

ANALISIS BLENDING LIMBAH BATANG PISANG SEBAGAI BIOETHANOL DAN HASIL PIROLISIS SEBAGAI MOGAS

Dody Finansa ^{1)*}, Mohammad Lutfi ^{1)*}, M. Riqi Fathan ²⁾, Guens Falin ³⁾

^{1.)}Dody Finansa Brend / Teknik Perminyakan / STT MIGAS Balikpapan

²⁾ M Rizqi Fathan Rahman / Teknik Perminyakan / STT MIGAS Balikpapan

³⁾ Guens Falin Sahureka / Teknik Perminyakan / STT MIGAS Balikpapan

dfinans@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan konsumsi bahan bakar dan permasalahan limbah menjadi tantangan global yang membutuhkan solusi inovatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan limbah batang pisang sebagai bioetanol dan hasil pirolisis sampah plastik sebagai mogas alternatif, serta mengevaluasi hasil blending keduanya sebagai bahan bakar. Bioetanol diperoleh melalui tahapan delignifikasi, hidrolisis, fermentasi, dan destilasi, dengan penggunaan *Saccharomyces cerevisiae*, pupuk NPK, dan urea untuk meningkatkan kadar etanol. Sementara itu, pirolisis sampah plastik dilakukan pada suhu sekitar 230°C, menghasilkan bahan bakar cair dengan karakteristik menyerupai bensin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa blending bioetanol dengan mogas alternatif dapat meningkatkan kualitas bahan bakar. Beberapa sampel memenuhi spesifikasi RON 98, menjadikannya kandidat potensial sebagai bahan bakar kendaraan. Teknologi ini menawarkan solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan, ekonomis, dan aplikatif, serta berpotensi mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meminimalkan pencemaran lingkungan akibat limbah plastik dan organik. Namun, proses pirolisis masih memerlukan optimasi dalam hal efisiensi energi untuk penerapan lebih luas.

Kata Kunci: *Bioethanol, Pyrolysis, Blending, Energi Terbarukan, Limbah Plastik*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah merupakan sisa produksi yang dapat menimbulkan polusi dan gangguan kesehatan jika tidak dikelola dengan baik. Banyak yang menganggapnya

tidak berguna dan harus dibuang, padahal dengan pengolahan yang tepat, limbah bisa bernilai tinggi. Limbah terbagi menjadi dua jenis: organik, yang berasal dari tumbuhan dan mudah terurai, serta anorganik, yang terdiri dari bahan kimia dan sulit terurai secara alami.

Pada tahun 2021, volume sampah di Kalimantan Timur mencapai 725.412,65 ton atau 1.987,43 ton per hari (DLH, 2022). Di Balikpapan, pisang menjadi buah dengan produksi tertinggi, mencapai 148.600 ton pada 2019 (BPS, 2019). Pohon pisang hanya berbuah sekali sebelum mati, sehingga menghasilkan limbah organik dari kulit, pelepah, hingga batangnya jika tidak dimanfaatkan dengan baik (Asih Kusumaningsih, 2019).

Penggunaan bahan bakar meningkat, sementara cadangan minyak bumi terus menipis. Bahan bakar terdiri dari gas, cair, dan padat, dengan komposisi utama hidrogen dan karbon (Maleev, 1945). Bahan bakar dengan bilangan oktan digunakan untuk mesin bensin, sedangkan bilangan setana untuk mesin diesel. Nilai oktan diukur dengan RON dan MON, di mana Pertamina memiliki nilai lebih tinggi dari premium. Untuk mengatasi krisis energi, bioetanol menjadi alternatif pengganti minyak bumi. Bioetanol diperoleh dari fermentasi gula dalam bahan kaya pati atau selulosa, seperti singkong dan tebu, dan batang pisang dan digunakan dalam industri alkohol, farmasi, serta kosmetik (Anonim, 2007).

Bioetanol terbagi menjadi tiga berdasarkan kadar alkoholnya: industri (90-94%), netral (96-99,5%) untuk farmasi dan minuman keras, serta bahan bakar (>99,5%) (Prihandana, 2007). Dibandingkan minyak bumi, bioetanol lebih ramah lingkungan, kurang beracun, mudah terurai, dan menghasilkan polusi lebih rendah (Azhar, 2017). Selain itu, bioetanol aman sebagai bahan bakar dengan titik nyala tiga kali lebih tinggi dari bensin (Junipitoyo, 2018).

Menurut INAPLAS dan BPS, Indonesia menghasilkan 64 juta ton sampah plastik per hari, dengan 3,2 juta ton dibuang ke laut. Setiap tahun, 10 miliar kantong plastik atau 85.000 ton terbuang ke lingkungan (BPS Balikpapan, 2019). Di Balikpapan, sampah plastik menyumbang 17% dari total sampah, menempati urutan ketiga setelah sampah organik dan kertas. Tingginya konsumsi plastik menuntut partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah untuk mengurangi dampaknya (Mega Sally, 2022). Plastik adalah makromolekul hasil polimerisasi, di mana monomer bergabung membentuk polimer yang terdiri dari karbon dan hidrogen. Bahan utama plastik adalah naphta, hasil penyulingan minyak bumi atau gas alam. Untuk 1 kg plastik, dibutuhkan 1,75 kg minyak bumi (Kumar et al., 2011).

1.2 Tujuan Penelitian .

- a. Mengetahui cara mengelolah limbah pelepah batang pisang menjadi *bioethanol*
- b. Mengetahui pengaruh ragi, npk, dan urea pada pembuatan bioethanol
- c. Mengetahui cara kerja *pyrolysis* dalam mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak
- d. Mengetahui hasil *blending* antara bioethanol dari limbah batang pisang dengan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak.

II. METODE

- a. Pirolisis merupakan metode dekomposisi bahan kimia melalui pemanasan dengan sedikit atau tanpa oksigen, mengubah material menjadi fase gas dan meninggalkan residu karbon (karbonisasi). Proses ini dapat menghasilkan bahan bakar cair dari sampah plastik melalui cracking, yaitu memecah rantai polimer menjadi senyawa dengan berat molekul lebih rendah (Panda, 2011; Haryanto, 2021).
- b. Proses pembuatan bioetanol terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap pembuatan starter, hidrolisis, fermentasi, dan distilasi. Tahap pembuatan starter berlangsung secara anaerob dimana persiapannya yang pertama mengisi air dalam gelas beaker sebanyak 500 ml, selanjutnya ditambahkan pupuk urea sebanyak 15 gram dan diaduk hingga tercampur sempurna, selanjutnya ditambahkan pupuk NPK sebanyak 15 gram sambil diaduk kembali, lalu ditambahkan ragi roti sebanyak 15 gram kedalam botol, dan adapun jenis ragi yang digunakan adalah *Saccharomyces cerevicae* yang dapat memproduksi alkohol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi pada kadar alkohol yang tinggi (12-18 % abv), tahan terhadap kadar gula yang tinggi dan tetap aktif melakukan fermentasi pada suhu 24-30oC. Kemudian ditutup rapat dan disimpan ditempat gelap selama 24 jam

1. Delignifikasi

Dimana persiapannya, yaitu disiapkan batang pisang kering sebanyak 500 gram kemudian dipotong kecil-kecil, kemudian batang pisang dicuci hingga bersih dan di blender sampai halus. Selanjutnya batang pisang direbus dengan penambahan larutan NaOH 0.1M sebanyak 500 ml sampai mendidih selama 90 menit, kemudian bubur batang pisang didinginkan sampai suhu kamar.

2. Hidrolisa

Tahapan yang kedua yaitu hidrolisis, proses hidrolisa merupakan tahap penting dalam pembuatan bioetanol, karena proses hidrolisa ini menentukan jumlah glukosa yang dihasilkan untuk kemudian dilakukan fermentasi menjadi bioethanol. Prinsip hidrolisa pati adalah pemutusan rantai polimer pati menjadi unit-unit dekstrosa atau monosakarida yaitu glukosa ($C_6H_{12}O_6$). Dimana persiapannya, yaitu disiapkan bubur batang pisang yang sudah didelignifikasi.

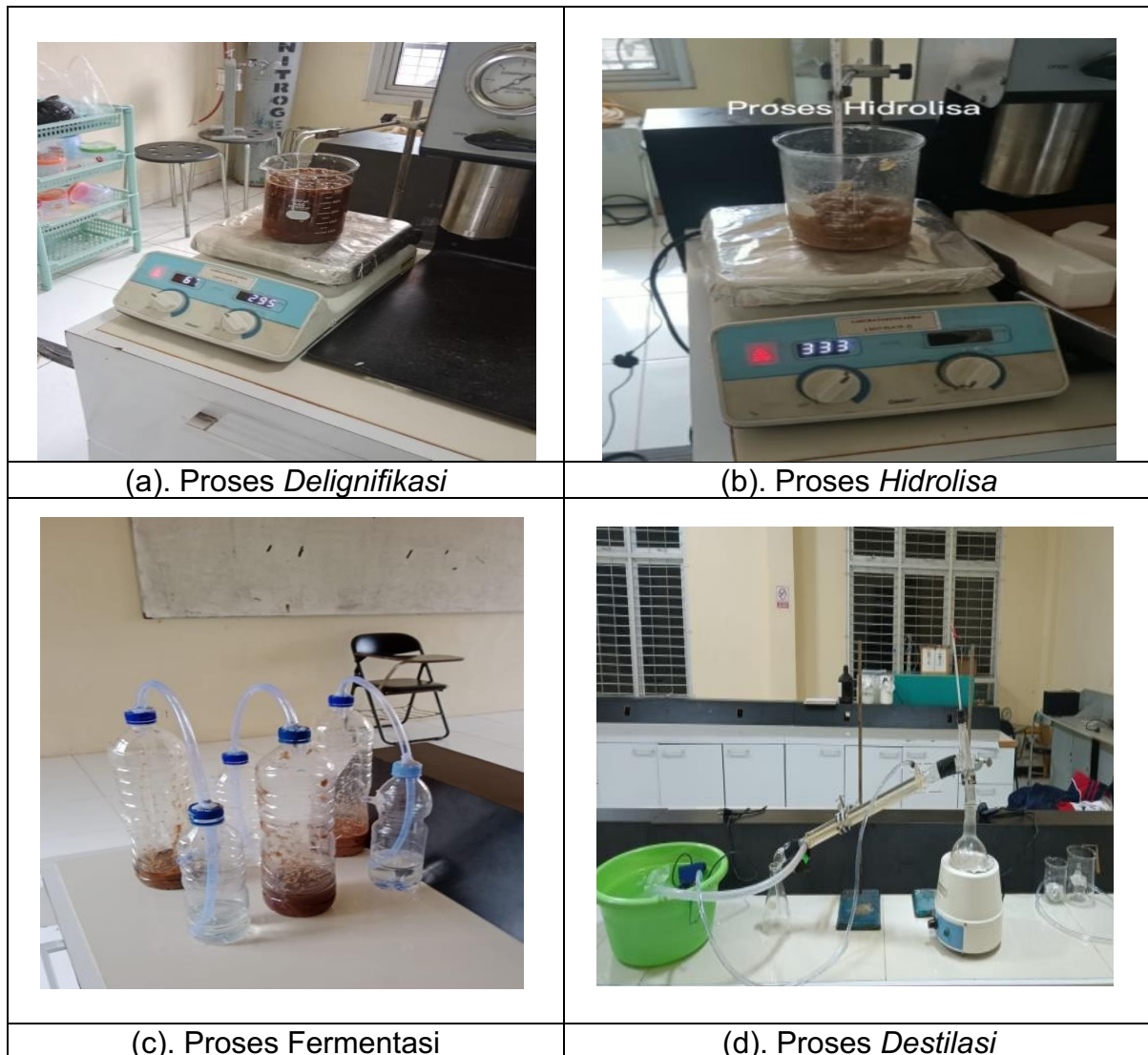
Dimana persiapannya, yaitu disiapkan bubur batang pisang yang sudah didelignifikasi. Selanjutnya batang pisang direbus dengan penambahan larutan HCL 5% sebanyak 500 ml sampai mendidih selama 90 menit, kemudian bubur batang pisang didinginkan sampai suhunya mencapai kamar.

3. Fermentasi

Dimana persiapannya, yaitu terlebih dahulu dianalisa pH rebusan batang pisang untuk memastikan fermentasi dapat berlangsung dengan baik. Selanjutnya batang pisang dimasukkan kedalam botol-botol, kemudian ditambahkan starter sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Kemudian campuran kulit pisang disimpan dalam ruangan gelap dengan suhu kamar selama waktu yang telah divariasikan.

4. Destilasi

Dimana persiapannya, yaitu larutan batang pisang yang telah difermentasikan disaring kemudian filtratnya dimasukkan ke labu destilasi untuk dimurnikan selama 120 menit, selanjutnya uap yang dihasilkan didinginkan dengan kondenser sehingga produk yang murni tertampung dalam wadah pemisah. Produk yang diperoleh selanjutnya dianalisa dengan menghitung densitas, viskositas, dan kadar bioetanol dengan menggunakan picnometer.

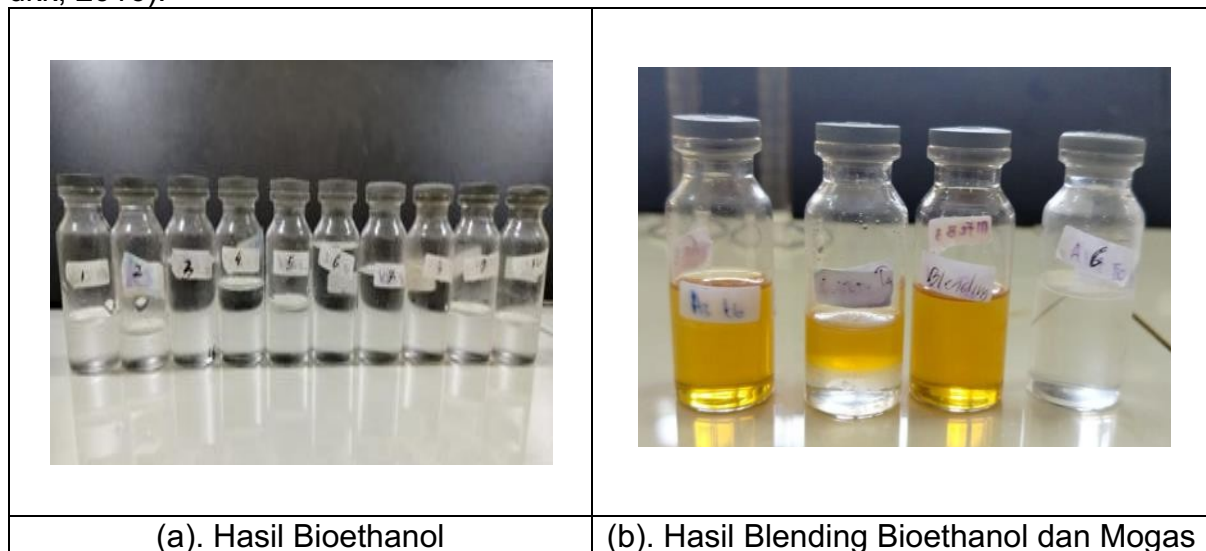


Gambar 1. Proses Pembuatan *Bioethanol*. Proses *Delignifikasi* (a), Proses *Hidrolisas* (b), Proses *Fermentasi* (c), dan Proses *Destilasi* (d)

c. *Blending*

Proses *Blending* merupakan mencampur dua produk atau lebih ke dalam suatu sistem, sehingga menghasilkan suatu produk yang memenuhi spesifikasi. Tujuannya untuk memperbaiki mutu produk yang mempunyai mutu rendah menjadikan produk yang berkualitas atau bermutu tinggi. Penambahan bioethanol pada bensin pada konsentrasi 10% dan 30% bisa mereduksi asap namun

mempengaruhi polutan yang lain tergantung dari kondisi operasi mesin (Ghuzrina dkk, 2016).



Gambar 2. Hasil Penelitian. Hasil Bioethanol (a), dan Hasil Blending (b)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengeringan Limbah Batang Pisang (per sample dalam garam)

Tabel 3.1 Hasil timbang Limbah Batang Pisang saat Pengeringan

Hari/Tanggal	Sample (dalam gram)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Senin, 19/12/2022	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Selasa, 20/12/2022	312,5	312,5	387,5	314,5	314,5	308,5	308,5	317,5	317,5	387,5
Rabu, 21/12/2022	159,5	159,5	212	158,5	158,5	148,5	148,5	169	169	212
Kamis, 22/12/2022	36	36	48	39	39	33,5	33,5	43,5	43,5	48
Sabtu, 23/12/2022	26	27	32	31	31	28	28	30	33	32

Pembuatan Starter:

Starter	Sample									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

	24/12	24/12	24/12	25/12	25/12	25/12	25/12	25/12	25/12	26/12
Ragi Saccharomyces	15 gr	-	15 gr	-	-	15 gr	-	15 gr	15 gr	-
Pupuk NPK	-	-	15 gr	-	100 gr	-	100 gr	15 gr	-	100 gr
Pupuk Urea	-	100 gr	15 gr	100 gr	-	-	100 gr	-	15 gr	-
Aquadest	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml

Analisa Destilasi:

Sample	Berat Awal	Berat Akhir	Volume Awal	Volume Akhir	Densitas	Kadar Air	Kadar Bioethanol
1	96 gr	5,75 gr	150 ml	5,8 ml	0,99137 gr/ml	94,0104%	2,32%
2	134 gr	4,08 gr		4,2 ml	0,97142 gr/ml	96,9552%	14,94%
3	170 gr	11,4 gr		12,01 ml	0,94920 gr/ml	93,2941%	29,011%
4	126 gr	9,55 gr	127 ml	9,8 ml	0,97448 gr/ml	92,42064%	12,84%
5	150 gr	7,17 gr	150 ml	7,4 ml	0,96891 gr/ml	95,22%	16,68%
6	140 gr	14,47 gr	125 ml	15,4 ml	0,93961 gr/ml	89,80%	34,13%
7	120 gr	11,44 gr	125 ml	12 ml	0,95333 gr/ml	90,5%	26,64%
8	136 gr	12,25 gr	140 ml	12,8 ml	0,95703 gr/ml	90,9926%	24,41%
9	141 gr	5,92 gr	149 ml	6,2 ml	0,95484 gr/ml	95,80141%	25,74%
10	196 gr	4,69 gr	200 ml	5 ml	0,95625 gr/ml	97,6581%	24,8%

Hasil ini diperoleh setelah dilakukan destilasi sederhana sebanyak 1 kali proses. Dengan perlakuan tersebut diperoleh hasil maksimal bioethanol dengan kadar 34,13% yang berasal dari sampel 6 dengan starter ragi dqb berat pisang.

Hal ini menunjukkan bahwa dengan berat awal setelah dikeringkan yaitu 22 gram dan dicampur dengan starter ragi yang sudah didiamkan 1 hari akan memiliki hasil lebih baik apabila dibandingkan dengan pencampuran dengan starter lain. Hal itu dapat disebabkan oleh beberapa kondisi seperti:

- 1) Nutrien yang dibutuhkan ragi untuk mengubah pisang menjadi alkohol sebanding dengan banyak pisang yang diberikan, sehingga apabila ragi menerima kelebihan nutrien menyebabkan ragi tersebut tidak dapat mengubah pisang menjadi alkohol secara maksimal.
- 2) Pengeringan yang kurang lama serta proses hidrolisa dan delignifikasi yang kurang maksimal yang terjadi pada sampel 1, sehingga dapat

menjadi penghambat dalam hasil yang diperoleh yang jauh berbeda dengan sampel 6 yang memiliki perlakuan yang sama secara maksimal.

- 3) Dengan keunggulan yang ada, sampel 6 kemudian dijadikan sebagai sampel yang akan dilakukan proses blending dengan hasil pirolisis (mogas alternatif) yang kemudian harapannya dapat menjadi suatu produk yang dapat secara efisien menjadi perbantuan dalam segi energi terbarukan.

Analisa Blending

Parameter	Mogas Alternatif	Bioethanol	Bioethanol-Mogas (Ratio 3:1)
Volume	10 ml	10 ml	10 ml
Berat	7,45 gr	9,40 gr	7,48 gr
Specific Gravity	0,745	0,94	0,748
Densitas	0,745 gr/ml	0,94 gr/ml	0,748 gr/ml
Sesuai dengan Spesifikasi Pertamina Ron 98(715-770)	Memenuhi	Tidak memenuhi	Memenuhi

IV. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah batang pisang dan sampah plastik untuk produksi bioetanol dan mogas alternatif dapat menjadi solusi inovatif dalam mengatasi masalah energi dan lingkungan.

- a. Metode penelitian ini menawarkan solusi ramah lingkungan, ekonomis, dan aplikatif, namun masih memerlukan optimasi pada proses produksi agar lebih efisien, terutama dalam penggunaan energi untuk pirolisis.
- b. Bioetanol diperoleh melalui tahapan delignifikasi, hidrolisis, fermentasi, dan destilasi. Proses fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan tambahan pupuk NPK dan urea, yang berpengaruh pada kadar bioetanol yang dihasilkan.
- c. Pirolisis sampah plastik pada suhu sekitar 230°C menghasilkan bahan bakar cair dengan sifat menyerupai bensin. Teknologi ini berpotensi mengurangi limbah plastik sekaligus menghasilkan sumber energi baru
- d. Blending bioetanol dengan mogas alternatif dilakukan untuk meningkatkan kualitas bahan bakar. Hasil uji menunjukkan beberapa sampel memenuhi

spesifikasi RON 98, menjadikannya alternatif yang potensial untuk bahan bakar kendaraan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterima kasih kepada Kampus STT MIGAS Balikpapan yang telah mendukung penuh penelitian kami yang pelaksanaannya di Laboratorium Perminyakan STT MIGAS Balikpapan. Dan kepada Bapak Mohammad Lutfi, S.Si., M.Si selaku dosen akfti di STT MIGAS Balikpapan yang telah membimbing dan mendukung penelitian ini hingga akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprian, R. P. (2012). Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis. . *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4 (1). *Issn* 2085- 501-X.
- Azhar, S. (2017). *Yeast in sustainable bioethanol production: A review*.
- Badan Pusat Statistik Kota Balikpapan. (2019). *Produksi Buah-buahan Menurut Jenisnya (Ton), 2017-2019* .Retrieved from balikpapankota.bps.go.id: <https://balikpapankota.bps.go.id/indicator/55/91/1/produksi-buah-buahan-menurut-jenisnya.html>
- Dinas Lingkungan Hidup. (2022, 10 11). *Presentasi Laporan Hasil Pemantauan Sampah di Pantai Kota Balikpapan*. Retrieved from kaltimprov.go.id: <https://dinaslh.kaltimprov.go.id/presentasi-laporan-hasil-pemantauan-sampah-di-pantai-kota-balikpapan/>
- Haryanto, Y. N. (2021). Perancangan Alat Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar. *Jurnal Kajian Teknik Mesin Vol 06*, 1-11.
- Junipitoyo, B. (2018). Comparasion Unjuk Kerja Mesin Bensin dengan Bahan Bakar Premium dan Bioethanol [E- 15] . *Jurnal Penelitian* 3(3), 1-5.
- Panda. (2011). Studies on Process Optimization for Production of Liquid Fuels from Waste Plastiks. *Chemical Engineering Department National Institute of Technology Rourkela*.
- Prahady Susmanto, Y. B. (2020). PENGARUH JENIS NUTRIEN DAN WAKTU TERHADAP EFISIENSI SUBSTRAT DAN KINETIKA REAKSI FERMENTASI DALAM PRODUKSI BIOETANOL BERBAHAN BAKU BIJI DURIAN. *JurnalIntegrasi Proses*.

- Prihandana, R. d. (2007). *Bioetanol Ubi Kayu, Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Rahmah, Y. &. (2015). Fermentasi Nira Nipah Menjadi Bioetanol Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* dengan Penambahan Urea Sebagai Sumber Nitrogen . (*Skripsi, Riau University*).
- Wijaya, K. (2011, Desember 27). *Bioetanol Skala UMKM dan Home Industry*. Retrieved from Pusat Studi Energi Universitas Gadjah Mada: <https://pse.ugm.ac.id/bioetanol-sekala-umkm-dan-home-industry/>