

Pembuatan Bioetanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Ubi Kayu

Nur Asma Deli¹, Hanifah Khairiah²

¹⁻²Politeknik Kampar, Indonesia

Alamat: Jl. Tengku Muhammad KM 2 Batu Belah, Kampar, Riau

Korespondensi penulis: nur-asma@poltek-kampar.ac.id

Abstract. Renewable energy is energy that comes from renewable sources including geothermal, wind, bioenergy, sunlight, water flow and waterfalls as well as the movement and temperature differences of the ocean layers. One of the renewable energies that must continue to be developed is biomass energy derived from organic materials. The results of biomass conversion can be in the form of biogas, bioethanol, biodiesel, charcoal and so on. One of the alternative energies that can replace fossil energy sources is bioethanol. Raw materials that can be used as bioethanol are empty oil palm bunches and cassava. This study aims to determine whether the production of bioethanol from empty oil palm bunches and cassava produced is in accordance with Bioethanol Quality (SNI 7390-2012). This study consists of 5 processes, namely: preparation of raw materials, pretreatment of empty oil palm bunches, hydrolysis, fermentation, distillation. The final analysis results of bioethanol production with a density of 0.8896-0.911 gr/ml, brix content of 3-4%, pH level of 3-4, bioethanol yield of 15% - 30%. The optimum bioethanol yield is at 100% cassava variable with density data of 0.8896 gr/ml, brix content of 4%, pH level of 4, and yield of 30%. The results of the bioethanol quality test are not in accordance with the SNI 7390-2012 Standard.

Keywords: Bioethanol, Cassava, Tkks, Hydrolysis, Fermentation, Distillation.

Abstrak. Energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari sumber-sumber terbarukan antara lain panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, aliran dan terjunan airserta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut. Salah satu energi terbarukan yang harus terus dikembangkan yaitu energi biomassa yang berasal dari bahan organik. Hasil konversi biomassa tersebut dapat berupa biogas, bioetanol, biodiesel, arang dan sebagainya. Salah satu energi alternatif yang dapat menggantikan sumber energi fosil adalah bioetanol. Bahan baku yang dapat dijadikan bioethanol Tandan kosong kelapa sawit dan Ubi kayu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pembuatan bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit dan ubi kayu yang dihasilkan telah sesuai dengan Kualitas Bioetanol (SNI 7390-2012). Penelitian ini terdiri dari 5 proses yaitu: persiapan bahan baku, pretreatment tandan kosong kelapa sawit, hidrolisis, fermentasi, destilasi. Hasil analisa akhir pembuatan bioetanol dengan densitas sebesar 0,8896-0,911 gr/ml, kadar brix sebesar 3-4%, kadar pH 3-4, perolehan bioetanol sebesar 15% - 30%. Hasil bioetanol optimum adalah pada variabel ubi 100% dengan data densitas 0,8896 gr/ml, kadar brix 4%, kadar pH 4, Dan rendemen 30%. Hasil uji kualitas bioetanol belum sesuai dengan Standar SNI 7390-2012.

Kata kunci: Bioetanol, Ubi kayu, Tkks, Hidrolisis, Fermentasi, Destilasi.

1. LATAR BELAKANG

Salah satu energi yang termasuk energi terbarukan yang harus bisa terus di kembangkan yaitu energi biomassa. Energi biomassa tersebut berasal dari bahan organik dan juga memiliki keragaman jenis. Energi biomassa dapat di buat dari tanaman seperti pada lahan perkebunan, pertanian, hutan, bahkan limbah, baik limbah domestik dan limbah pertanian. Biomassa ini tentunya tidak akan mengakibatkan penumpukan gas CO₂ karena gas CO₂ yang dihasilkan oleh reaksi pembakaran dipakai untuk pembentukan biomassa itu sendiri. Hasil konversi biomassa tersebut dapat berupa biogas, bioetanol, biodiesel, arang dan sebagainya (Subagyo Rachmat & Saga Imam Ahdy, 2019).

Data tersebut menunjukkan bahwa semakin berkurangnya kandungan minyak bumi di Indonesia. Hal ini mendorong manusia untuk mencari energi alternative untuk menggantikan penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar. Salah satu energi alternatif yang dapat digunakan untuk menggantikan minyak bumi sebagai bahan bakar adalah bahan bakar bioetanol. Bioetanol dapat diproduksi dari berbagai bahan baku yang banyak terdapat di Indonesia, sehingga sangat potensial untuk diolah dan dikembangkan karena bahan bakunya sangat dikenal masyarakat. Tumbuhan yang potensial untuk menghasilkan bioetanol antara lain tanaman yang memiliki kadar karbohidrat tinggi, seperti tebu, nira, aren, sorgum, ubi kayu, jambu mete (limbah jambu mete), garut, batang pisang, ubi jalar, jagung, bonggol jagung, jerami, Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan bagas (ampas tebu) (Gusmailina, 2010).

Bahan pokok yang baik digunakan untuk menghasilkan bioetanol adalah singkong/ubi kayu dan tandan kosong kelapa sawit. Singkong mengandung karbohidrat tinggi maka perlu di jadikan suatu penelitian mengenai pembuatan bioetanol dari singkong. Begitu juga dengan Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah utama berligniselulosa yang belum dimanfaatkan secara optimal dari industri pengolahan kelapa sawit. Padahal Tandan Kosong Kelapa Sawit berpotensi untuk dikembangkan menjadi barang yang lebih berguna, salah 2 satunya menjadi bahan baku bioetanol. Hal ini karena tandan kosong kelapa sawit banyak mengandung selulosa yang dapat dihirolisis menjadi glukosa kemudian difermentasi menjadi bioetanol. Kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu sebesar 45% menjadikan kelapa sawit sebagai prioritas untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioethanol (Aryafatta, 2008). Penggunaan bioetanol menjadi bahan bakar kendaraan dapat menjadi sebuah alternatif yang aman, karena sumbernya berasal dari tumbuhan dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Sarkar, 2013.) Dari uraian diatas maka dilakukan sebuah penelitian yang berjudul ‘‘Pembuatan Bioetanol Dari Bahan Baku Ubi kayu Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)’’.

2. KAJIAN TEORITIS

Kajian teoritis disini berisi defenisi - defenisi terkait penelitian yang dilaksanakan, sebagai berikut:

2.1 Ubi Kayu

Menurut Supriyanto (2006), tanaman ubi kayu ditinjau dari aspek bahan baku, aspek teknologi, aspek lingkungan, serta aspek komersial lebih menjanjikan sebagai bahan baku bioethanol dibandingkan tandan kosong kelapa sawit. Kandungan pati yang tinggi pada ubi kayu merupakan substrat yang baik untuk menghasilkan glukosa sebagai produk antara pada pembuatan etanol. Sebagai bahan baku, ubi kayu dapat digunakan dalam bentuk segar atau

chips. Pada dasarnya proses pengolahan ubi kayu menjadi etanol meliputi gelatinisasi pati, diikuti hidrolisis pati secara enzimatis menjadi glukosa dengan menggunakan enzim α -amilase dan glucoamilase (likuifikasi dan sakarifikasi) yang selanjutnya difermentasi menjadi etanol dengan bantuan bakteri (Kartika *et al.* 1992). Kandungan ubi kayu dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Kandungan pada ubi kayu/singkong

Parameter	Kadar (%)
Selulosa	36,58
Hemiselulosa	7,65
Lignin	10,38

Sumber : Artiyanti dan Soedjono (2011)

Ubi kayu sebagai bahan baku sumber energi alternatif memiliki kadar karbohidrat sekitar 98,4674 %. Tanaman ubi kayu sebagai bahan baku bioetanol dapat tumbuh di lahan yang kurang subur serta masa panennya tidak tergantung pada musim sehingga panennya dapat berlangsung sepanjang tahun. Oleh karena itu, dikatakan bahwa ubi kayu merupakan bahan baku yang potensial untuk pembuatan bioetanol.

Selain sebagai sumber energi, karbohidrat juga berfungsi sebagai cadangan makanan, pemberi rasa manis pada makanan, membantu pengeluaran feses dengan cara mengatur peristaltik usus, penghemat protein karena bila karbohidrat makanan terpenuhi, protein terutama akan digunakan sebagai zat pembangun. Karbohidrat juga berfungsi sebagai pengatur metabolisme lemak karena karbohidrat mampu mencegah oksidasi lemak yang tidak sempurna (Winarno, 2004).

Berikut ini macam-macam bentuk karbohidrat :

- 1) Monosakarida, macam-macam monosakarida antara lain: glukosa, fruktosa, galaktosa dan mannose.
- 2) Disakarida, macam-macam disakarida antara lain: maltosa, sellobiosa, sukrosa (gula pasir) dan laktosa.
- 3) Polisakarida, macam-macam polisakarida antara lain: amilum, glikogen dan selulosa.

2.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang merupakan limbah industry sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal dan sering menimbulkan pencemaran lingkungan. Saat ini, pemanfaatan TKKS terbatas dan hanya dipakai sebagai pupuk, bahan baku matras, dan media tumbuh tanaman jamur (Irawati 2006). Oleh karena itu, perlu diupayakan agar limbah TKKS dapat menjadi produk yang lebih bermanfaat. TKKS merupakan limbah terbesar pada industri kelapa sawit, yaitu mencapai 22% sampai dengan 25% dari bobot buah segar (Purwantana dkk. 2011; Subiyanto dkk. 2004). Menurut Syafina *et al.* (2002), TKKS mengandung selulosa 41,3% sampai dengan 46,5%; hemiselulosa 25,3% sampai dengan 33,8%; dan lignin 27,6% sampai dengan 32,5%.

Kandungan selulosa dan hemiselulosa dalam TKKS berpotensi dapat digunakan sebagai sumber gula pereduksi melalui proses kimiawi atau enzimatik. Larutan gula yang dihasilkan dapat dikonversi menjadi beberapa produk seperti alkohol, aseton, butanol, dan produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi (Darnoko 2001).

Tabel 2.2 Komponen tandan kosong kelapa sawit

Komponen	Berat (%)
Selulosa	44,2
Hemiselulosa	33,5
Lignin	20,4

Sumber : (Aziz *et al.*, 2002).

Selulosa dan hemiselulosa yang terdapat dalam TKKS berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi berbagai produk yang lebih berharga seperti asam-asam organik, pelarut etanol, aseton, butanol, PST, xanthan, zat antibiotika dan berbagai produk lainnya. Sementara lignin yang terkandung dalam TKKS perlu dihilangkan terlebih dahulu atau disebut dengan delignifikasi (Soraya *et al.*, 2012). Delignifikasi bertujuan untuk menghilangkan lignin, juga dapat mengurangi kristalinitas selulosa, dan meningkatkan porositas bahan. Perlakuan pendahuluan ini dapat dilakukan secara fisika, fisiko-kimia, kimia, biologis maupun kombinasi dari cara-cara tersebut (Kumar *et al.*, 2009).

2.3 Bioetanol

Bioetanol adalah suatu senyawa yang memiliki rumus molekul C_2H_5OH dengan rumus bangunnya CH_3-CH_2-OH namun sering ditulis dengan EtOH. Bioetanol diproduksi dari biomassa yang mengandung gula, pati, dan selulosa (Arlianti, 2018). Bioetanol pada prinsipnya adalah etanol yang diperoleh melalui proses fermentasi sehingga dinamakan bioetanol.

Bioetanol merupakan bahan bakar nabati yang relatif mudah dan murah diproduksi. Sehingga industri rumahan sederhana pun mampu membuatnya. Biasanya bioetanol dibuat dengan teknik fermentasi biomassa seperti umbi-umbian, jagung atau tebu dan dilanjutkan dengan destilasi. Bioetanol dapat digunakan secara langsung maupun tidak langsung sebagai bahan bakar (Wijaya, 2017).

2.4 Delignifikasi

Delignifikasi merupakan proses pengurangan lignin dan pemecahan lignoselulosa menjadi lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Menurut Sun (2002), delignifikasi yang baik harus meningkatkan pembentukan gula pada proses hidrolisis enzimatik, menghindari degradasi selulosa, menghindari pembentukan produk samping yang dapat menghambat proses hidrolisis dan fermentasi, serta ekonomis.

2.5 Hidrolisis

Hidrolisis adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah terurai. Pada reaksi hidrolisis pati dengan air, air akan menyerang pati dengan air, air akan menyerang pati dengan ikatan α -1,4- glukosida menghasilkan dextrin, sirup atau glukosa tergantung pada derajat pemecahan rantai polisakarida dalam pati. Reaksi antara air dan pati ini berlangsung sangat lambat sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Katalisator ini bias berupa asam maupun enzim. Katalisator asam yang biasa digunakan adalah asam klorida, asam nitrat dan asam sulfat. Dalam industri umumnya digunakan asam klorida sebagai katalisator. Pemilihan ini didasarkan bahwa garam yang terbentuk setelah penetralan hasil merupakan garam yang tidak berbahaya yaitu garam dapur. Faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi hidrolisa pati adalah suhu reaksi, waktu reaksi, dan konsentrasi katalisator (Endah dkk., 2009).

2.6 Fermentasi

Proses fermentasi merupakan proses biokimia dimana terjadi perubahan-perubahan atau reaksi-reaksi kimia dengan pertolongan jasad renik penyebab fermentasi tersebut bersentuhan dengan zat makanan yang sesuai dengan pertumbuhannya (K. Mastanjević *et al.*, 2018). Akibat terjadinya fermentasi sebagian atau seluruhnya akan berubah menjadi alkohol setelah beberapa waktu lamanya.

2.7 Destilasi

Distilasi adalah metode pemisahan komponen-komponen dari suatu campuran berdasarkan perbedaan titik didih masing-masing komponen penyusun dan distribusi fase gas serta fase cair dari komponen dalam campuran. Titik didih dari campuran zat cair tergantung pada konsentrasi komponen yang terkandung didalamnya. Sehingga proses distilasi tergantung pada karakteristik tekanan uap dari campuran, dimana tekanan uap tersebut terjadi karena adanya suplai panas sebagai faktor pemisah (separating agent) (Poespowati, 2016).

2.8 Kualitas Bioetanol

Bioetanol merupakan energi yang dapat dihasilkan dari proses biologi maupun kimia. Energi yang dihasilkan dari proses ini ialah berupa cairan alkohol. Alkohol adalah senyawa hidrokarbon berupa gugus hidroksil (-OH) dengan dua atom karbon (C). Spesies alkohol yang banyak digunakan adalah $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ yang disebut iso propil alkohol (IPA) atau propanol-2. Dalam dunia perdagangan disebut alkohol adalah etanol atau etil alkohol atau metil karbinol dengan rumus kimia $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (Rama, 2008).

3. METODE PENELITIAN

Tahapan metodologi penelitian yang dilakukan adalah:

3.1 Persiapan Bahan Baku Ubi Kayu Dan TKKS

Tahap awal yang dilakukan dalam proses persiapan sebagai bahan baku adalah pemilihan bahan baku ubi kayu yang dijual di pasar Bangkinang. Kemudian dibersihkan ubi kayu. Ubi yang telah dibersihkan di potong kecil-kecil dan di haluskan atau di blender.

Kemudian proses persiapan pada Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yaitu proses delignifikasi. Pada proses delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dilakukan pegecilan ukuran terlebih kemudian dikeringkan dibawah disinari matahari dan oven. Kemudian TKKS di blender menjadi serbuk. Serbuk TKKS dibuat sebanyak 100 gram, Setelah itu dimasukkan kedalam erlenmeyer 1000 ml, kemudian tambahkan 900 ml NaOH 6% lalu dipanaskan pada autoclave dengan keadaan suhu 121°C selama 60 menit setelah itu campuran didinginkan sampai pada suhu ruang. Lakukan pengujian hemiselulosa, selulosa, lignin.

3.2 Proses Hidrolisis Ubi Kayu Dan TKKS

Ubi kayu yang sudah di haluskan dengan menggunakan blender ataupun di parut dan TKKS yang sudah di delignifikasi sebelumnya Kemudian ditimbang bahan baku dijadikan 5 variasi seperti pada tabel 3.1

Tabel 3.1 perbandingan bahan baku

Variasi	Perbandingan	Ubi kayu (gr)	TKKS (gr)
1	100 : 0	100 gram	-
2	75 : 25	75 gram	25 gram
3	50 : 50	50 gram	50 gram
4	25 : 75	25 gram	75 gram
5	0 : 100	-	100 gram

Menyiapkan larutan untuk menghidrolisis bahan baku yaitu larutan solvent sebanyak 100 ml. Larutan solvent berupa H₂O yang ditambahkan dengan larutan H₂SO₄ 3%. Hasil delignifikasi diambil sebanyak 100 gram dan ubi kayu dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditambahkan larutan H₂SO₄ encer yang telah disiapkan sebelumnya. Larutan dicampurkan kedalam sampel sambil diadukrata dengan pengaduk selama 1 menit. Kemudian campuran dipanaskan menggunakan hotplate pada suhu 100 °C selama 1 jam sampai berbentuk bubur. Lalu campuran didinginkan pada suhu kamar.

3.3 Proses Fermentasi

Setelah melalui proses hidrolisis timbang sebanyak 10 gram ragi roti (*Sacharomyces Cerevisiae*). Masukkan ragi roti ke dalam bubur TKKS dan ubi kayu yang sudah dihidrolisis tadi. Lalu diaduk lebih kurang 5 menit sampai homogen. Setelah ragi nya sudah tercampur masing-masing dituang kedalam Erlenmeyer atau ke dalam botol plastik dengan penutup yang rapat.

3.4 Proses Destilasi

Menyiapkan 1 set peralatan destilasi. Lalu rangkai dan nyalakan peralatan destilasi dengan benar. Masukkan campuran alkohol-air ke dalam labu, kemudian pasang labu tersebut pada alat destilasi yang telah disediakan. Atur temperaturnya 78-80°C. Proses destilasi dilakukan selama 1,5 jam-2 jam sampai etanol tidak menetes lagi. Destilat (etanol) yang dihasilkan lalu diukur volumenya dan disimpan di dalam botol.

3.5 Proses Pengujian

3.5.1 Kadar Hemiselulosa

Menganalisis kandungan hemiselulose dengan metode Chesson (Datta,1981), yaitu mencampur 1-2 gram sampel dengan 150 ml air destilat, memanaskan pada suhu 100°C selama 2 jam, menyaring dengan kertas saring dan terakhir membilas dengan air destilat, kemudian mengeringkan bagian padat dalam oven pada suhu 105oC sampai konstan dan menimbang beratnya (b). Selanjutnya mencampur sampel dengan 150 ml larutan H₂SO₄ 1 N, memanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam, difiltrasi dengan kertas saring dan terakhir dibilas dengan air destilat. Kemudian bagian padat dikeringkan dalam oven pada suhu 105oC sampai konstan dan ditimbang beratnya (c)

3.5.2 Kadar Selulosa

Pengukuran kadar selulosa dianalisis dengan metode Chesson (Datta, 1981), yaitu sampel yang telah dikeringkan pada analisis hemiselulosa (c) dicampur dengan larutan H₂SO₄ 72% (v/v) sebanyak 10 mL pada suhu kamar selama 4 jam, lalu ditambahkan H₂SO₄ 1 N 150 mL dan direfluks pada suhu 100°C selama 2 jam. Kemudian difiltrasi dengan kertas saring dan terakhir dibilasdengan air destilat. Setelah itu bagian padat dikeringkan dalam oven pada suhu 105oC sampai konstan dan ditimbang beratnya (d)

3.5.3 Kadar Lignin

Pengukuran kadar lignin dianalisis dengan metode Chesson (Datta, 1981), yaitu sampel yang telah dikeringkan pada analisis selulosa (d) ditambahkan H₂SO₄ 1 N 150 mL dan direfluks pada suhu 100°C selama 1 Jam. Kemudian difiltrasi dengan kertas saring dan terakhir dibilas dengan air destilat. Kemudian bagian padat dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai konstan danditimbang beratnya (e).

3.5.4 Kadar Glukoso

Sampel dipipet 1 ml dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml, lalu ditambahkan air suling sampai volume labu ukur 100 ml. Kemudian dipipet 2 ml kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 3 ml larutan DNS, lalu dipanaskan selama 10 menit dalam waterbath pada suhu 50°C. Dihitung kadar gula menggunakan spektrofotometri UV-Vis.

3.6 Pengujian Bioetanol Hasil Destilasi Dari Bahan Baku TKKS Dan Ubi Kayu

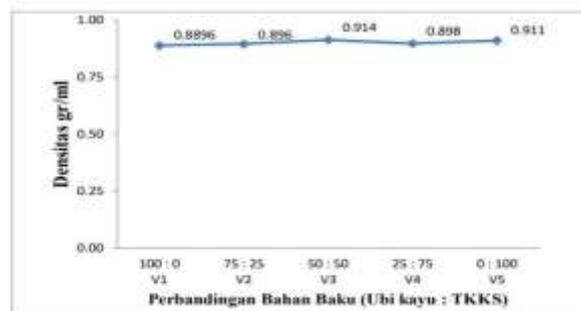
Penelitian bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit dan ubi kayu ini meliputi beberapa bagian pengujian kualitas bioetanol yaitu pengujian densitas, pH bioetanol, kadar brix, dan rendemennya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Bioetanol dari Ubi Kayu dan Tandan kosong kelapa sawit

1) Densitas

Densitas adalah suatu besaran kerapatan massa benda yang dinyatakan dalam berat benda per-satuan volume benda tersebut. Densitas dapat membantu menerangkan mengapa benda yang memiliki ukuran sama namun beratnya berbeda.. Dimana m adalah massa suatu benda yang merupakan ukuran banyak zat yang terkandung dalam suatu benda. Sedangkan massa jenis atau densitas (ρ) adalah besaran yang menunjukkan perbandingan antara massa dengan volume suatu benda dan V adalah volume dari benda. Berikut ini adalah hasil uji densitas pada bioethanol.

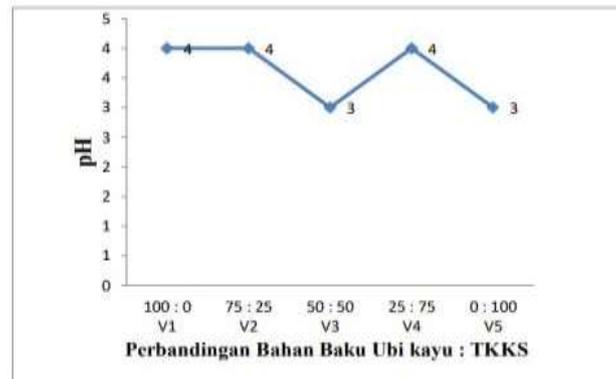


Gambar 4.1 Perbandingan Bahan Baku Ubi Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Densitas Bioetanol

Gambar 4.1. Menunjukkan Perbandingan Bahan Baku Ubi Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Densitas Bioetanol. Hasil uji densitas pada bahan baku 100% ubi mendapatkan nilai densitas sebesar 0,8896 gr/ml. Sedangkan Densitas pada sampel TKKS 100% mendapatkan hasil sebesar 0,911 gr/ml. Dari semua hasil uji densitas belum memenuhi standar bioethanol yaitu sebesar 0,792 gr/ml dengan kadar bioetanol sekitar 99,6% sedangkan nilai densitas hasil penelitian ini yang mendekati nilai densitas bioetanol standar terjadi pada kadar 90% dengan densitas sebesar 0,8896 gr/ml. Jika densitas bioethanol berada pada angka diatas angka 0,792 gr/ml maka sampel tersebut bukan bioethanol melainkan air. Dari diagram diatas terlihat bahwa pada nilai densitas tinggi atau rendahnya tidak berpengaruh pada kedua bahan baku dikarenakan nilai densitas yang didapatkan keseluruhan masih diatas nilai standard SNI 7390-2012.

2) pH (Derajat Keasaman)

pH menjadi salah satu faktor penting dalam fermentasi karena pH mempengaruhi kondisi pertumbuhan mikroba. Pada penelitian ini pH awal sebelum proses fermentasi adalah sebesar 4, 5 karena pH optimum *Saccharomyces cerevisiae* adalah 4–6. Perbandingan pH pada masing-masing bahan baku dapat dilihat pada diagram di bawah ini.



Gambar 4.2 Perbandingan Bahan Baku Ubi Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap pH Bioetanol

Gambar 4.2 Menunjukkan Perbandingan Bahan Baku Ubi Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap pH Bioetanol. Hasil pH pada variasi 1, 2, dan 4 menghasilkan pH 4, Sedangkan variasi 3 dan 5 menghasilkan pH 3. Hal ini menyebabkan kecenderungan penurunan pH karena proses fermentasi tidak hanya menghasilkan etanol. Menurut Said (1987) perubahan pH disebabkan oleh adanya asam–asam organik seperti asam laktat, asetat dan piruvat yang terbentuk selama proses fermentasi. Selain itu pendapat ini juga didukung oleh pernyataan Palmqvist (1998) yaitu proses fermentasi tidak hanya menghasilkan etanol tetapi juga menghasilkan senyawa – senyawa lain seperti asam asetat, asam levulonat dan asam formiat.

3) Kadar Brix

Indeks bias atau uji kadar brix suatu zat merupakan ukuran kelajuan cahaya di dalam zat cair dibanding ketika di udara (Murdaka et al., 2010). Indeks bias merupakan salah satu dari beberapa sifat optis yang penting dari medium. Dalam bidang kimia, pengukuran terhadap indeks bias secara luas telah digunakan antara lain untuk mengetahui konsentrasi larutan (Subedi et al., 2006) dan mengetahui komposisi bahan-bahan penyusun larutan. Indeks bias juga dapat digunakan untuk mengetahui kualitas suatu larutan. Perbandingan hasil uji kadar brix pada masing-masing bahan baku dapat dilihat pada diagram di bawah ini.



Gambar 4.3 Perbandingan Bahan Baku Ubi Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kadar Brix Bioetanol

Gambar 4.3 Menunjukkan Perbandingan Bahan Baku Ubi Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Indeks Bias Bioetanol. 1 derajat brix adalah 1 gr sukrosa dalam 100 gr larutan dan mewakili kekuatan solusi sebagai presentase berat (%b/b) (Misto & Tri Mulyono 2015). Variasi 1, 2, 3 menghasilkan kadar brix 4, Sedangkan variasi 5 dan 4 menghasilkan kadar brix 3. Dari hasil pengukuran kadar brix pada kelima sampel tersebut terlihat bahwa kadar brix ubi kayu lebih tinggi dari pada kadar tandan kosong kelapa sawit. Maka kadar brix yang dihasilkan pada tandan kosong kelapa sawit kadar brixnya menurun. Pengukuran indeks atau kadar brix bertujuan untuk menentukan kemurnian dari senyawa cair tersebut (Na'imah et al, 2021).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dapat menari beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Proses pembuatan bioetanol melalui tahapan delinifikasi, hidrolisis, fermentasi dan destilasi.
2. Produk bioethanol terbaik didapatkan pada variasi ke 2 yaitu variasi ubi 75% : TKKS 25% menghasilkan perolehan densitas : 0,8896 gr/ml, pH : 4, kadar brix : 4, dan perolehan bioetanol 30 ml tetapi variasi tersebut belum memenuhi standar SNI 7390-2012.
3. Secara umum produk bioethanol belum memenuhi standar bioethanol SNI 7390-2012.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dapat menarik beberapa saran yaitu sebagai berikut :

1. Demi kelancaran pada saat penelitian diharapkan terlebih dahulu mempersiapkan bahan yang akan digunakan dan mematangkan pemahaman cara kerja atau cara pengujian yang akan dilakukan.
2. Untuk penelitian berikutnya di sarankan pada saat proses destilasi bioethanol dilakukan 2 kali agar mendapatkan etanol murni dan mengurangi kandungan air dalam etanol.

DAFTAR REFERENSI

- Arlianti, L. (2018). *Bioetanol sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial di Indonesia*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Syekh Yusuf.
- Aziz, A., & Mokhtar, A. (2002). Preparation of cellulose from oil palm empty fruit bunches via ethanol digestion: Effect of acid and alkali catalysts. *Journal of Oil Palm Research*, 14(1), 9–14.
- Balat, M., Balat, H., & Oz, C. (2008). Progress in bioethanol processing. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34, 551–573.
- Darnoko. (2001). Teknologi produksi biodiesel dan prospek pengembangan di Elevri. PA, & Putra, S. R. (2006). Produksi etanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* diimobilisasi dengan agar batang. *Akta Kimia Indonesia*, 1(2), 105–114.
- Farhan, M. M. (2022). Pengaruh waktu fermentasi dalam pembuatan bioetanol dari limbah kulit nanas. *Teknik Pengolahan Sawit*, Politeknik Kampar, Bangkinang.
- Hapsari, M. A., & Pramashinta, A. (2013). Pembuatan bioetanol dari singkong karet (*Manihot glaziovii*) untuk bahan bakar kompor rumah tangga sebagai upaya mempercepat konversi minyak tanah ke bahan bakar nabati. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(2), 240–245.
- Irawati, D. (2006). Pemanfaatan serbuk kayu untuk pembuatan etanol. Thesis, Institut Pertanian Bogor Fakultas MIPA, Bogor, Indonesia.
- Kartika, B., Guritno, A. D., Purwadi, D., & Ismoyowati, D. (1992). *Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian*. PAU Pangan dan Gizi UGM Yogyakarta.
- Khairiah, H., & Ridwan, M. (2021). Pengembangan proses pembuatan bioetanol generasi II dari limbah tandan kosong kelapa sawit. *Teknik Pengolahan Sawit dan Informatika*, Politeknik Kampar, Bangkinang.
- Kumar, P., Barrett, D. M., Delwiche, M. J., & Stroeve, P. (2009). Methods for pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 48(8), 3713–3729.

- Maharani, H., Hidayat, N. R., & Handayani, S. (2021). Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar protein tempe biji durian. *Pendidikan Biologi dan Matematika IKIP PGRI Madiun*.
- Maryana, R., Ma'rifatun, D., Wheni, A. I., Satriyo, K. W., & Rizal, W. A. (2014). Alkaline pretreatment on sugarcane bagasse for bioethanol production. *Energy Procedia*, 47, 250–254.
- Naimah, K., & Rizky, M. (2021). Pengaruh preparasi ubi kayu dengan metode bahan baku langsung dan tidak langsung terhadap produksi bioetanol. *Departemen Energi Sistem Engineering, Institut Teknologi Sumatera, Lampung*.
- Pratiwi, R. A., Amelia, R., & Moeksin, R. (2013). Pengaruh volume asam (proses hidrolisis) dan waktu fermentasi pada pembuatan bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(1), 50–53.
- Rosa, & Harni. (2018). Optimalisasi konsentrasi asam klorida pada proses hidrolisis limbah ampas sagu (*Metroxylon sp.*) terhadap kadar glukosa. Jurusan Akademi Analisis Kesehatan, Universitas Abdurrah Pekanbaru.
- Roukas, T. (1994). Continuous ethanol production from carob pod extract by immobilized *Saccharomyces cerevisiae* in a packed bed reactor. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*.
- Saputra, M. I., Irawan, D., & Mafruddin. (2018). Pengaruh temperatur hidrolisis asam dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol tetes tebu. *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung, Indonesia*.
- Simbolon, A. O. (2022). Pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap hidrolisis pada pembuatan bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit. *Teknik Pengolahan Sawit, Politeknik Kampar, Bangkinang*.
- Supriyanto. (2006). Prospek pengembangan industri bioetanol dari ubi kayu. Dalam D. Harnowo, Subandi, & N. Saleh (Eds.), *Prospek, Strategi, dan Teknologi Pengembangan Ubi Kayu untuk Agroindustri dan Ketahanan Pangan* (pp. 88–95). Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Winarno, F. G. (2004). Hasil-hasil simposium panganekaragaman pangan prakarsa swasta dan pmda menuju keanekaragaman pangan masyarakat Indonesia. Dalam P. Hariadi, B. Krisnamurti, & F. G. Winarno (Eds.), *Panganekaragaman Pangan Prakarsa Swasta dan Pmda*. Forum Kerja Panganekaragaman Pangan, Jakarta.
- Yuda, I. G. Y. W., Wijaya, I. M. M., & Suwariani, N. P. (2018). Pengaruh pH awal media dan konsentrasi substrak pada proses fermentasi produk bioetanol dari hidrolisis tepung biji kluwih dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*.