



**Chemical Engineering
Journal Storage**

homepage jurnal:
<https://ojs.unimal.ac.id/cejs/index>

**Chemical
Engineering
Journal
Storage**

PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT KOPI SECARA FERMENTASI MENGGUNAKAN RAGI ROTI

**Mhd Azrin, Syamsul Bahri *, Rizka Nurlaila, Meriatna, Agam Muarif, Wiza
Ulfa Fibarzi**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

*e-mail: amarul_bahari67@yahoo.com

Abstrak

Bioetanol pada dasarnya adalah etanol atau senyawa alkohol yang diperoleh melalui proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan limbah kulit kopi yang terbuang di masyarakat khususnya aceh tengah. Metode penelitian menggunakan cara fermentasi dan distilasi dengan variasi waktu fermentasi 2, 4 dan 6 hari. Hasil dari penelitian ini didapatkan kadar bioetanol tertinggi 5,533%, densitas bioetanol tertinggi 0,8324 gr/ml, dan viskositas tertinggi adalah 1,09 cP. Besar dan kecilnya suatu kadar dipengaruhi oleh lamanya waktu fermentasi dan kadar ragi yang diberikan. Nilai densitas dan viskositas dari bioetanol yang didapatkan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia.

Kata Kunci: *Bioetanol, Densitas, Fermentasi dan Viskositas*

DOI: <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i2.7868>

1. Pendahuluan

Seiring dengan ketersediaan energi di dunia yang semakin menipis sedangkan kebutuhan akan energi semakin hari semakin meningkat, hal ini mendorong peneliti untuk mencari sumber energi baru sebagai energi *alternative*, salah satunya adalah bioetanol. Bioetanol memiliki kelebihan dibanding dengan BBM, diantaranya memiliki kandungan oksigen yang lebih tinggi (35%) sehingga terbakar lebih sempurna, bernilai oktan lebih tinggi (118) dan lebih ramah lingkungan karena mengandung emisi gas CO lebih rendah 19–25% (Indartono Y., 2005). Selain itu bioetanol dapat diproduksi oleh mikroorganisme secara terus menerus. Produksi bioetanol di berbagai negara telah dilakukan dengan menggunakan bahan baku yang berasal dari hasil pertanian dan perkebunan

(Sarjoko, 1991). Oleh karena itu dilakukan upaya mencari bahan baku alternatif lain dari sektor non pangan untuk pembuatan etanol. Bahan selulosa memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif pembuatan etanol. Salah satu contohnya adalah limbah kulit kopi.

Kandungan limbah kulit kopi cukup besar, pada pengolahan kopi akan menghasilkan 65% biji kopi dan 35% limbah kulit kopi. Sedangkan produksi kopi Indonesia pada tahun 2009 mencapai total 689 ribu ton (Melyani, 2009). Produksi kopi yang sangat besar dikarenakan Indonesia berada pada posisi ketiga sebagai Negara penghasil kopi terbesar di dunia setelah Brazil. Namun dalam pengolahan limbah tanaman kopi tersebut sangat jarang ditemukan, namun saat ini gencar sebuah penelitian yang melibat kan limbah kulit kopi menjadi bioetanol. Sehingga pemanfaatan limbah dapat terpenuhi dan bermanfaat bagi masyarakat. Kulit kopi mempunyai kandungan BK=90.52, PK=6.27, LK=1.31, SK=34.11 dan TDN=57.20%. Namun demikian kulit kopi hanya sebagian kecil dimanfaatkan sebagai penghasil bahan bakar minyak (bioetanol) dan sebagian besar lainnya dibuang atau dibenamkan dalam tanah untuk digunakan sebagai pupuk organik pada lahan perkebunan. Lebih rincinya Kandungan yang terkandung dalam limbah kulit kopi dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Metode Pengolahan	BK (%)	% Bahan Kering				
		PK	SK	Abu	LK	BETN
Basah	23	12.8	24.1	9.5	2.8	50.8
Kering	90	9.7	32.6	7.3	1.8	48.6

(Sumber: Murni dkk, 2008)

Menurut Penelitian Narisa dan Herry 2020 Menggunakan bahan baku kulit kopi. Didapatkan kadar etanol yang berasal dari limbah kulit kopi sebesar 63 % untuk jenis kopi arabika dan 60% untuk jenis kopi robusta. Dalam penelitiannya menggunakan metode hidrolisis, fermentasi dan distilasi. Proses fermentasi yang dilakukan pada penelitiannya menggunakan variasi waktu 5,7 dan 9 hari.

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan Meilianti dkk tahun 2021, Menggunakan bahan baku kulit kopi dan metode *Popping Pretement* dan fermentasi, didapatkan kadar bioetanol yang diperoleh sebesar 60,2 % dengan

melakukan fermentasi selama 2 hari dan penambahan ragi sebanyak 80 gram, angka 60,2 % yang didapat merupakan *yield* tertinggi dari masing masing hasil pecobaannya. Variasi waktu fermentasi yang dilakukan oleh meilianti dkk adalah 1, 2 dan 3 hari. 105,2123

Berdasarkan hasil penelitian soni dan riska 2015. Menggunakan bahan baku kulit kopi dan metode fermentasi dan distilasi di dapatkan hasil sebesar 30% dengan dilakukan fermentasi selama 3 hari, kadar yang mereka dapat belum diuji kelayakan untuk bahan bakar kendaraan dikarenakan kadar bioetanol yang masih rendah.

Penelitian ini akan menggunakan metode fermentasi dan distilasi dimana menggunakan perbandingan variasi kadar ragi dan waktu fermentasi. Waktu fermentasi yang akan dilakukan adalah 2, 4 dan 6 hari dan variasi ragi adalah 6% 12% dan 18%. Dan diharapkan pada hasil penelitian ini mendapatkan kadar bioetanol yang besar.

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT KOPI SECARA FERMENTASI MENGGUNAKAN RAGI ROTI”**.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan dan peralatan

Adapun bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah Kulit kopi, ragi roti/*Saccharomyces cerevisiae*, *aquadest*, HCl, NaOH, H₂O, NPK, sedangkan alat yang digunakan adalah: blender (Crusher), timbangan digital, labu leher tiga, *thermometer*, kondensor, labu ukur, pH meter, erlenmeyer 250 ml, pipet ukur, *beaker glass*, gelas ukur 250 ml, karet penghisap, statif dan klem, botol fermentor, *picnometer*, ayakan 50 mesh, rangkaian alat distilasi, kertas saring, dan corong.

2.2 Metode Penelitian

Adapun metode penelitian ini terdiri 4 tahapan, tahap yang pertama dalam penelitian ini adalah persiapan bahan baku. Kulit kopi dibersihkan dengan air panas kemudian kulit kopi yang sudah dibersihkan dikeringkan menggunakan

cahaya matahari agar tidak menghilangkan tekstur dari kulit kopi. Kemudian masukkan kedalam oven untuk proses pengeringan lanjutan. Setelah dikeringkan, Masukkan kulit kopi ke crusher untuk proses penghalusan. Setelah halus serbuk kulit kopi dilakukan pengayakan untuk mendapatkan bubuk kulit kopi yang lolos ayakan berukuran 100 mesh. Bubuk kulit kopi yang lolos ayakan akan dipakai pada proses fermentasi.

Pada tahap yang kedua yaitu tahap pembuatan starter. Ambil sampel yang ingin difermentasikan sebanyak 100 gr dari bahan baku dan dimasukkan kedalam erlenmeyer. Sejumlah ragi roti dan NPK dimasukkan kedalam erlenmeyer. Setelah dimasukkan kedalam erlenmeyer kemudian diaduk hingga merata. Tutup erlenmeyer dengan rapat dan didiamkan selama satu malam.

Pada tahap yang ketiga yaitu proses fermentasi, dimana persiapannya yaitu terlebih dahulu Starter dilakukan uji pH terlebih dahulu. Jika pH ingin mencapai 6 maka ditambahkan NaOH 1N. Fermentor ditutup rapat dan diamati selama waktu tertentu (2, 4 dan 6 hari) sesuai variasi waktu yang ditetapkan. Hasil fermentasi disaring menggunakan kertas saring kemudian dilakukan proses distilasi.

Tahap yang keempat yaitu distilasi dimana persiapannya yaitu hasil dari fermentasi yang didapat dimasukkan kedalam labu distilasi untuk dilakukan proses distilasi. Proses distilasi dijalankan pada suhu 80°C untuk memisahkan antara bioetanol dan senyawa lainnya. Distilasi dilakukan selama 4 jam dan didapatkan distilat hasil distilasi. Ambil distilat sebanyak 5 ml untuk menganalisa densitasnya.

Penelitian ini melakukan pembuatan bioetanol dari limbah kulit kopi menggunakan variasi lama waktu fermentasi dan massa ragi yang diberikan. Distilat yang dihasilkan juga dilakukan beberapa analisa anatar lain (kadar bioetanol, densitas, viskositas dan FTIR), untuk membandingkannya dengan sifat etanol komersial yang dipasarkan.

Densitas atau yang disebut massa jenis merupakan pengukuran massa setiap satuan volume benda. Pada penelitian ini pengukuran densitas dilakukan dengan penimbangan piknometek 5 ml kosong, setelah itu piknometer diisi

dengan sampel bioethanol yang telah didapatkan dan di timbang kembali. Kemudian dihitung menggunakan rumus.

$$\rho \text{ Etanol} = \frac{(\text{Berat Piknometer+sampel})-(\text{Berat piknometer kosong})}{\text{Volume Piknometer}}$$

Analisa kadar bioethanol dilakukan dengan cara perhitungan volume sampel yang akan di ditilasi dan distilat yang dihasilkan. Hal ini dihitung dengan cara:

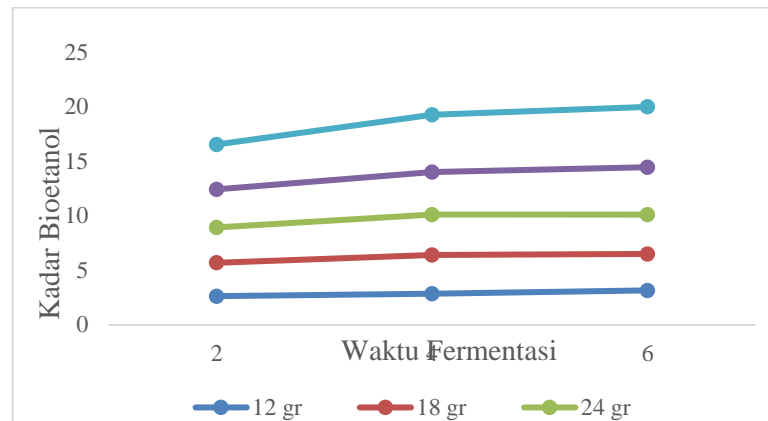
$$\text{Kadar Bioetanol} = \frac{(\text{volume distilat})}{(\text{Volume larutan fermentasi})}$$

Sedangkan pengujian FTIR dilakukan dengan alat spektrum infra red yang beroperasi berdasarkan vibrasi dan akan menimbulkan serapan serapan gelombang pada sampel yang diuji.

3. Hasil dan Diskusi

Pada penelitian ini, bertujuan untuk memanfaatkan kulit kopi sebagai bahan untuk menghasilkan bioetanol. Pada penelitian ini diharapkan kulit kopi dapat menjadi bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk pemecahan masalah energi pada saat ini dengan cara memfermentasikan dengan ragi roti. Dari penelitian yang divariasikan adalah massa ragi yaitu 4, 6, 8, 12 dan 14 % dan waktu fermentasi 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Untuk mengetahui karakteristik bioetanol tersebut dilakukan beberapa uji pada bioetanol tersebut yaitu analisa pH, analisa densitas, analisa viskositas, analisa kadar bioetanol.

Adapun hasil penelitian bioetanol yang diperoleh adalah sebagai berikut:



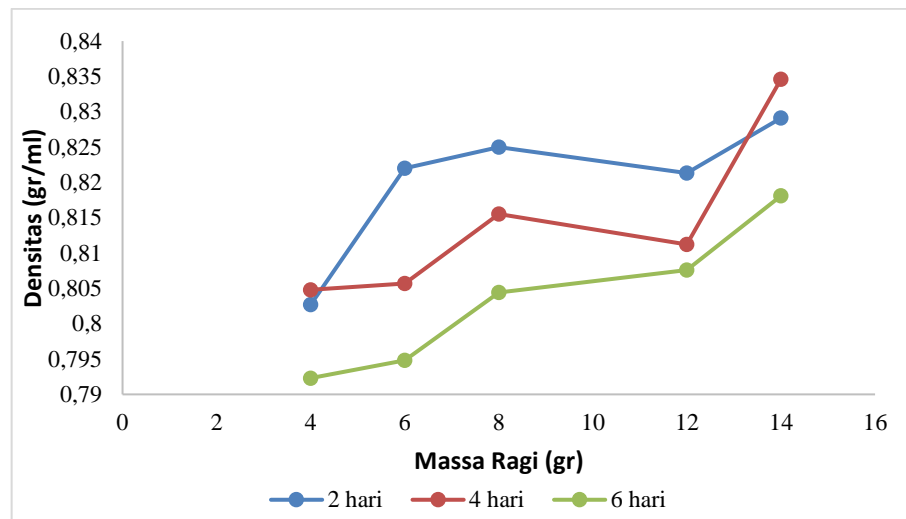
Gambar 1 Hubungan Waktu Fermentasi dan Ragi Terhadap Kadar Bioetanol

Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar bioetanol tertinggi adalah 5,5331% yang memiliki kandungan ragi fermentasi sebesar 42 gram dan waktu fermentasi 6 hari. Kadar rata rata bioetanol yang dihasilkan pada penelitian ini adalah berkisar 33% dari data ini menunjukkan hasil yang lebih rendah daripada yang didapat oleh saisa dkk 2013 yang mendapatkan hasil 9,04% yang menggunakan bahan baku limbah kulit kopi arabika. Hal ini disebabkan tidak dilakukannya hidrolisis sebagai upaya pemecahan gugus selulosa dari kulit kopi menjadi glukosa, sehingga konversi glukosa menjadi alkohol sedikit lebih sulit.

Gambar diatas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, volume distilasi yang didapatkan akan semakin meningkat sampai batas waktu tertentu dan kemudian akan terjadi penurunan. Penurunan terjadi karena bakteri yang hidup di proses fermentasi akan mengalami kematian sehingga kegiatan mengkonversi gula menjadi alkohol akan berjalan dengan lambat, selain itu alkohol yang telah dihasilkan juga bisa terkonversi menjadi asam asetat oleh karena itu terjadilah penurunan kadar bioetanol.

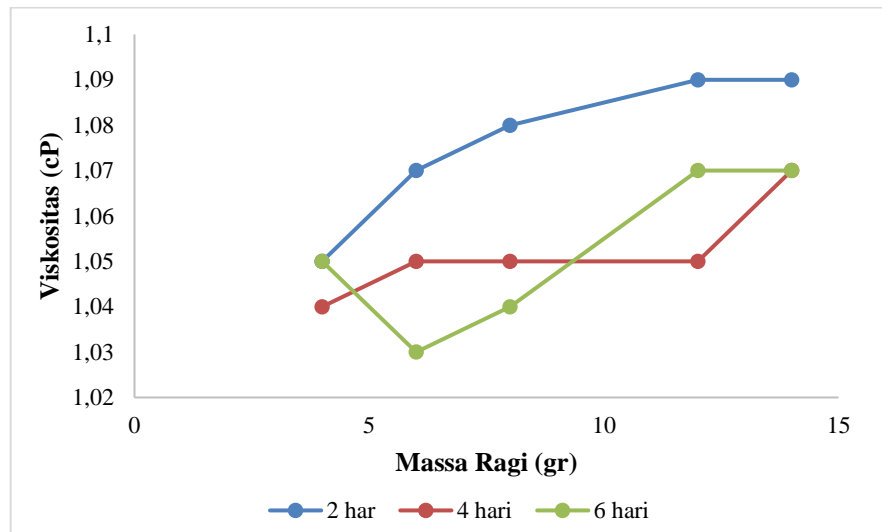
Pertumbuhan mikroorganisme memiliki tiga fase yaitu fase awal, fase kesponensial dan fase stationer. Pada penelitian ini fase awal terjadi disaat pertumbuhan ragi atau pembuatan stater, selama fase ini massa sel dapat berubah tanpa adanya perubahan jumlah sel. Setelah itu masuk ke fasa eksponensial yang terjadi perubahan yang sangat cepat terhadap jumlah sel. Hal ini terjadi ketika kita telah mencampurkan larutan kulit kopi dan starter yang dibuat. Selanjutnya fase stasioner pada fase ini kondisi tergantung dari nutrien yang ada. Ketika

konsentrasi nutrisi mulai berkurang maka pertumbuhan ragi sama dengan nol (Wusnah dkk. 2016). Pembentukan bioetanol sangat dipengaruhi oleh pembentukan mikroba starter. Oleh karena itu fermentasi yang terlalu lama dilakukan juga tidak baik karena mikroba akan mengalami kematian dan tidak adanya lagi kegiatan oleh mikroba tersebut.



Gambar 2 Hubungan Antara Waktu Fermentasi Dan Ragi Terhadap Densitas

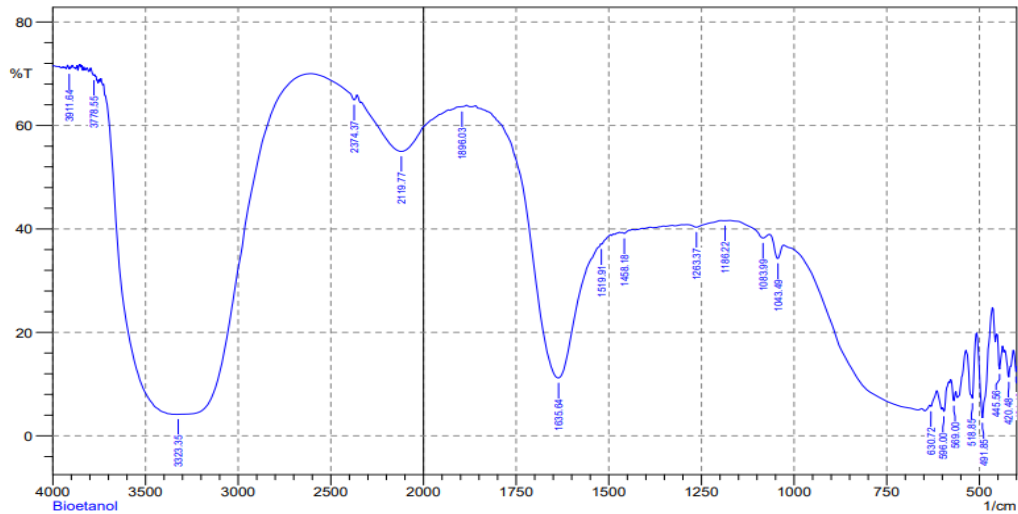
Gambar 2 menunjukkan bahwa densitas tertinggi terdapat pada waktu fermentasi 4 hari dengan kadar 0,8346 gr/ml. Sedangkan densitas terendah dengan angka 0,7983 gr/ml yang berda pada waktu fermentasi 6 hari. Dari hasil penelitian ini memiliki hasil densitas yang berbeda-beda pada perubahan waktu fermentasi semakin lama waktu fermentasi maka semakin besar pula densitasnya (Nasrun, 2015). Namun pada fermentasi 2 hari terjadi penurunan dan kenaikan hal ini dikarenakan adanya sedikit endapan dimana hal ini mempengaruhi berat piknometer saat dilakukannya pengujian, sedangkan angka lainnya didapatkan hasil yang sesuai. Densitas bioetanol yang dihasilkan berkisar antara 0,79833 – 0,8346 gr/ml. Standar mutu densitas bioetanol adalah sebesar 0,789 gr/mol sehingga densitas bioetanol yang didapat pada penelitian ini telah memenuhi standar.



Gambar 3 Hubungan Antara Waktu Fermentasi Dan Berat Ragi Terhadap Viskositas

Gambar 3 menunjukkan bahwa viskositas tertinggi adalah 1,09 Cp dengan kadar ragi 44 gram dan waktu fermentasi 2 hari. Sedangkan viskositas terendah adalah 1,03 cp dengan fermentasi waktu 6 hari dan berat ragi 18 gr. Dari penelitian ini rata-rata viskositas yang dihasilkan berkisar 1,04 cp. Berdasarkan literatur diketahui viskositas bioetanol pada temperatur 20° C yaitu sebesar 1,17 cp. Dari gambar 4.3 diperlihatkan bahwa semakin besar kadar ragi yang diberikan maka semakin besar viskositas yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena pengaruh banyaknya mikroba dan lamanya waktu fermentasi sehingga waktu kontak antara mikroba dan bahan baku menjadi lebih maksimal. Namun terjadi beberapa penurunan pada nilai viskositas di penelitian ini, hal tersebut bisa saja terjadi yang disebabkan *human error* saat dilakukannya pengujian.

Tingkat kekentalan suatu produk dapat diukur dengan menggunakan alat viskometer oswalt. Dengan prinsip kerja menghitung kecepatan laju alir dari suatu cairan dan akan dikalikan dengan densitas bioetanol yang didapatkan. Semakin tinggi viskositas suatu bahan maka bahan tersebut akan semakin stabil karena pergerakan partikel akan semakin sulit dengan semakin kentalnya suatu bahan.



Gambar 4 Uji FTIR

Distilat hasil distilasi diuji menggunakan instrumen IR untuk mengetahui komponen dalam sampel dilihat dari gugus yang muncul. Di bawah ini Tabel 4.3 terlampir keterangan gugus serapan dari spektra IR distilat fermentasi menggunakan ragi roti yang dibandingkan dengan hasil spektrum standar etanol.

Spektrum infra merah etanol pada gambar 4.11, serapan dari gugus hidroksil (-OH) terdapat pada bilangan gelombang 3622 cm^{-1} . Pada penelitian Fitria (2013), spektra etanol yang terkait dengan gugus -OH terletak pada panjang gelombang 3420 cm^{-1} , dan pada penelitian Daniarsari & Nurul (2005), gugus OH terletak pada panjang gelombang 3302 cm^{-1} . Data yang diperoleh diperkuat dengan pernyataan Pavia et al. (2009), bahwa spektra etanol yang berkaitan dengan gugus -OH terletak pada panjang gelombang $3200 - 3650\text{ cm}^{-1}$.

Pada daerah panjang gelombang 1638 cm^{-1} menunjukkan serapan pada gugus -C=O (karbonil). Data didukung dengan penelitian Fitria (2013), spektra gugus karbonil (C=O) terletak pada panjang gelombang 1698 cm^{-1} , dan pada penelitian Daniarsari & Nurul (2005), panjang gelombang karbonil (C=O) berapa pada 1615 cm^{-1} . Menurut Pavia et al. (2009), panjang gelombang karbonil (C=O) berada pada *range* $1630 - 1850\text{ cm}^{-1}$.

4. **Simpulan**

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini yaitu Kadar bioetanol terbaik yang didapat adalah 5,5313 dengan densitas 0,8493 dan viskositas 1,09 Cp. Hal tersebut sudah memenuhi standar nasional Indonesia (SNI). Semakin lama waktu fermentasi dan kadar ragi yang diberikan maka semakin baik produk yang dihasilkan.

5. **Saran**

Pada penelitian bioetanol sebaiknya dilakukan proses hidrolisis dimana akan memudahkan perombakan selulosa menjadi glukosa dan memungkinkan akan mendapatkan hasil bioetanol yang lebih baik.

6. **Daftar Pustaka**

1. Bressani. R., Etal., 1972. *Improvement Of Protein Quality By Amino Acid And Protein Supplementation*. In Bigwood EJ. Ed., *International Encyclopedia Of Food And Nutrition*, Protein And Amino Acid Fuctions. Vol II, Chapter 10, Oxford England, Pergamon Press.
2. Budiman. A, 2021. *Distilasi Teori Dan Pengendalian Operasi*. Universitas Gajah Mada Press: Yogyakarta
3. Departemen Peternakan, 2010. *Komposisi kandungan kulit kopi*. Laboratorium Ilmu Makanan Ternak Departemen Peternakan FP USU
4. Dyah. 2011. *Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang*. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”*, Jurusan Teknik Kimia, FTI UPN”Veteran”. Yogyakarta.
5. Indartono Y, 2005. *Bioetanol, Alternatif Energi Terbarukan* :Kajian Prestasi Mesin dan Implementasi di lapangan. Fisika, LIPI.
6. Fibrianto. K, Wenny B. S, Sudarminto. S. Y. *Sains Kopi Indonesia*. UB press: Malang.
7. Ismayadi. 2000. *Pengembangan Teknologi Pengolahan Kopi Arabika Di Indonesia*. Warta Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia.
8. Melyani, V. 2009. Petani Kopi Indonesia SulitKalahkan Brazil. (URL:<http://www.Tempointeraktif.com/hg/bisnis/2009/07/02/brk,2009070>)

- 2- 184943,id.html, diakses 26 September 2010).
9. Murni, R., Suparjo., Akmal dan Ginting, D.L., 2008. Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah Untuk Pakan. Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Jambi
 10. Narisa Nur Aini Said. Herry Purnama. 2020. Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Kopi Arabika dan Robusta dengan Variasi Waktu Fermentasi, Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta: Yogyakarta
 11. Nasrun dkk. 2015. *Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi kulit pepaya*. Jurnal teknologi kimia unimal: Lhokseumawe
 12. Nurhadiyanty, dkk, 2018. *Pengantar Teknologi Fermentasi Skala Industri*. UB press: Malang.
 13. Nurhamida. 2014. *Karbohidrat*. Jurnal Ilmu Keolahragaan. Unimed: Medan.
 14. Prihandana, R., K. Noerwijati (dkk). 2007. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
 15. Rahardjo, Puji. 2012. *Panduan Pengolahan Kopi Robusta Dan Arabika*. Penebar Swadaya : Jakarta
 16. Saisa, 2017. *Produksi Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi Menggunakan Enzim Zymomonas Mobilis Dan Saccharomyces Cereviseae*. Universitas Serambi Mekkah: Banda Aceh
 17. Sarjdoko,1991. *Bioteknologi Latar Belakang dan Beberapa Penerapannya*. Jakarta :Gramedia Pustaka Umum.
 18. Soni. S.H, 2015. *Produksi Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi Rakyat Daerah Ijen Jawa Timur*. Lembaga Pengabdian Masyarakat: Universitas Jember.
 19. Syamsul Bahri. Amri Aji. 2018. *Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal. Lhokseumawe
 20. Viktoria. M, 2013. *Prarencana Pabrik Bioetanol Dari Rumput Laut Dengan Kapasitas Produksi 8,48 Ton Bioetanol/Hari*. Jurusan Teknik

Kimia: Univesitas Katolik Widya Mandala

21. Winingsih, 2006. *Penggunaan FTIR-ATR ZNSE Untuk Penetapan Kadar Kuerslin Pada Teh Hitam*. Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia.
22. Wusnah. Syamsul B. 2016. *Proses Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok (Musa Acuminata B. C) Secara Fermentasi*. Jurnal Teknologi Teknik Kimia Unimal: Lhokseumawe.