

PEMBUATAN BIOETANOL SKALA LABORATORIUM SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF UNTUK PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN DARI BAHAN BAKU SERBUK BUAH BIDARA (*ZIZIPHUS MAURITIANA*)

Feriyanti Bati Amtiran¹, Imanuel Gauru², Fani K.Y.Serangmo^{*}

S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Sains Teknik, Universitas Nusa Cendana

Jl. adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp (0380) 881597

E-mail : amtiranyanti@gmail.com

funny.geo98wel@gmail.com

Imanuelgauru14@gmail.com

Abstrak

Minyak bumi merupakan salah satu energi fosil yang tidak dapat diperbaharui dan paling banyak digunakan sebagai bahan bakar, kebutuhan akan minyak bumi terus mengalami peningkatan. Salah satu upaya menghemat penggunaan minyak bumi yaitu dengan mengembangkan bahan bakar nabati seperti bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk membuat bioetanol dengan cara mensintesis buah bidara untuk mengetahui kadar dan sifat bioetanol yang dihasilkan. Proses sintesis terdiri dari pembuatan serbuk, proses hidrolisa, fermentasi serta destilasi. Bioetanol yang dihasilkan kemudian diuji kadarnya menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) dengan variasi waktu fermentasi yaitu hari ke 2, 3, 4 dan 5 kadar bioetanol diperoleh berturut-turut adalah 97,70%, 95,01%, 99,20%, dan 98,73%. Selain kadar, sifat fisik yang dihasilkan yaitu tampakan jernih dan tidak ada endapan, memiliki densitas 0,8654 gr/mL, viskositas 0,0693 Poise, adapun warna api yang dihasilkan dari hasil pembakaran yaitu api biru menunjukkan adanya etanol yang terbakar, sedangkan warna kuning kemerahan menunjukkan adanya air pada proses pembakaran.

Kata kunci: Buah bidara, GC-MS (*Gas Chromatography- Mass Spectrometry*) Bioetanol, Bahan bakar nabati

PENDAHULUAN

Sampai saat ini energi fosil menjadi penggerak pertumbuhan ekonomi Indonesia, Potensi sumber daya energi fosil yang ada di Indonesia diantaranya minyak bumi, gas bumi dan batubara. Dari data Outlook Energi Indonesia (2016), Konsumsi energi selama tahun 2000-2014 masih didominasi oleh minyak bumi atau bahan bakar minyak (BBM).

Berbagai upaya dilakukan untuk menghemat penggunaan energi fosil khususnya minyak bumi yaitu menggunakan energi terbarukan sebagai bahan bakar alternatif salah satunya adalah bahan bakar nabati (BBN) seperti bioetanol, Hal ini disebabkan karena minyak bumi merupakan sumber daya yang tidak dapat diperbarui. Bioetanol merupakan etanol yang terbuat dari tumbuhan. Bahan baku pembuatan bioetanol terdiri dari bahan - bahan yang mengandung karbohidrat, glukosa dan selulosa (Miska dkk, 2012).

Tertulis dalam Maliool dkk (2012), Salah satu bahan pokok yang baik digunakan untuk

menghasilkan bioetanol adalah singkong/ubi kayu. Namun kemungkinan bahwa akan ada persaingan dalam penggunaan singkong sebagai sumber energi dengan penggunaan singkong sebagai bahan pangan. Bertolak dari hal tersebut maka perlu mengembangkan produksi bioetanol dari bahan baku yang lebih murah, mudah didapat dan tidak digunakan sebagai bahan pangan, salah satunya dapat diperoleh dari bidara.

Bidara merupakan tanaman yang mudah beradaptasi dan tersebar hampir diseluruh daerah di indonesia, tumbuh liar diberbagai lahan, dan ketersediaan buah bidara cukup melimpah namun keberadaannya belum dimanfaatkan secara optimal. Menurut Chooi (2007), buah bidara mengandung karbohidrat 12,8-23,7 g. Kandungan karbohidrat pada buah bidara ini dapat dipertimbangkan sebagai bahan baku untuk menghasilkan bioetanol melalui proses hidrolisa, fermentasi dan destilasi, dengan harapan bioetanol hasil penelitian dapat menjadi salah satu sumber energi terbarukan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana melakukan sintesis buah bidara menjadi bioetanol, mengetahui kadar serta sifat-sifat bioetanol yang dihasilkan dari sintesis buah bidara.

METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian

Variabel Bebas adalah variabel yang akan diteliti pengaruhnya terhadap variabel terikat, maka variabel bebas dalam penelitian ini adalah waktu fermentasi.

Variabel Terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar etanol.

Variabel Terkontrol adalah faktor yang mempengaruhi hasil, tetapi dapat dikendalikan. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah proses perlakuan awal yaitu proses pembuatan serbuk, proses hidrolisis asam (suhu 100°C, waktu 60 menit), konsentrasi asam klorida 0,5 N, jenis ragi (ragi tape), suhu fermentasi (25-35°C), suhu destilasi (75-80°C)

Cara Kerja :

Pembuatan Serbuk Buah Bidara

Buah bidara yang digunakan adalah buah yang telah matang berwarna orange kemerahan. Buah bidara dicuci bersih selanjutnya dipisahkan dari bijihnya dan dikeringkan menggunakan sinar matahari kurang lebih selama 3 hari kemudian dioven pada suhu 65 - 80°C selama 2 jam dan diblender, serbuk bidara yang telah halus kemudian dioven kembali selama 2 jam pada suhu 65-80°C.

Proses Hidrolisa

Serbuk bidara ditimbang seberat 200 gram, kemudian ditambahkan larutan asam klorida 0,5 N sebanyak 1500 ml. Larutan serbuk bidara tersebut dimasukkan kedalam erlenmeyer dan dipanaskan pada temperatur 100°C selama 1 jam serta dilakukan pengadukan menggunakan Pengaduk kaca.

Fermentasi

Pembuatan medium fermentasi

Larutan hasil hidrolisa diambil filtratnya dengan melakukan penyaringan. Filtrat ini dimasukkan kedalam erlemeyer dan dilakukan pengaturan pH filtrat sampai pH 4,5 menggunakan NaOH.

Proses fermentasi

Larutan medium fermentasi ditambah

dengan ragi tape sebanyak 10% dari volume larutan kedalam erlemeyer dan diaduk menggunakan pengaduk kaca. Campuran dimasukkan kedalam botol fermentasi secara anaerob selama 2, 3, 4 dan 5 hari. Botol fermentasi ditutup rapat dan dihubungkan dengan selang plastik yang dimasukkan ke dalam gelas yang berisi air.

Distilasi

Larutan dari hasil fermentasi pada hari ke 2,3,4 dan hari ke 5 selanjutnya disaring kemudian dimasukkan ke dalam alat destilasi. Diketahui titik didih etanol murni adalah 78°C. Maka proses distilasi dilakukan pada suhu 75-80°C. Pada suhu tersebut etanol akan menguap, tetapi air tidak menguap. Uap etanol dialirkan ke distilator dan bioetanol akan keluar dari pipa pengeluaran sebagai distilat. Destilat yang dihasilkan terdiri dari 4 sampel, sesuai dengan variasi lama waktu fermentasi. Hal ini untuk mengetahui apakah ada pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan.

Analisis Kadar Etanol dari Buah Bidara

Kadar etanol pada sampel bidara ditentukan dengan menggunakan peralatan analisis GC-MS (*Gas Chromatography – Mass Spectrometry*). Analisis GC-MS bertujuan mengetahui kadar, jenis dan komposisi dari komponen yang terdapat dalam sampel.

Uji Densitas Bioetanol pada 20°C (Saputri, 2010)

Densitas bioetanol ditentukan dengan menimbang sejumlah tertentu sampel larutan. Dari hasil penimbangan dapat diketahui volume larutan dan massa larutan, sehingga densitas bioetanol dapat dicari dengan menggunakan rumus

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

dimana, ρ = densitas bioetanol (gr/mL)

m = massa bioetanol (gram)

v = volume bioetanol (mL)

Uji Viskositas Bioetanol pada 20°C (Saputri, 2010)

Viskositas bioetanol dapat ditentukan dengan menggunakan viskosimeter. Dengan viskosimeter dapat diketahui waktu yang ditempuh larutan untuk mencapai garis batas bawah, sehingga viskositas bioetanol dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$\eta_{\text{bioetanol}} = \frac{\rho_{\text{bioetanol}} \times t_{\text{bioetanol}}}{\rho_{\text{air}} \times t_{\text{air}}} \times \eta_{\text{air}} \quad (2)$$

dengan :
 η = viskositas (Poise)
 ρ = densitas (g/mL)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini telah menghasilkan bioetanol dengan bahan baku serbuk buah bidara. Kadar Bioetanol optimal adalah 99,20%. Bioetanol dihasilkan dengan cara mensintesis buah bidara skala laboratorium. Proses sintesis buah bidara menjadi bioetanol terdiri dari beberapa proses yaitu pembuatan serbuk, proses hidrolisa, fermentasi dan juga destilasi.

Proses hidrolisa menggunakan katalis asam klorida 0,5 N dengan perbandingan antara bahan baku dan larutan katalis adalah 1:7,5 sedangkan fermentasi menggunakan ragi tape. Pada proses fermentasi dilakukan variasi waktu fermentasi yaitu fermentasi selama 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 5 hari untuk mengetahui berapa lama waktu fermentasi yang menghasilkan kadar bioetanol paling optimal. Larutan hasil fermentasi selanjutnya didestilasi. Hasil destilasi atau destilat ini selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan instrumen GC-MS untuk mengetahui kadar dan senyawa yang terkandung didalamnya.

Sintesis buah bidara menjadi bioetanol

Proses sintesis buah bidara menjadi bioetanol diawali dengan mempersiapkan bahan baku. Bahan baku yang digunakan yaitu buah bidara yang telah matang berwarna orange kemerahan memiliki rasa manis dan sedikit asam, buah bidara dengan ciri-ciri seperti ini, telah jatuh ke tanah kemudian dipilih dan dicuci agar bersih dari kotoran. Pada penelitian ini, buah bidara yang dipersiapkan sebanyak 5,64 kg selanjutnya kulit dan daging buah bidara dipisahkan dari bijihnya dan dijemur kurang lebih 3 hari, berat buah bidara berkurang menjadi 1,4 kg.

Buah bidara yang telah dijemur selanjutnya dibuat serbuk. Pembuatan serbuk dimulai dengan memanaskan sampel buah bidara menggunakan Oven merk *Thermolyne* untuk menghilangkan kadar air yang masih tersisa. Suhu berkisar antara 60-80°C selama 2 jam dan dilakukan penimbangan setiap jam. Jika berat sampel sudah konstan, sampel kemudian diblender dan diayak sehingga diperoleh serbuk buah bidara. Serbuk ini kemudian ditimbang, berat serbuk mula-mula dicatat selanjutnya dioven dan dilakukan penimbangan setiap jam, jika berat serbuk bidara sudah konstan, serbuk kemudian dimasukkan kedalam plastik sampel sebanyak

200 gram. Serbuk bidara yang siap digunakan untuk disintesis menjadi bioetanol tersisa 1,17 kg.

Setelah sampel dibuat serbuk, sampel kemudian dihidrolisa. Proses hidrolisa bertujuan untuk memecah pati dari serbuk bidara menjadi gula sederhana, yang kemudian akan dilakukan fermentasi menjadi bioetanol. Proses Hidrolisa dilakukan sebanyak empat kali untuk dilakukan variasi pada lama waktu fermentasi. Untuk setiap perlakuan, asam klorida 0,5 N sebanyak 1500 mL dimasukkan kedalam erlenmeyer yang telah berisi 200 gram serbuk bidara. Campuran tersebut selanjutnya dihidrolisa pada suhu 100°C diatas *hot plate* selama 1 jam sambil dilakukan pengadukan menggunakan pengaduk kaca.

Perubahan fisik yang terlihat setelah proses hidrolisa yaitu campuran berwarna coklat tua kemerahan, menjadi lebih kental dan tidak terdapat gumpalan-gumpalan serbuk, volume berkurang dari 1750 mL sebelum hidrolisa menjadi 1500 mL setelah hidrolisa. Perubahan-perubahan tersebut dikarenakan senyawa yang ada dalam serbuk bidara telah terurai dan homogen.

Hasil hidrolisa ini kemudian disaring dan diambil filtratnya untuk dilakukan proses fermentasi. Filtrat bidara kemudian diukur pH menggunakan pH meter. Hasil pengukuran pH filtrat bidara sebelum dan setelah penambahan NaOH dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1. pH filtrat sebelum dan setelah penambahan NaOH

NO	Sampel Hari ke..	pH awal	pH Filtrat setelah ditambah NaOH
1.	2	1,01	4,52
2.	3	1,03	4,52
3.	4	0,94	4,51
4.	5	0,98	4,53

Hasil hidrolisa ini kemudian disaring dan diambil filtratnya untuk dilakukan proses fermentasi. Filtrat bidara kemudian diukur pH menggunakan pH meter. pH filtrat hasil hidrolisa untuk ke empat sampel berkisar antara 0,94 -1,01 dan diatur pHnya menjadi 4,5 menggunakan NaOH. Pengaturan pH dilakukan karena ragi memerlukan media suasana asam untuk fermentasi alkohol, yaitu pada keadaan yang paling optimum 4-5.

Tahapan selanjutnya adalah fermentasi. Fermentasi bertujuan untuk mengkonversi filtrat yang mengandung glukosa dari hasil hidrolisa menjadi alkohol. Untuk setiap sampel, proses fermentasi dilakukan pada

galon air mineral yang berukuran 5 Liter. Filtrat sebanyak 1000 mL dengan pH 4,5 dipindahkan kedalam fermentor. Sebelum ragi dimasukkan kedalam fermentor, ragi sebanyak 10% dari total filtrat hidrolisa ditambahkan air hangat ($\pm 35^{\circ}\text{C}$) sebanyak 200 mL dan diaduk perlahan sampai homogen. Tujuan penambahan air hangat adalah mengaktifkan *saccharomyces cerevisiae* yang membantu jalannya proses fermentasi.

Larutan ragi kemudian dimasukkan ke dalam fermentor yang berisi filtrat hidrolisa sedikit demi sedikit sambil dilakukan pengadukan agar tercampur rata. Tutup rapat fermentor untuk mencegah kontaminasi dan bakteri *saccharomyces cerevisiae* akan bekerja secara optimal. Fermentasi berlangsung anaerob yaitu tidak memerlukan udara dan tetap menjaga suhunya pada 30°C - 40°C .

Proses fermentasi berlangsung selama 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 5 hari. Setelah hari pertama fermentasi, filtrat mengalami perubahan, diantaranya munculnya benang-benang hifa pada permukaan filtrat, adanya gelembung-gelembung udara yang keluar dari selang pada botol penangkap CO_2 , dinding fermentor terdapat uap air, adapun filtrat akan berubah menjadi 2 lapisan yaitu lapisan terbawah berupa endapan ragi, dan di atasnya adalah air dan bioetanol.

Pemisahan larutan bioetanol dengan endapan ragi dengan melakukan proses penyaringan. Hasilnya yaitu larutan bioetanol yang masih mengandung air siap untuk diproses ke tahap selanjutnya yaitu destilasi.

Larutan hasil fermentasi didistilasi untuk memisahkan bioetanol dengan cara memanaskan larutan tersebut dengan menjaga suhu pemanasan pada 78°C . Titik didih bioetanol adalah 78°C dan titik didih air adalah 100°C , sehingga pada suhu $78-80^{\circ}\text{C}$ bioetanol lebih dahulu menguap. Bioetanol yang menguap kemudian dikondensasi untuk mengubah bioetanol kedalam fasa cair. Bioetanol yang sudah berada dalam fasa cair kemudian dialirkan kedalam wadah penampungan. Proses destilasi menghasilkan bioetanol berwarna jernih, untuk setiap sampel hasil destilasi sebanyak 200 mL.

Kadar Bioetanol

Setelah destilasi, destilat ke empat sampel variasi waktu fermentasi kemudian diuji kadar dan massa rumusnya dengan instrumen GC-MS (*Gas chromatography-mass spectrometry*). Hasil pengujian GC-MS untuk setiap sampel ditunjukkan pada kromatogram. Dari ke empat kromatogram diketahui bahwa sampel memiliki dua *peak* atau puncak hal ini

berarti bahwa sampel tersebut hanya memiliki 2 senyawa.

Untuk mengetahui senyawa apa yang terdapat dalam sampel maka perlu dicocokkan dengan kromatogram dalam library GC-MS. Dari kromatogram library instrumen GC-MS tersebut senyawa yang terdapat dalam ke empat sampel yaitu bioetanol dan etil acetat. Senyawa bioetanol yang dihasilkan ditunjukkan dengan nilai SI (*Similarity Index*) dan *mol weight*. Nilai SI menerangkan indeks keserupaan senyawa yang diuji dengan senyawa tertentu, untuk sampel hari ke 4 nilai SI yaitu 98-99, sedangkan nilai *mol weight* atau berat molekul yaitu 46 yang merupakan berat molekul dari bioetanol. Hasil Analisis Pengujian GC-MS ke empat sampel dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Hasil analisis pengujian GC-MS variasi waktu fermentasi

Sampel Hari ke..	Waktu Retensi (menit)	Area (%)	Senyawa
<i>Peak 1</i>			
2	3,405	97,70	Bioetanol
3	3,405	95,01	Bioetanol
4	3,407	99,20	Bioetanol
5	3,400	98,73	Bioetanol
<i>Peak 2</i>			
2	6,157	2,30	Etil asetat
3	6,157	4,99	Etil asetat
4	6,152	0,80	Etil asetat
5	6,154	1,27	Etil asetat

Tabel 2. menyatakan bahwa bioetanol yang diperoleh memiliki kadar minimum 95,01% untuk waktu fermentasi hari ke 3, dan kadar optimal pada waktu fermentasi hari ke 4, sedangkan untuk waktu fermentasi hari ke 5 kadar bioetanol mengalami penurunan. Kenaikan dan penurunan kadar bioetanol diikuti oleh penurunan dan kenaikan senyawa etil asetat. Etil asetat merupakan produk samping dari fermentasi bioetanol, memiliki presentase yang sangat kecil dibandingkan dengan bioetanol. Menurut Budiutami (2010), Senyawa etil asetat disintesis melalui reaksi esterifikasi Fischer dari asam asetat dan

bioetanol. Asam asetat dan bioetanol terdapat dalam substrat sehingga memungkinkan terjadinya reaksi Fischer. Asam asetat yang terdapat dalam substrat dihasilkan melalui proses oksidasi alkohol oleh mikroorganisme penghasil asam asetat seperti *Acetobacter*.

Sifat-sifat bioetanol hasil penelitian

Setelah mengetahui kadar bioetanol yang paling optimal, selanjutnya dilakukan pengujian sifat-sifatnya. Sifat yang diuji yaitu densitas, viskositas, dan uji nyala api.

Pengujian densitas bioetanol hasil sintesis buah bidara yaitu dengan menimbang massa dari sampel yang bervolume 0,7 mL. Massa yang telah diketahui dimasukkan kedalam persamaan (1), sehingga diperoleh densitas bioetanol hasil penelitian yaitu 0,8654 gr/mL

Pengujian viskositas dengan menggunakan viskometer oswald, dalam menentukan viskositas sampel, prinsip perhitungan menggunakan Viskometer Ostwald adalah membandingkan waktu alir (t) zat standar yang sudah diketahui densitas (ρ) dan viskositasnya yaitu aquades dengan bioetanol hasil penelitian menggunakan persamaan (2).

Data hasil pengamatan terlihat pada tabel 4.3 berikut ini

Tabel 3. Pengujian Viskositas Bioetanol dari Buah Bidara

Sampel uji	Waktu alir (t) (s)	Densitas (ρ) (gr/mL)
Aquades	119	1,1561
Sampel bioetanol hasil penelitian	110,26	0,8654

Waktu alir sampel 110,26 detik, waktu alir aquades 119 detik. Dengan menggunakan rumus viskositas didapatkan :

$$\eta_{\text{bioetanol}} = \frac{0,8654 \text{ gr/mL} \times 110,26 \text{ s}}{1,1561 \text{ gr/mL} \times 119 \text{ s}} \times 0,001 \text{ cp}$$

$$= 0,0693 \text{ Poise}$$

hasil perhitungan diperoleh viskositas bioetanol hasil penelitian sebesar 0,0693 Poise.

Pengamatan warna api dari pembakaran bioetanol hasil penelitian dilakukan dengan meneteskan sampel diatas porselen. Sampel dibakar dan amati warna nyala dari hasil pembakaran bioetanol tersebut. Warna api pembakaran menandakan

komponen-komponen yang terbakar pada bahan bakar. Hasil warna api dari pengujian pembakaran sampel menunjukkan secara keseluruhan menghasilkan warna api biru, kuning dan sedikit merah.

Warna api yang muncul yaitu mula-mula berwarna biru dan kemudian biru kekuningan sampai merah pada bagian atas nyala api, diakhir pembakaran nyala api tersisa berwarna biru hingga api padam. Warna api biru pada awal pembakaran disebabkan oleh bioetanol yang terbakar, sedangkan warna api kuning kemerahan terjadi karena adanya air pada proses pembakaran. Setelah selesai pembakaran terdapat sisa cairan diatas porselen, cairan yang tersisa ini merupakan air yang tidak ikut terbakar.

Tabel 4. Sifat-sifat bioetanol hasil sintesis buah bidara

No.	Sifat Bioetanol	Hasil Penelitian
1.	Rumus Kimia	C ₂ H ₅ OH
2.	Kadar	99,20% sebelum denaturasi
3.	Densitas (gr/mL)	0,8654
4.	Viskositas pada 20°C (Poise)	0,0693
5.	Tampakan	Jernih dan terang tidak ada endapan dan kotoran
6.	Uji nyala Api	Api biru menunjukkan adanya bioetanol yang terbakar

PENUTUP

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Buah bidara dapat disintesis menjadi bioetanol dengan beberapa tahapan dimulai dengan pembuatan serbuk, proses hidrolisa dengan katalis asam klorida 0,1N, proses fermentasi menggunakan mikroorganisme *saccharomyces cereviseae* pada ragi tape serta tahap terakhir adalah proses destilasi.
2. Kadar bioetanol yang dihasilkan dari sintesis buah bidara berdasarkan hasil pengujian GC-MS (*Gas chromatography-mass spectrometry*) dengan variasi waktu fermentasi hari ke 2, 3, 4 dan 5 berturut-turut adalah 97,70%, 95,01%, 99,20%, dan 98,73%. Dengan kadar optimal pada waktu

fermentasi 4 hari, dan kadar minimum pada waktu fermentasi 3 hari. Penurunan kadar bioetanol diikuti dengan meningkatnya senyawa etil asetat yang merupakan hasil sampingan dari proses fermentasi.

3. Sintesis bioetanol dari buah bidara menghasilkan etanol dengan tampakan jernih dan tidak ada endapan, memiliki densitas 0,8654 gr/mL, viskositas 0,0693 Poise, adapun warna api yang dihasilkan dari hasil pembakaran yaitu api biru menunjukkan adanya etanol yang terbakar, sedangkan warna kuning kemerahan menunjukkan adanya air pada proses pembakaran.

Saran

1. Volum wadah untuk fermentasi dan untuk menampung hasil destilat bioetanol sebaiknya jangan terlalu besar, hal ini bertujuan untuk memperkecil pengaruh udara luar yang dapat menghasilkan senyawa lain yang berpengaruh terhadap menurunnya kadar etanol itu sendiri.
2. Suhu pada proses destilasi harus dijaga yaitu pada 70-80°C untuk menghindari agar air tidak ikut menguap kedalam destilat.
3. Bioetanol yang akan dijadikan bahan bakar perlu dilakukan destilasi bertingkat, dengan tujuan untuk menghilangkan kadar air yang masih tersisa agar menghasilkan pembakaran yang sempurna serta perlu dilakukan pengujian terhadap nilai kalori dari bioetanol yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Bapak Fani K.Y Serangmo, ST., MT dan Bapak Immanuel Gauru, SSi., M.Si sebagai dosen pembimbing, Ibu Ika F. KrisnaSiwi, S.Si., M.Sc, serta seluruh civitas akademika Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah N, dkk. 2016. Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Skripsi.
- Budiutami, L(2011). Optimalisasi produksi bioetanol dari sampah organik dengan pretreatment kimiawi dan fermentasi oleh *saccharomyces cereviseae*. Bandung. Skripsi.
- Chooi, Ong Hean(2007). Buah : Khasiat makanan & ubatan. Kuala Lumpur.Yeohprinco SDN.BHD.
- Hanum F, Nurhasmawaty Pohan, Mulia Rambe, Ratih Primadony & Mei Ulyana (2013). Pengaruh massa ragi dan waktu fermentasi terhadap bioetanol dari biji durian. Jurnal Teknik Kimia USU. 2:49-54.
- Mailool Jhiro Ch, dkk (2012). Produksi Bioetanol dari Singkong (Manihot Utilissima) dengan Skala Laboratorium. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/cocos/artikel/view/729/586>
- Miska Yunika., Devi Ratnasari., Nurul Budi., Nurfadilah Usman. (2012). Bioetanol. Makalah Teknologi Bioproses.
- Nugroho, T.(2010). Peluang besar usaha membuat bensin dan solar dari bahan nabati. Jogjakarta. Pustaka Baru Press
- Nurdyastuti Indyah. (2006). Teknologi proses produksi bioetanol. dalam Suharyono Hari & Agus Nurrohim (Ed). Prospek Pengembangan Bio-Fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak. Pusat pengkajian dan penerapan teknologi konversi dan konservasi energi, BPPT. Jakarta. hal 75-83.
- Octavia Neno, Tiya Mahireza.(2014). Energi Bahan Bakar. Makalah Kimia Energi Bahan Bakar; 2.
- Outlook Energi Indonesia (2016). Pengembangan Energi untuk Mendukung Industri Hijau. Jakarta. Pusat Teknologi Sumber Daya Energi dan Industri Kimia (PTSEIK), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
- Saputri, Resdiani S. (2010). Pembuatan bioetanol dari ubi jalar putih (Ipomoea batatas L.) menggunakan fermentasi ragi roti. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Skripsi.
- Satioko, Tri Randi. (2013). Pemanfaatan Bagas Limbah Pabrik Gula Jatibarang Brebes menjadi Bioetanol. Program Studi Kimia Jurusan Kimia Fakultas Matematik dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Tugas Akhir II.
- Suyitno, Agus Sujono, Budi Kristiawan & Dharmanto.(2009). Uji unjuk kerja kompor berbahan dasar bioetanol.Mekanika. 8:114-117