

KARAKTERISASI AMPAS SAGU SEBAGAI BAHAN BAKAR BIOETANOL UNTUK KEBUTUHAN ENERGI RUMAH TANGGA DI PROVINSI PAPUA

Johani Jonatan Numberi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Cenderawasih, Jayapura 99351, Indonesia
e-mail: johani.j.numberi@ft.uncen.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi material ampas sagu, mengetahui sifat fisika-kimia yang dapat dikonversi sebagai bahan bakar bioetanol. Metode penelitian laboratorium menggunakan pendekatan pengukuran proximate analisis dan photo (SEM-EDAX). Hasil analisis menunjukkan nilai karbonnya (CK) 76%, proximate 82,4% kandungan karbohidrat sangat layak di proses sebagai bahan bakar bioetanol. Analisis karakterisasi bahan bakar meliputi viscosity 1.03 (cp), density 0.82 (g/L), gas chromatography 61.04%, low heating value 80%=16.166 MJ/Kg, heat release rate 140 kW/m². Analisis menunjukkan nilai bioetanol ampas sagu 80% sangat layak sebagai sumber bahan bakar rumah tangga. Kontribusi penelitian ini dapat di aplikasikan untuk mengatasi salah satu masalah kebutuhan energi rumah tangga masyarakat Papua di daerah terisolasi.

Kata kunci: Karakterisasi, Ampas Sagu, Bioetanol, Energi, Papua.

1. PENDAHULUAN

Sumber daya energi adalah sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan, baik sebagai sumber energi maupun sebagai energi, sesuai dengan Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 [1]. Sumber energi terbarukan merupakan sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang berkelanjutan jika dikelola dengan baik, antara lain adalah bioenergi dari bioetanol limbah ampas sagu [2]. Pemanfaatan limbah ampas sagu dari segi lingkungan hidup merupakan kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya yang mempengaruhi kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia. Diperkirakan kebutuhan bioetanol akan meningkat 10% pada tahun 2011–2015, dan 15% pada 2016–2025. Pada kurun waktu pertama 2007–2010 selama 3 tahun pemerintah memerlukan rata-rata 30.833.000 liter bioetanol/bulan [3]. Wilayah seperti Papua dan Papua Barat merupakan daerah dengan konsumsi energi terendah, total kebutuhan energi final di Papua dan Papua Barat meningkat dari 1,3 juta Toe pada tahun 2013, menjadi 2,4 juta Toe pada tahun 2025, dan 7,7 juta Toe pada tahun 2050 dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 4,8% per tahun [3]. Konsumsi sektor rumah tangga sebesar 10% dari total konsumsi energi di tahun 2013, meningkat menjadi 12% di tahun 2015 seperti terlihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Kebutuhan Energi untuk Wilayah Indonesia Timur Papua dan Papua Barat [4].

Potensi tanaman sagu yang ada di Indonesia, diperkirakan 51,3% lahan sagu dunia ada di Indonesia, hal ini bisa dibuktikan dari 1.250.000 ha lahan sagu yang berada di seluruh Indonesia, sebanyak 1.200.000 ha terdapat di Papua dan belum dimanfaatkan secara maksimal oleh penduduk maupun pemerintah, baik untuk kebutuhan daerah maupun kebutuhan nasional [5]. Data potensi sagu dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data potensi sagu di dunia dan sagu Indonesia [6].

Negara	Sagu Alami (ha)	Budidaya (ha)	Wilayah Indonesia	Sagu Alami (ha)	Budidaya (ha)
Indonesia	1.250.000	134.000	Papua	1.200.000	14.000
Papua New Guinea	1.000.000	20.000	Maluku	50.000	10.000
Malaysia		45.000	Sulawesi		30.000
Thailand		3.000	Kalimantan		20.000
Filipina		3.000	Sumatera		30.000
Negara-Negara Lain		5.000	Kep.Mentawai		10 000
			Kep.Riau		20.000
Total	2.250.000	210.000	Total	1.250.000	134 000

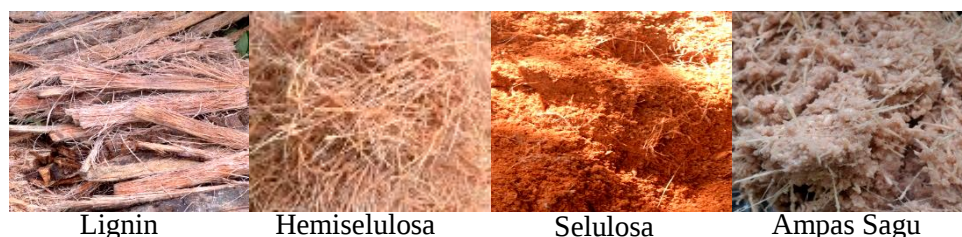
Pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar rumah tangga merupakan permasalahan pada penelitian ini, baik dari segi karakteristik material ampas sagu dan kelayakan bahan bakar. Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui sifat fisik struktur hidrokarbon yang dominan sebagai unsur utama pembentuk hidrokarbon dari ampas sagu yang dapat dikonversi sebagai bahan bakar bioetanol.
2. Mengetahui karakteristik bioetanol ampas sagu dari nilai kalor *Lower Heating Value* (LHV), Berat Jenis, Viskositas, Gas Chromatografi dan FTIR, berdasarkan variasi kadar konsentrasi (%), sebagai syarat bahan bakar yang bersih dan ramah lingkungan.

2. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

2.1. Karakteristik Ampas Sagu

Ampas sagu (*Metroxylon sago*) merupakan limbah yang dihasilkan dari pengolahan sagu, kaya karbohidrat dan bahan organik lainnya. Komponen ampas sagu terdiri dari lignoselulosa, selulosa dan lignin, seperti terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Karakteristik Limbah sagu dan Ampas Sagu

2.2. Karakterisasi Proksimat Analisis.

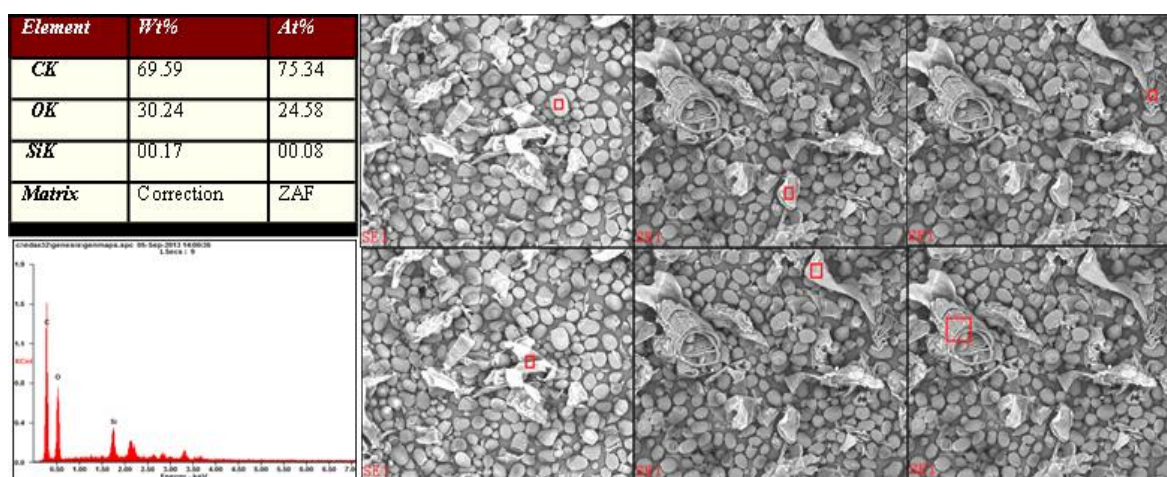
Karakateristik ampas sagu adalah limbah sagu yang mengandung lignoselulosa, selulosa dan lignin, yang dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber karbon. Ampas ela sagu tersusun oleh ikatan lignoselulosa, hemiselulosa dan lignin dengan sejumlah pati yang masih tersisa setelah ekstraksi pati sagu. Komposisi ampas sagu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2.2. Komposisi Ampas Sagu [7]

Parameter Uji	Jumlah
Keadaan Fisik ampas sagu	Warna kecokelatan
Kadar Air	10,4 %
Abu	3,64 %
Protein	1,85 %
Lemak	0,01 %
Karbohidrat	82,4 %
Serat Kasar	1,70 %

2.3. Karakterisasi *Photo Scaning Elektron Microscopic* (SEM-EDAX).

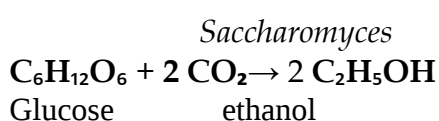
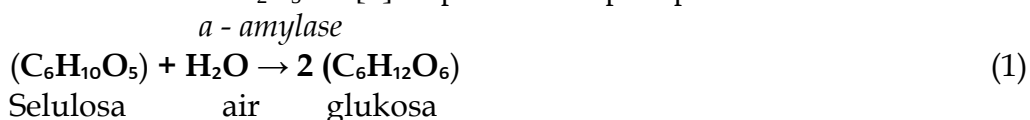
Photo Scanning Electron Microscopic EDX dilakukan untuk melihat struktur komponen hidrokarbon dari ampas ela sagu asal Papua yang bisa dikonversi menjadi energi. Bioetanol adalah hidrokarbon yang terkandung dalam ampas ela sagu. Hasil (SEM-EDAX), menunjukkan bahwa kandungan karbon yang terdapat pada ampas ela sagu adalah 69.59% berat kering dan 75.34% berat basah. Pada Gambar 5. Menunjukkan bahwa ampas ela sagu sangat layak untuk diproses menjadi bahan bakar bioetanol.



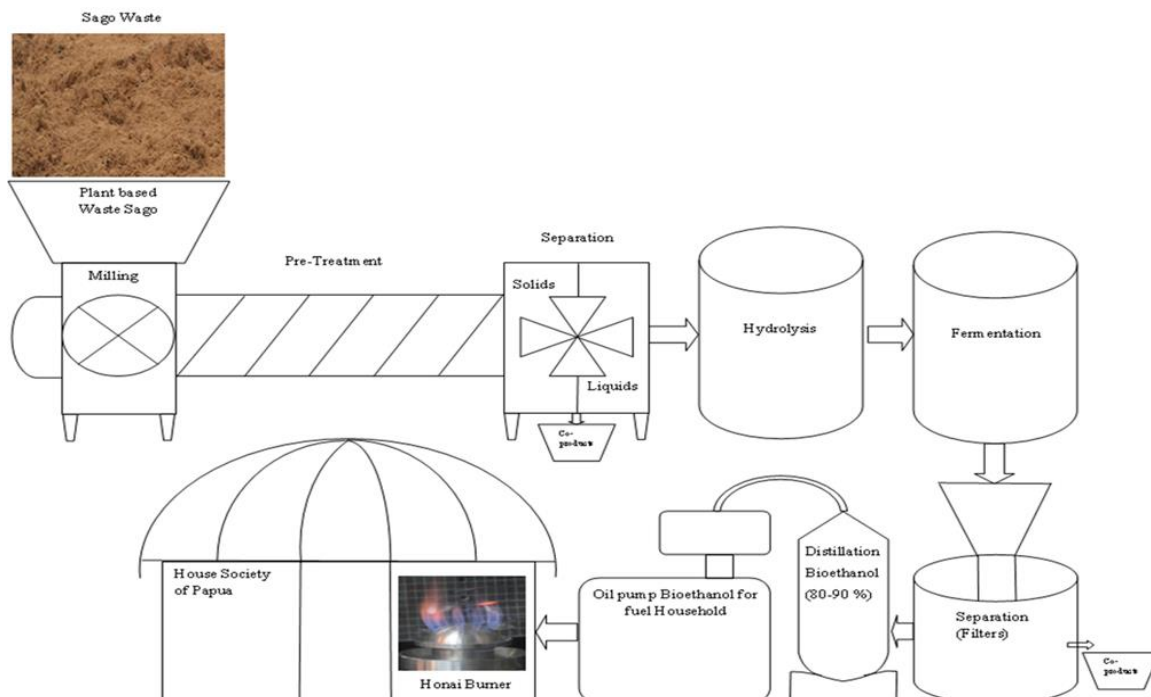
Gambar 2.3. Photo SEM EDAX Ampas Sagu

2.4. Proses Produksi Bioetanol Ampas Sagu

Proses produksi bioetanol ampas sagu dapat dilakukan melalui tahapan penyediaan bahan baku, pengeringan kadar air 10%, *pre-treatment* dengan lolos saring 150 mesh, pemisahan antara lignin, hemiselulosa dan selulosa. Proses selanjutnya hidrolisa, fermentasi dan distilasi. Bioetanol yang dihasilkan dengan kadar konsentrasi 80-90%, mempunyai sifat mudah terbakar dan tidak berwarna, merupakan alkohol rantai lurus dengan rumus molekul C_2H_5OH [8]. Seperti terlihat pada persamaan 1.



Bioetanol dari ampas sago merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan, serta menghasilkan gas emisi karbon yang rendah dibandingkan dengan minyak tanah [9]. Proses produksi bioetanol dari limbah ampas sago dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 2.4. Skema Proses Produksi Bioetanol Ampas Sagu [7].

3. PENGUMPULAN DATA

3.1. Eksperimental Set-Up Proses Produksi Bioetanol



Gambar 3.1. Proses Produksi Bioetanol Ampas Sagu Skala Lab [7].

Penyiapan Sampel (Sample preparing)

Ampas ela sago sebagai bahan baku etanol dalam pengujian ini didapatkan dari sisa produksi sago di kabupaten Jayapura Provinsi Papua. Ampas sago ditambahkan air bersih sampai semuanya terendam kemudian dihaluskan dengan blender lalu dilakukan penyaringan dengan kain saring. Ampas sago yang ada pada kain saring dikumpulkan ke wadah plastik dan dikeringkan di bawah sinar matahari, setelah itu dilakukan pengayakan untuk mendapatkan ampas sago yang halus (lolos saring 150 mesh), yang siap untuk diproses menjadi bahan bakar bioetanol. *Hidrolisa* ampas ela sago harus di proses

gelatinasi, kemudian diproses lebih lanjut dengan menggunakan enzim *alfa amilase* dengan suhu diatas titik didih (107°C) [9]. Pati sagu dicampur dengan air dengan perbandingan 1: 6 kemudian dipanaskan dengan suhu 60-80°C hingga terjadi gelatinasi dan diikuti dengan proses hidrolisis [10]. Proses fermentasi menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Fermentasi dapat dilakukan bersama dengan sakarifikasi yang berlangsung selama 56-72 jam atau selama 3 hari. Proses distilasi dilakukan secara kontinu melalui tahap pertama menghasilkan kadar etanol 20-40%, tahap kedua menghasilkan etanol dengan kadar 60-80%, dan tahap ketiga 80-96% [11].

3.2. Karakterisasi Pengujian Bahan Bakar Bioetanol

Pengambilan Data Low Heating Value (LHV)

Pengambilan data Nilai kalor yang diukur ialah *low heating value* (LHV) dan diukur dengan menggunakan metode ASTM D. 4809-09a. *Bomb calorimeter* adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalori) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam O₂ berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, bahan bakar atau khusus digunakan untuk menentukan nilai kalor dari reaksi-reaksi pembakaran. Pengambilan data Berat Jenis Bahan Bakar, Pengambilan data berat jenis dari bioetanol dilakukan menggunakan alat ukur

Pengambilan Data Berat Jenis Bahan Bakar

Piknometer, dengan proses sebagai berikut: Menyiapkan sampel, Menimbang piknometer dalam keadaan kosong, Memasukkan fluida yang akan diukur massa jenisnya ke dalam piknometer tersebut, Menutup piknometer apabila volume yang diisikan sudah tepat, Menimbang massa piknometer yang berisi fluida tersebut, Menghitung massa fluida yang dimasukkan dengan cara mengurangi massa pikno berisi fluida dengan massa pikno kosong, Membersihkan dan mengeringkan piknometer.

Pengambilan Data Viskositas Bahan Bakar

Pengambilan data Viskositas dari bioetanol dilakukan menggunakan alat ukur Kinematic Viskositas Meter, dengan prosedur, Siapkan alat ukur viskositas meter, Sebelum digunakan, viscometer hendaknya dibersihkan terlebih dahulu, Letakkan viscometer pada posisi vertical, Pipet cairan yang akan ditentukan kekentalannya dimasukkan kedalam reservoir a sampai melewati garis reservoirnya (kira-kira setengahnya), Biarkan viscometer beberapa menit dalam thermostat untuk menyeimbangkan atau mencapai suhu yang dikehendaki, Cairan dihisap melalui pipa b sampai melewati garis m reservoirnya, Cairan dibiarkan turun sampai garis n, Catat waktu yang dibutuhkan cairan untuk mengalir dari garis m ke n.

Pengambilan Data Gas Kromatografi

Pengambilan data Kromatografi Gas yang diukur adalah gas dari bioetanol dilakukan menggunakan alat uji GC-2010, dengan proses sebagai berikut, Nyalakan alat GC dan Komputer, Persiapan sampel, Siapkan alat injeksi, Masukkan sampel dengan alat injeksi kedalam ruang sampel, Setting temperature di alat GC, Alat bekerja menghasilkan data berupa grafik puncak-puncak dan muncul pada layar komputer.

Pengambilan Data FTIR (*Fourier Transform Infrared*),

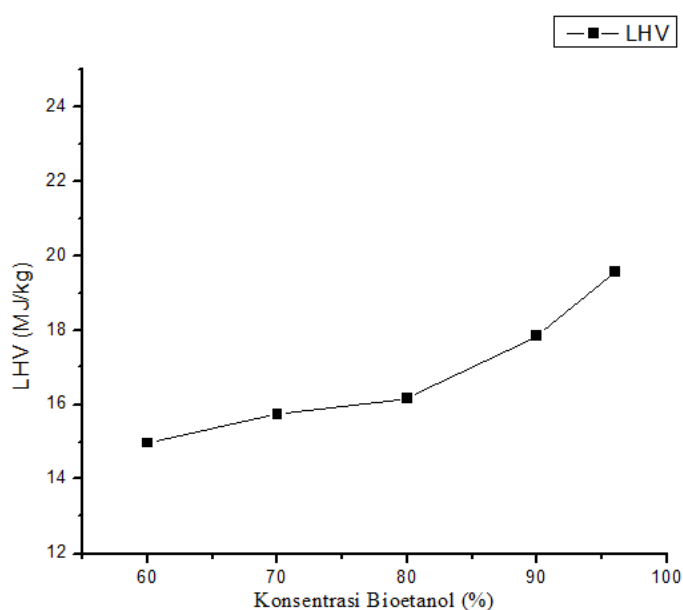
Pengambilan data FTIR (*Fourier Transform Infrared*), Pengambilan data FTIR dari bioetanol dilakukan menggunakan alat uji FTIR *Spectrometer*, *Spectrum Two*. Dengan proses sebagai berikut, Nyalakan Alat FTIR dan Komputer, Persiapan sampel bioetanol,

Siapkan pipet, untuk mengambil bahan sampel, Pasang tempat sampel untuk bahan larutan, Sampel diambil dengan menggunakan pipet kemudian dimasukkan kedalam tempat sampel sebanyak satu tetes, Sampel di scanning dengan alat FTIR, kemudian akan muncul data berupa peak hubungan antara panjang gelombang dengan persen transmission.

4. ANALISIS

4.1 Low Heating Value

Pengambilan data nilai kalor bioetanol dilakukan di Lemigas unit Laboratorium Teknologi Proses Separasi. Nilai kalor yang diukur ialah *low heating value* (LHV) dan diukur dengan menggunakan metode ASTM D. 4809-09a



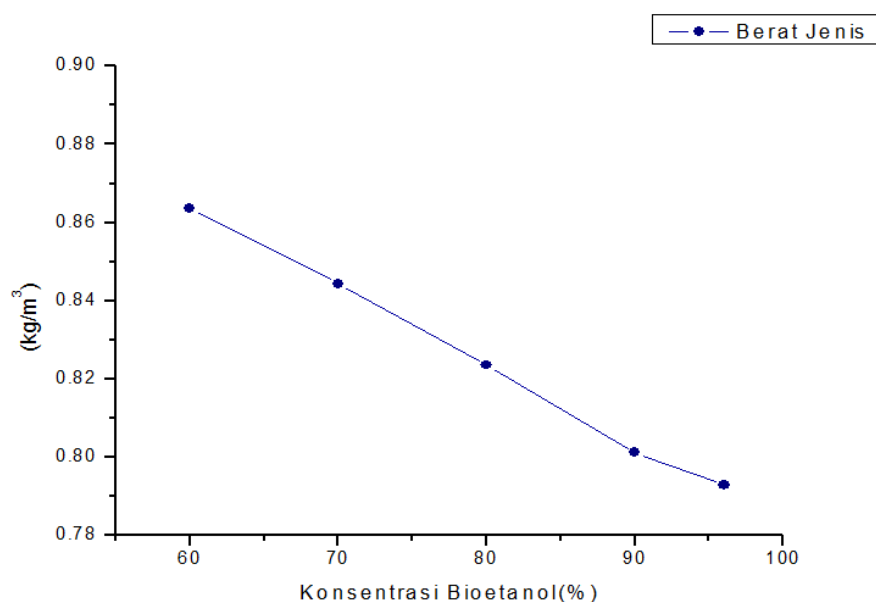
Gambar 4.1. Grafik *Low Heating Value* Bioetanol

Berdasarkan grafik pada gambar 4.1 terlihat bahwa nilai LHV akan semakin tinggi pada konsentrasi bioetanol yang semakin tinggi. Hal tersebut tentu sesuai dengan ekspektasi awal, yakni bahwa pada larutan bioetanol dan air, yang merupakan bahan bakar ialah bioetanol. Dengan demikian, akan sangat wajar apabila pada satuan massa yang sama nilai LHV akan lebih tinggi pada konsentrasi yang lebih tinggi karena pada konsentrasi yang lebih tinggi terdapat bioetanol yang lebih banyak dibandingkan pada konsentrasi yang lebih rendah.

4.2 Berat Jenis

Pada Gambar 4.2 adalah grafik antara nilai berat jenis terhadap konsentrasi bioetanol semakin tinggi dari konsentrasi bioetanol maka akan semakin ringan berat jenis kandungan larutannya yang mana berat jenis dari larutan etanol lebih ringan dibandingkan dengan berat jenis air. Berat jenis dari air adalah 1000 kg/m^3 sedangkan berat jenis dari etanol adalah 789 kg/m^3 .

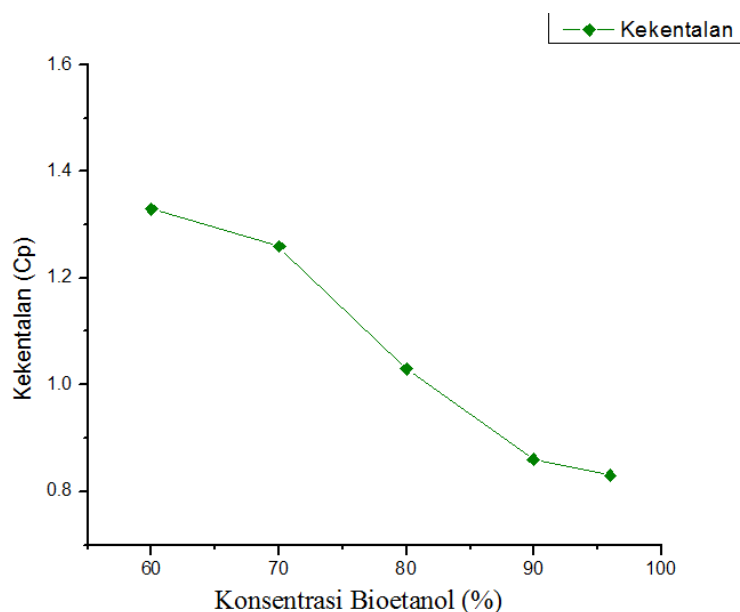
Pengambilan data berat jenis dari bioetanol dilakukan menggunakan alat ukur piknometer.



Gambar 4.2. Grafik Berat Jenis Bioetanol

4.3 Viskositas

Pengambilan data viskositas dari bioetanol dilakukan di Laboratorium Jasa Departemen Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Indonesia dengan menggunakan alat ukur *Kinematic Viscositas Meter*.

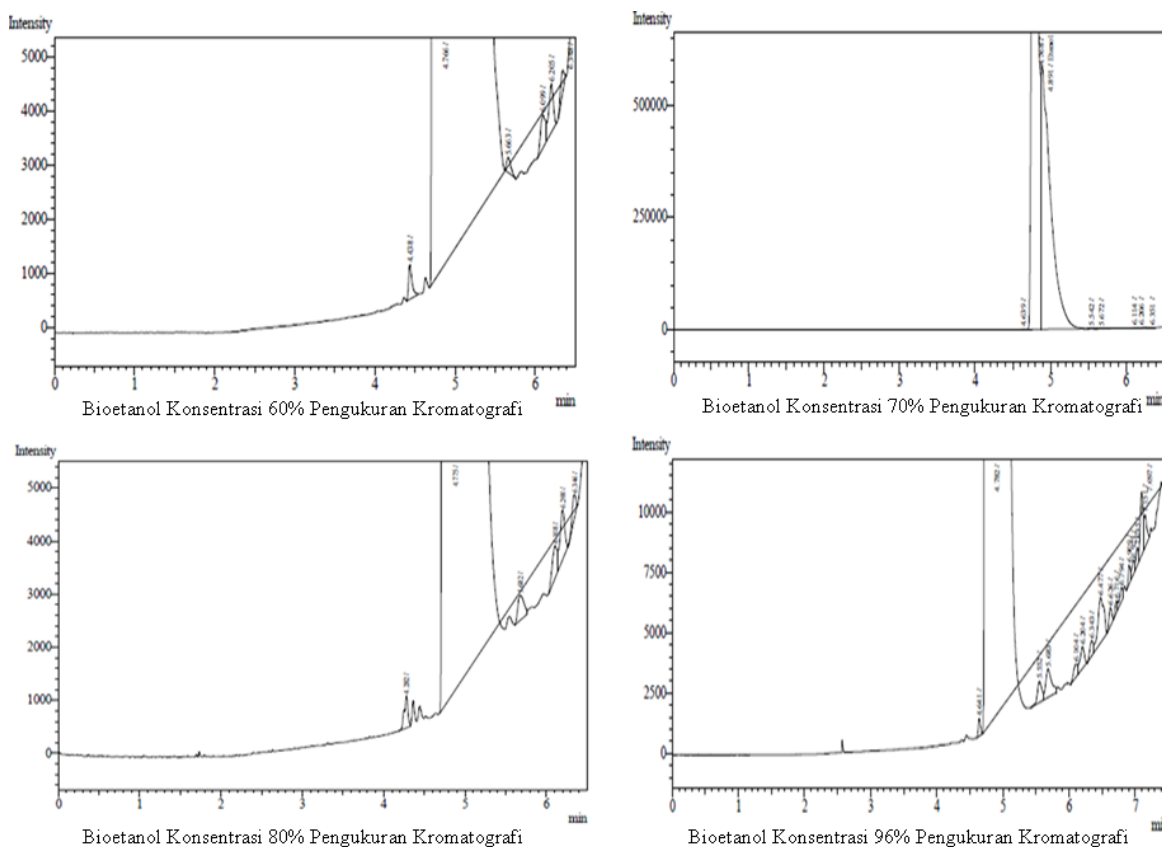


Gambar 4.3. Grafik Viskositas Bioetanol

Pada Gambar 4.3 adalah grafik antara nilai viskositas terhadap konsentrasi bioetanol semakin tinggi dari konsentrasi bioetanol maka akan semakin rendah viskositasnya. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kandungan konsentrasi bioetanol makin banyak juga kandungan dari larutannya yang mana notabennya viskositas larutan etanol lebih rendah dibandingkan dengan viskositas air.

4.4 Kromatografi Gas

Analisis Gas kromatografi dilakukan untuk mengetahui kadar bioetanol dengan menggunakan alat uji Kromatografi Gas GC-2010. Pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Pengujian Kromatografi Gas Bioetanol Konsentrasi 60, 70, 80, 96%.

Hasil pengukuran analisis menunjukkan bahwa konsentrasi yang bioetanol yang memenuhi syarat bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga di Papua adalah *gas chromatography* 61.04%,. Pada posisi konsentrasi bioetanol 80%, sifat volatil bahan bakar dapat bereaksi dengan udara atmosfer secara seimbang yang menghasilkan pembakaran sempurna.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Karakterisasi material ampas sagu mengandung nilai karbonnya (CK) 76,49% dan kandungan karbohidrat 82,4%, sangat layak diproduksi sebagai bahan bakar bioetanol untuk kebutuhan energi rumah tangga di daerah terisolasi di Papua. Karakterisasi bahan bakar bioetanol 80% untuk nilai kalor LHV 80% = 16.166 MJ/Kg, Berat Jenis 0.82 g/L, Viskositas 1.03 cp, Kromatografi Gas 61.04% dan FTIR 1015.06 cm⁻¹ hal ini menunjukkan bahwa bioetanol ampas sagu sangat layak sebagai bahan bakar untuk kebutuhan industri rumah tangga di Provinsi Papua.

5.2. Saran

Perlu kajian lebih lanjut dari kontribusi penelitian ini sebagai salah satu solusi dalam menjawab permasalahan energi, kebutuhan energi, akses terhadap energi, ketersediaan

energi dan menciptakan kemandirian energi daerah untuk di aplikasikan pada proses kebutuhan energi rumah tangga masyarakat Papua di daerah terisolasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2007 Tentang Energi.
- [2] Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional.
- [3] Sugeng Mujiyanto, Günter Tiess., 2013. Secure energy supply in 2025 Indonesia need for an energy policy strategy. 61. Pp. 32-41. Energy Policy, Elsevier.
- [4] Asep S. Suntana, Kristiina A. Vogt, Eric C. Turnblom, Ravi Upadhye, 2009. Bio-methanol potential in Indonesia: Forest biomass as a source of bio-energy that reduces carbon emissions. Applied Energy 86. Pp. S215–S221. Elsevier.
- [5] I. Made. K. D., Numberi. J.J., 2015. The Utilization of Metroxylon Sago Dregs for Eco-friendly Bioethanol Stove in Papua, Indonesia, KnE Energy, Volume 2, pp. 119-125.
- [6] Flach, Michiel, (1997), The yield potentials sago palm and Metroxylon sago Rottb. Sago 76. Proc. 1st Int. Sago Symp. 5-7 Juli 1976. pp 157-77. IPGRI. Rome; Elsevier.
- [7] Numberi Johni Jonatan¹, Aria .E., I Made K.D, Yulianto S.N., 2017. The Utilization of Metroxylon Sago (Rottb.) Dregs for Low Bioethanol as Fuel Households Needs in Papua Province Indonesia. International Conference on Natural Resources and Life Sciences, pp 150–157, Volume 2017. KnE Life Sciences.
- [8] Numberi J.J., I. Made. K.D., Arifia.E., Yulianto. S.N., 2017. Analysis of The Heat Release Rate of Low Concentration Bioethanol from Sago Waste. International Journal of Technologi, 3: 428-436. Scopus.
- [9] Haska, N., 2008. Alcohol Production from Sago Starch Granules by Simultaneous Hydrolyzation and Fermentation Using a Raw Starch Digestion Enzyme from *Aspergillus* sp. No. 47 and *Saccharomyces cerevisiae* No. 32. Acta Horticulturae, Volume 389, pp. 161–178.
- [10] Awg-Adeni, D.S., Bujang, K., Hassan, M.A., Abd-Aziz, S., 2013. Recovery of Glucose from Residual Starch of Sago Hampas for Bioethanol Production. *BioMed Research International*, Article ID 935852, pp. 1–8.
- [11] D.Subashini, J.Ejilance, A.Radha, MA Jayasri dan K.Suthindhiran.,2011. Ethanol production from sago waste using *Saccharomyces cerevisiae* Vits-M1. International Journal of Biological Science. Science Direct.