi untuk menunjang konversi energi hijau (BPS, 2023).



Grafik 5 Rerata Konsumsi Per Kapita Seminggu Tahu Indonesia
(Sumber BPS Tahun 2023)

Dasar Teori

a) *Bioethanol*

Bioetanol adalah etanol yang bahan utamanya berasal dari tumbuhan dan menggunakan bantuan mikroorganisme dalam prosesnya. Etanol atau *ethyl alcohol* (C_2H_5OH) berupa cairan bening (tidak berwarna), terurai secara biologis (*biodegradable*) (Rikana dan Adam, 2005).

Bioetanol (C_2H_5OH) adalah etanol yang diproduksi dari biomassa yang mengandung komponen pati atau selulosa. Bioetanol diproduksi dari biomassa yang mengandung pati, sehingga perlu adanya hidrolisis pati untuk menghasilkan glukosa secara enzimatik. Hidrolisis enzimatik terjadi dalam dua tahap yaitu tahap likuifikasi yang menggunakan enzim α -amilase dan tahap sakarifikasi yang menggunakan enzim glukosa-amilase. Setelah diperoleh glukosa, kemudian diolah menjadi *etanol* dengan proses fermentasi alkohol yang dapat memecah glukosa menjadi alkohol dan gas dengan menggunakan *yeast* (Kartika, 2020).

b) *Bonggol Zea Mays L.*

Salah satu limbah pertanian berlignoselulosa yang dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol adalah limbah jagung. Limbah jagung meliputi jerami dan tongkol (Richana dan Suarni, 2010). Karakteristik kimia dan fisika dari bonggol jagung sangat cocok untuk pembuatan tenaga alternatif (bioetanol), kadar senyawa kompleks lignin dalam bonggol jagung adalah 6,7-13,9%, untuk hemiselulosa 39,8 %, dan selulosa 32,3-45,6 %. Selulosa hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan selalu berikatan dengan bahan lain yaitu lignin dan hemiselulose. Serat selulosa alami terdapat di dalam dinding sel tanaman dan material vegetatif lainnya. Selulosa murni mengandung 44,4% C, 6,2% H dan 49,3% O (Sjostrom, 1995).



Gambar 2 Limbah Bonggol *Zea Mays L.*

c) *Limbah Ampas Tahu*

Ampas tahu merupakan hasil samping dalam proses pembuatan tahu yang berbentuk padat. Ampas tahu masih mempunyai kandungan karbohidrat dan protein yang masih relatif tinggi karena pada saat pembuatan tahu tidak semua kandungan dapat terestrak (L. H. Rahayu et al., 2016). Menurut Rahayu, dkk (2016) kandungan kimia yang terdapat pada 100 gram ampas tahu memiliki kandungan kalori sebesar 414 kal, Protein 26,6 gram, Lemak 18,3 gram, Karbohidrat 41,3 gram, Kalsium 19 miligram, Fosfor 29 miligram, Zat Besi 4 miligram, Vitamin B1 0,2 miligram dan Air 9 gram. Beberapa kandungan tersebut berpotensi dalam pembuatan energi hijau.

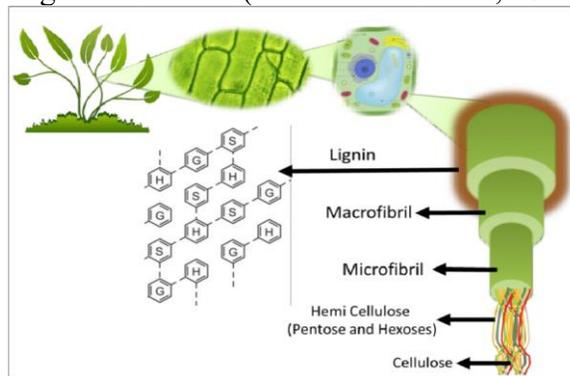


Gambar 3 Limbah Ampas Tahu

d) Selulosa, Hemiselulosa, dan Lignin

Selulosa hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam melainkan selalu berikatan dengan bahan lain yaitu lignin dan hemiselulosa. Serat selulosa alami terdapat di dalam dinding sel tanaman dan material vegetatif lainnya. Selulosa murni mengandung 44,4% C; 6,2% H dan 49,3% O. Rumus empiris selulosa adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$, dengan banyaknya satuan glukosa yang disebut dengan derajat polimerisasi (DP), dimana jumlahnya mencapai 1.200-10.000 dan panjang molekul sekurang-sekurangnya 5.000 nm. Berat molekul selulosa rata-rata sekitar 400.000. Mikrofilbril selulosa terdiri atas bagian amorf (15%) dan bagian berkristal (85%). Struktur berkristal dan adanya lignin serta hemiselulosa disekeliling selulosa merupakan hambatan utama untuk menghidrolisa selulosa (Sjostrom, 1995).

Hemiselulosa terdiri atas 2-7 residu gula yang berbeda. Hemiselulosa berbeda dengan selulosa karena komposisinya terdiri atas berbagai unit gula, disebabkan rantai molekul yang pendek dan percabangan rantai molekul. Unit gula (gula anhidro) yang membentuk hemiselulosa dapat dibagi menjadi kompleks seperti pentosa, heksosa, asam keksuronat dan deoksi-heksosa (Fengel dan Wegener, 1995; Nishizawa, 1989). Struktur tumbuhan berupa lignin & selulosa dan hemiselulosa ditunjukkan pada gambar berikut (Sai Praneeth Thota, 2022) :



Gambar 4 Struktur Ligno-selulosa Tumbuhan

(Sumber *Engineered Science*)

Lignin adalah polimer aromatik kompleks yang terbentuk melalui polimerisasi tiga dimensi dari sinamil *alcohol* (turunan fenil propana) dengan bobot mekul mencapai 11.000. Dengan kata lain, lignin adalah makromolekul dari polifenil. Polimer lignin dapat dikonversi ke monomernya tanpa mengalami perubahan pada bentukdasarnya. Lignin yang melindungi selulosa bersifat tahan terhadap hidrolisis karena adanya ikatan arilalkil dan ikataneter (Nugroho, dkk 2016).

selama 1 jam pada 100°C. Sampel kemudian dicuci menggunakan *aquadest* beberapa kali hingga mendapatkan pH 4-5. Limbah ampas tahu memiliki karakteristik fisik yang berbeda dengan bonggol *Zea Mays L.*, yaitu kadar lignin yang minimal sehingga tidak perlu dikenai proses delignifikasi.

Hasil pengolahan delignifikasi pada *feed* limbah bonggol *Zea Mays L.* kemudian dilakukan proses hidrolisis. Hal yang sama dilakukan untuk sampel ampas tahu. Proses ini dilakukan untuk mengubah kandungan selulosa dan hemiselulosa pada *feed* yang merupakan ati menjadi glukosa. Sampel ditambahkan asam sulfat 400 mL pada gelas beaker kemudian dipanaskan menggunakan *water bath* 100°C selama 1 jam. sampel kemudian dicuci beberapa kali menggunakan *aquadest* hingga mendapatkan pH 4-5.



Gambar 5 Proses Hidrolisis

Pengujian hidrolisis dikenai perbedaan perlakuan sehingga terdapat perbedaan variabel. Variabel yang dipakai berupa asam sulfat H_2SO_4 5% dan 3% untuk masing-masing sampel. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kadar asam sulfat yang dipakai pada proses hidrolisis terhadap hasil bioetanol.

Hasil hidrolisis sampel limbah bonggol *Zea Mays L.* dan limbah ampas tahu ditambahkan yeast sebanyak 10% massa *feed* awal yaitu 10 gram *Saccaromyces Cerevisiae*. Kemudian dilakukan *shaking* selama 30 menit atas dan bawah hingga homogen. Sampel kemudian ditutup hingga kedap udara dan dilakukan proses fermentasi selama 5 hari pada suhu normal 30°C. Variabel sampel untuk bonggol bonggol *Zea Mays L.* dan ampas tahu ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 1 Variabel Sampel

Variabel	Sampel			
	A	B	C	D
<i>Feed</i>	Bonggol Jagung	Bonggol Jagung	Ampas Tahu	Ampas Tahu
Delignifikasi NaOH 2N	Dengan	Dengan	Tanpa	Tanpa
Hidrolisis H₂SO₄	3%	5%	5%	3%



Gambar 6 Proses Shaking

Hasil fermentasi setiap sampel kemudian dilakukan ekstraksi menggunakan destilasi vakum hingga terpisahkan dari ampasnya. *Liquid* hasil pemisahan kemudian dilakukan uji akhir yaitu *density*, *refractometry*, dan *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bioetanol merupakan energi ramah lingkungan yang diproduksi dari material organik yang mengandung sari pati selulosa dan hemiselulosa. Bioetanol dibuat melalui proses hidrolisis untuk membantu mengubah sari pati menjadi glikosida menggunakan asam yang kemudian dilakukan fermentasi dengan bakteri *Saccaromyces Cerevisiae* menjadi *etanol*. Secara umum proses pengolahan limbah tumbuhan menjadi bioetanol yaitu *pre-treatment*, proses delignifikasi, proses hidrolisis, proses fermentasi, dan pengujian produk bioetanol.

Proses hidrolisis dalam pembuatan bioetanol melibatkan asam tertentu supaya mempercepat terjadinya reaksi pembentukan glukosa. Hidrolisis terjadi secara kimiawi yaitu senyawa asam akan memberikan ion hidrogen (H^+) ke dalam larutan sehingga membentuk lingkungan asam. Pada akhirnya akan terdapat glukosa yang terbentuk setelah proses tersebut selesai.

Penelitian ini menggunakan variabel asam sulfat yang digunakan yakni H_2SO_4 3% dan 5% pada setiap sampel pada proses hidrolisis. Namun, untuk selain proses hidrolisis dikenai proses yang sama. Sampel uji dilakukan pengujian *density*, *refractometry*, dan *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) untuk menentukan kualitas bioetanol yang dihasilkan. Hasil uji setiap sampel ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 2 Hasil Uji Sampel

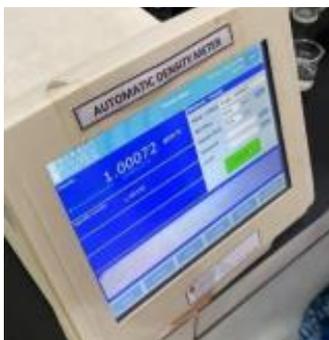
Parameter	Sampel			
	A	B	C	D
<i>Density @ 15°C</i> gram/mL	0,9978	0,9970	1,0020	1,0072
<i>Refractometry</i>	1,332	1,320	1,335	1,338
<i>Fourier Transform</i> <i>Infra-Red</i> (FTIR)	2,9%	3,1%	0,0%	0,0%



Gambar 7 Sampel Penelitian

a. Analisis *Density*

Density merupakan ukuran kerapatan bahan yang dapat digunakan untuk menyatakan komposisi senyawa. Sampel uji memiliki nilai *density* yang *relative* mendekati 1,0 yang artinya sampel banyak mengandung air. Air yang terkandung tersebut berasal dari proses delignifikasi dan hidrolisis. Pada etanol 99% umumnya memiliki *density* sekitar 0,8 sehingga dengan kadar bioetanol yang sedikit pada sampel, maka nilai *density* akan didominasi oleh air. Untuk mendapatkan bioetanol yang baik dapat dilakukan proses destilasi atmosferik untuk memisahkan airnya. Semakin mendekati nilai *density* dari etanol murni, maka hasil uji bioetanol akan semakin baik.



Gambar 8 Hasil Uji *Density* Sampel D

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa *density* secara berurutan dari terkecil hingga terbesar terdapat pada sampel B, A, C, dan D. Pada hasil uji FTIR secara berurutan dari terbesar hingga terkecil yaitu sampel B, A, C, dan D. Secara keseluruhan dapat ditarik kesimpulan bahwa sampel bioetanol yang berkualitas bagus yaitu sampel B, diikuti sampel A, sampel C, dan sampel D.

b. Analisis *Refractometry*

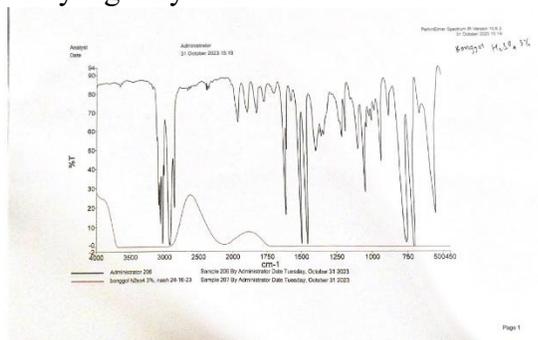
Refractometry yaitu ukuran indeks bias suatu zat yang biasanya digunakan untuk mengontrol kualitas produk dan spesifikasi. Pada bioetanol, nilai *refractometry* digunakan untuk menentukan konsentrasi etanol dalam larutan, termasuk penentuan kadar air dalam bioetanol sehingga dapat memenuhi spesifikasi. Etanol murni umumnya pada suhu 20°C dan tekanan normal memiliki nilai *refractometry* sekitar 1,361.

Berdasarkan pengujian yang telah ditentukan pada parameter hasil uji nilai *refractometry*, secara keseluruhan memiliki nilai di bawah etanol murni. Hal tersebut menandakan bahwa sampel bioetanol memiliki kadar air yang tinggi sehingga membuat kadar dan konsentrasinya sangat rendah dan didominasi dengan air. Maka dari itu sampel bioetanol sebaiknya dilakukan uji destilasi atmosferik untuk memisahkan airnya sehingga produk akan lebih murni.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa *refravtometry* secara berurutan dari terkecil hingga terbesar terdapat pada hasil uji refraktometri secara berurutan dari terkecil hingga terbesar yaitu sampel B, A, C, dan D.

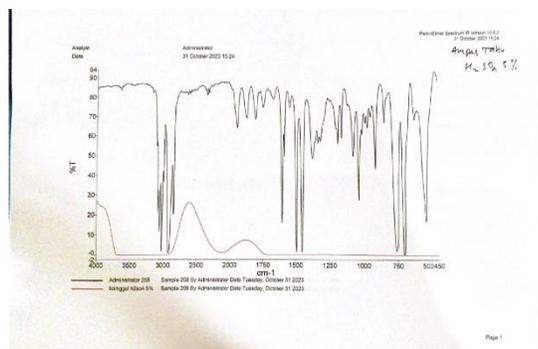
c. Analisis FTIR

Fourier Transform Infra-Red (FTIR) yaitu metode analisis kimia yang digunakan untuk menentukan komposisi senyawa kimia dalam suatu zat. FTIR dinyatakan dalam grafik periodik dengan interval tertentu. Pada senyawa etanol yang mana termasuk golongan alkohol berada pada sekitar 3000/cm hingga 3200/cm yang dinyatakan dalam %T atau kadar etanol.



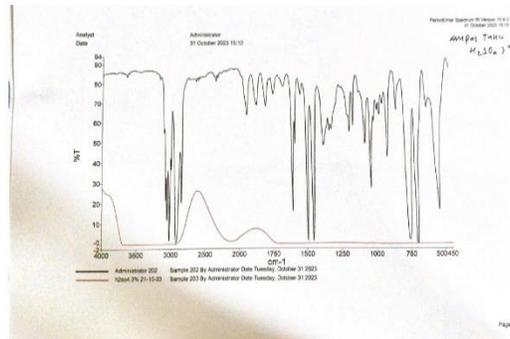
Gambar 9 Hasil Uji FTIR Sampel A

Berdasarkan hasil uji sampel A yang merupakan bioetanol berbahan dasar limbah *Zea Mays L.* dengan kadar asam sulfat H_2SO_4 3% pada proses hidrolisis menunjukkan bahwa pada rentang 3000/cm hingga 3200/cm grafik tersebut memiliki kadar etanol sebesar 2,9%. Hasil menunjukkan bahwa sampel memiliki kadar etanol yang rendah dan didominasi oleh senyawa selain *alcohol* sehingga membuatnya tidak murni.



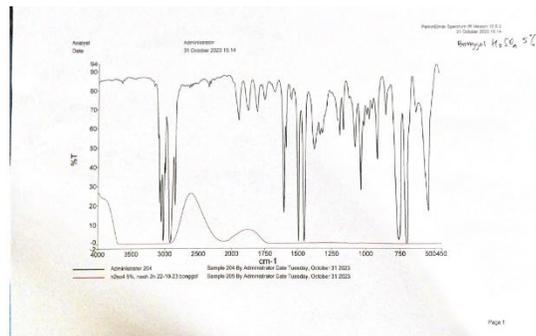
Gambar 10 Hasil Uji FTIR Sampel B

Berdasarkan hasil uji sampel B yang merupakan bioetanol berbahan dasar limbah *Zea Mays L.* dengan kadar asam sulfat H_2SO_4 5% pada proses hidrolisis menunjukkan bahwa pada rentang 3000/cm hingga 3200/cm grafik tersebut memiliki kadar etanol sebesar 3,1%. Hasil menunjukkan bahwa sampel memiliki kadar etanol yang rendah dan didominasi oleh senyawa selain *alcohol* sehingga membuatnya tidak murni. Namun, memiliki jumlah yang lebih tinggi dari sampel A, hal ini dibuktikan dengan besarnya *density* sampel A yang lebih rendah dari pada sampel B. Sehingga sampel B memiliki kualitas yang lebih baik dari pada sampel A.



Gambar 11 Hasil Uji FTIR Sampel C

Berdasarkan hasil uji sampel C yang merupakan bioetanol berbahan dasar limbah ampas tahu, dengan kadar asam sulfat H_2SO_4 5% pada proses hidrolisis menunjukkan bahwa pada rentang 3000/cm hingga 3200/cm grafik tersebut memiliki kadar etanol sebesar 0%. Hasil menunjukkan bahwa sampel tidak memiliki kadar etanol dan didominasi oleh senyawa selain *alcohol* sehingga membuatnya tidak murni. Hal tersebut didukung dengan hasil uji *density* yang menunjukkan bahwa nilainya melebihi 1,0 dari *density* air murni.



Gambar 12 Hasil Uji FTIR Sampel D

Berdasarkan hasil uji sampel D yang merupakan bioetanol berbahan dasar limbah ampas tahu, dengan kadar asam sulfat H_2SO_4 3% pada proses hidrolisis menunjukkan bahwa pada rentang 3000/cm hingga 3200/cm grafik tersebut memiliki kadar etanol sebesar 0%. Hasil menunjukkan bahwa sampel tidak memiliki kadar etanol dan didominasi oleh senyawa selain *alcohol* sehingga membuatnya tidak murni. Hal tersebut didukung dengan hasil uji *density* yang menunjukkan bahwa nilainya melebihi 1,0 dari *density* air murni, sama halnya sampel C.

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa pada proses hidrolisis yang membedakan kadar H_2SO_4 yang dipakai dapat mempengaruhi hasil bioetanol. Sampel A mengandung 2,9% bioetanol sedangkan sampel B mengandung 3,1% bioetanol. Pada sampel A dan B jika dibandingkan dapat diketahui bahwa kadar H_2SO_4 yang dipakai lebih besar sampel B yaitu 5% sedangkan sampel A yaitu 3%. Hal ini mengakibatkan terbentuknya glukosa yang lebih banyak dan baik pada sampel tersebut ketika proses hidrolisis. Sehingga pada sampel B memiliki kadar bioetanol yang lebih besar dari pada sampel A, hal ini didukung dengan besarnya nilai *refractometry* dan *density* yang lebih rendah juga dari pada sampel A.

Pada sampel C dan D tidak ditemukan kandungan bioetanol. Hal tersebut terlihat pada kadar sampel ampas tahu yang tidak ditemukan baik senyawa lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Sehingga tidak berpotensi dalam dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan bioetanol.

KESIMPULAN

Kadar asam sulfat H_2SO_4 5% dapat mempengaruhi proses hidrolisis yaitu menjadi lebih optimal untuk menghasilkan bioetanol dibandingkan kadar asam sulfat H_2SO_4 3% untuk sampel bonggol bonggol *Zea Mays L.* dengan dibuktikan pada kadar bioetanol terbesar diperoleh pada sampel bonggol *Zea Mays L.* dengan H_2SO_4 5% memiliki kadar bioetanol sebesar 3,1% volume. Sedangkan kadar bioetanol tidak ditemukan pada sampel ampas tahu.

REFERENSI

- BPS. 2023. Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung Menurut Provinsi, 2022-2023. Diakses pada 16 Januari 2024 melalui <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjIwNCMy/luas-panen-produksi-dan-produktivitas-jagung-menurut-provinsi.html>
- BPS. 2023. Rata-Rata Konsumsi per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting, 2007-2023. Diakses pada 16 Januari 2024 melalui <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/OTUwIzE=/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapa-macam-bahan-makanan-penting-2007-2023.html>
- Goodstats. 2023. Konsumsi BBM di Indonesia Meningkat pada 2022. Diakses pada 17 Januari 2024 melalui <https://data.goodstats.id/statistic/Fitrinurhdyh/konsumsi-bbm-di-indonesia-meningkat-pada-2022-ESja8>
- Kartika, Fikka. Dkk. 2020. Perbandingan Proses SHF & SSF Dalam Produksi Bioetanol dari Bonggol Pisang Kepok. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur. Sentikum VOL 3 C9.1-C9.4
- Lisna Efiyanti, 2015 Pengaruh Perlakuan Delignifikasi Terhadap Hidrolisis Selulosa Dan Produksi Etanol Dari Limbah Berlignoselulosa. Pusat Penelitian Konversi dan Rehabilitasi
- Luciasih, 2015 Proses Produksi Bioetanol Berbasis Singkong, Seminar Nasional UPN "Veteran" Jawa Timur
- Nugroho, dkk. 2016. Pembuatan Bioetnaol dari Bonggol jagung. Jurnal Inovasi proses, Vol 1. No. 1.
- Pahlevi, Reza. Databoks. 2022. Cadangan Minyak Indonesia Terus Menipis dalam 10 Tahun Terakhir. Diakses Pada 06 Januari 2024 melalui <https://rb.gy/hc94ds>
- Putri, Melysa., dkk. 2013. Pengaruh Penambahan NaOH-NH₄OH Untuk Produksi Bioetanol Dari Ampas Tebu Dengan Metode Simultaneous Saccharification Fermentation (SSF). Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas: Sumatera Barat
- Rahayu, 2016 Pemanfaatan Limbah Ampas Tahu Menjadi Bioetanol. Universitas Pandanaran. Semarang
- Richana & Suarni, 2010 Teknologi Pengolahan Jagung. Teknik Produksi dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Indonesia
- Rikana & Adam, 2005 Pembuatan Bioetanol Dari Singkong Secara Fermentasi Menggunakan Ragi Tape. Universitas Dipenogoro. Semarang
- Sai Praneeth Thota, dkk. 2022. Plant Biomass Derived Multidimensional Nanostructured Materials: A Green Alternative for Energy Storage. Engineered Science LLC 2022 18.31-58 Page 33
- Sjostrom, 1995 Kimia Kayu, Dasar-dasar Penggunaan. Edisi kedua. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Sun dan Chang, 2012 Pembuatan bioetanol dari limbah tongkol jagung dengan variasi konsentrasi asam kiloliterorida dan waktu fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*, 19(1), 60–69



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License