

Analisa Perbandingan Kualitas Etanol Dari Limbah Kulit Nenas dan Limbah Buah Semangka Sebagai Bahan Bakar Alternatif

¹Ekie Gilang Permata, ²Ismu Kusumanto, ³Misra Hartati, ⁴Azwardi
^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Panam, Pekanbaru, Riau
ekiegp@yahoo.com , ismu@uin-suska.ac.id

ABSTRAK

Kegiatan sehari-hari manusia selalu meninggalkan limbah yang sudah tidak berguna lagi. Volume limbah akan senantiasa bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan aktivitasnya. Penelitian ini mencoba untuk memanfaatkan sampah hasil aktivitas manusia dengan membuat etanol dari bahan sampah nenas dan semangka, serta melakukan perbandingan etanol hasil limbah nenas dan limbah semangka, yang bertujuan sebagai bahan alternatif bahan bakar kendaraan. Penelitian ini menggunakan metode desain eksperimen. Hasil perbandingan etanol yang dihasilkan dari limbah kulit nenas lebih baik daripada etanol yang dihasilkan dari limbah semangka. Dimana kandungan karbohidrat dalam setiap ukuran sampel limbah nenas adalah 17,53 % sementara limbah semangka hanya 8 %. Demikian pula, limbah kulit nenas mampu menghasilkan etanol sebesar 1440 ml dengan volume etanol 1,5 L. Sedangkan limbah semangka menghasilkan etanol sebesar 408 gr dengan volume Etanol sebesar 510 ml atau 0,51 L.

Kata Kunci : Destilasi, Etanol, Limbah Nenas, Limbah Semangka

Pendahuluan

Kegiatan sehari-hari manusia dalam memanfaatkan alam selalu meninggalkan sisa yang tidak diinginkan atau yang sudah tidak berguna lagi. Sampah adalah sebagian dari sesuatu yang tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang harus dibuang, yang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Setiap tahun volume sampah akan selalu bertambah seiring dengan peningkatan aktivitas dan pola konsumerisme masyarakat.

Pertumbuhan penduduk di kawasan permukiman perkotaan sering menimbulkan permasalahan pengelolaan sampah mulai dari masalah timbulan sampah, kebutuhan tempat pemrosesan akhir sampah, serta biaya lingkungan yang ditimbulkan (Wakkary, 2015). Sebagian besar sampah berpotensi merusak lingkungan. Pemerintah daerah telah berupaya untuk mengurangi volume sampah tersebut, diantaranya membuat program rumah pengelolaan sampah dan bank sampah. Namun pada pelaksanaannya masih banyak kendala yang dialami dalam mengelola sampah tersebut sehingga belum berjalan optimal.

Berdasarkan pengamatan dan evaluasi terhadap komposisi sampah, maka 60 % merupakan

sampah organik dan sekitar 40% adalah sampah an-organik. Hal ini menunjukkan bahwa sampah terbesar yang dihasilkan manusia merupakan sampah yang masih dapat didaur ulang dengan penanganan yang baik. Salah satunya dari sampah organik yang banyak menumpuka adalah sampah limbah nenas dan semangka.

Sampah limbah nenas dan semangka mengandung unsur pati yang menjadi bahan dasar dalam pembuatan etanol, sebagai bahan bakar alternatif kendaraan. Penelitian ini mencoba untuk memanfaatkan sampah hasil aktivitas manusia dengan membuat etanol dari bahan sampah nenas dan semangka, serta melakukan perbandingan etanol hasil limbah nenas dan limbah semangka, yang bertujuan sebagai bahan alternatif bahan bakar kendaraan.

Tinjauan Pustaka

Sampah

Sampah dapat di definisikan sebagai semua buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia dan hewan yang berupa padatan, yang dibuang karena sudah tidak berguna atau diperlukan lagi. Sedangkan menurut WHO, sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi

atau sesuatu yang dibuang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Fadhilah dkk, 2013).

Sumber sampah menurut Ikhsandri, (2014) berasal dari aktivitas manusia, diantaranya

1. Kegiatan penghasil sampah seperti pasar, rumah tangga, pertokoan (kegiatan komersial atau perdagangan), penyapuan jalan, taman, atau tempat umum lainnya, dan kegiatan lain seperti dari industri dengan limbah yang sejenis sampah.
2. Sampah yang dihasilkan manusia sehari-hari kemungkinan mengandung limbah berbahaya, seperti sisa batrai, sisa oli atau minyak rem mobil, sisa bekas pemusnah nyamuk, sisa biosida tanaman, dan lain-lain.

Adapun teknik pengelolaan sampah adalah sebagai berikut (Ikhsandri, 2014):

- a. Pengomposan (*Composting*)
- b. Pembakaran sampah
- c. *Recycling*
- d. *Reuse*
- e. *Reduce*

Limbah Nenas

Buah dengan kulit bersisik yang khas ini umum terdapat diberbagai daerah di Indonesia. Buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr). Tanaman nanas diperkirakan datang ke Indonesia pada tahun 1599 dibawa pelaut Spanyol dan Portugis. Pulau Jawa diketahui pertama kali melakukan penanaman buah nanas di Nusantara (Astuty, 2001). Kandungan nutrient kulit nanas, ternyata mengandung karbohidrat dan gula yang cukup tinggi. Menurut Wikana (2001) kandungan nutrient kulit nanas adalah sebagai berikut,

Tabel 1. Kandungan Nutrient Kulit Buah Nanas

Kandungan gizi	Jumlah (%)
Karbohidrat	17,53
Protein	4,41
Gula reduksi	13,65
Kadar air	81,72
Serat kasar	20,87

(Sumber: Wijana, 2001)

Melihat kandungan karbohidrat dan gula yang relatif tinggi maka limbah kulit nanas dimungkinkan diproses lebih lanjut sebagai sumber etanol dengan proses fermentasi.

Buah Semangka

Semangka (*Citrullus lanatus*, suku ketimun-ketimunan atau Cucurbitaceae) adalah

tanaman merambat yang berasal dari daerah setengah gurun di Afrika Bagian Selatan. Tanaman ini masih sekerabat dengan labu-labuan (Cucurbitaceae), melon (*Cucumis melo*) dan ketimun (*Cucumis sativus*). Kandungan unsur-unsur nutrient yang terdapat didalam buah semangka adalah sebagai berikut,

Tabel 2. Kandungan Nutrient Buah Semangka

Nilai Nutrient per 100 g (3,5 oz)	
Energi	127 kJ (30 kcal)
Karbohidrat	7.55 g
Gula	6.2 g
Serat pangan	0.4 g
Lemak	0.15 g
Protein	0.61 g
Air	91.45 g

Sumber : Wikipedia, 2018

Tanaman semangka mulai dibudidayakan sekitar 4000 tahun SM sehingga tidak mengherankan apabila konsumsi buah semangka telah meluas ke semua belahan dunia.

Dalam semangka terkandung gula relatif tinggi sehingga dapat diolah menjadi energy etanol.

Bioetanol

Beberapa bahan bakar nabati Indonesia mempunyai potensi besar untuk menghasilkan bioetanol. Keberadaan bioetanol pada dasarnya sudah diketahui lama, yaitu sekitar tahun 1980, dimana telah dilakukan penelitian terkait bioetanol tersebut. Namun disebabkan harga minyak dunia relatif murah dan berlimpah maka penelitian bioetanol belum ditekuni secara optimal. Barulah setelah harga minyak bumi melambung, keberadaan energi alternatif mendapat tempat dan perhatian yang lebih. Bioetanol mampu sebagai bahan bakar pengganti untuk jenis motor bensin. Misalnya 10% etanol dicampur dengan 90% bensin (gasolin E10) atau digunakan 100% (E100) sebagai bahan bakar. Penggunaan E100 membutuhkan perubahan pada mesin. Etanol terbagi menjadi tiga tingkatan, berdasarkan kadar alkohol. Yaitu sebagai berikut (Sa'id, 2000),

- a) Tingkatan industri dengan kadar alkohol 90-94%.
- b) Netral dengan kadar alkohol 96-99,5%, biasa untuk minuman keras atau bahan farmasi.
- c) Tingkatan bahan bakar dengan kadar alkohol di atas 99,5%.

Etanol (C₂H₅OH) adalah senyawa kimiawi cair, jernih dan beraroma khas, pada temperatur kamar etanol berfase cair serta mudah terbakar. Etanol dan bensin memiliki karakteristik

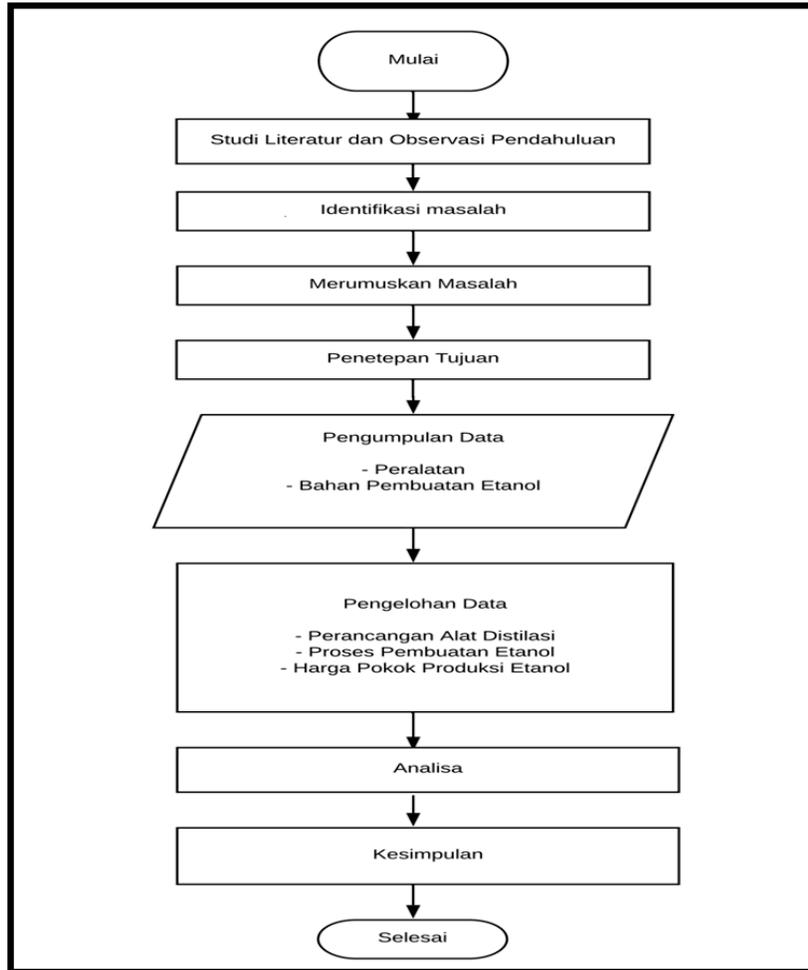
identik sebab tersusun pada molekul hidrokarbon rantai lurus.

Metode Penelitian

Alur penelitian menguraikan tahapan penelitian yang dijalankan, mulai dari pendahuluan

sampai dengan kesimpulan. Adapun Metodologi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Metodologi penelitian ini menggambarkan langkah langkah secara sistematis yang dilakukan dalam memecahkan permasalahan yang diangkat. Dengan metodologi yang sistematis dan baik maka akan memberikan penyelesaian yang tepat sesuai dengan permasalahan yang ada



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

Tabel 3. Alat yang digunakan beserta fungsinya

No	Alat	Fungsi
1	Timbangan	Untuk mengukur berat bahan pokok
2	Parang	Untuk memotong kulit nenas hingga menjadi ukuran yang kecil
3	Blender	Digunakan sebagai tempat penghalusan kulit nenas
4	Penyaring	Menyaring air dari bubur kulit nenas yang sudah diblender
5	Ember	Sebagai wadah air dari perasan kulit nenas
6	Ph meter	Untuk mengukur ph air
7	Pipet volume	Untuk mengambil cairan kimia
8	Panci	Sebagai wadah perebusan air perasan kulit nenas
9	Sendok kayu	Untuk mengaduk saat perebusan

10	Toples	Untuk wadah fermentasi
11	Alat distilasi	Untuk memisahkan alkohol dari air
12	Botol kaca	Sebagai wadah penampung alkohol
13	Alkohol meter	Digunakan untuk mengukur kadar alkohol
14	Pipa alkohol meter	Sebagai wadah untuk peletakan alkohol meter serta etanol
15	Ulekan	Digunakan untuk menghaluskan starter

Hasil dan Pembahasan

Perancangan Alat Destilasi

Perancangan alat distilasi menggunakan pipa dengan ukuran berbeda dan *fittings* yang berbahan tembaga. Bahan tembaga tahan karat dan lebih cepat menurunkan suhu serta mempunyai daya tekanan cukup tinggi. Dalam penyambungan pipa dengan *fittings* perancang menggunakan las agar tidak mengalami kebocoran dengan tekanan uap yang tinggi, sedangkan untuk wadah boiler menggunakan panci presto yang kedap udara bertujuan agar uap dari cairan hasil fermentasi yang dipanaskan dalam boiler hanya akan keluar melalui rakitan pipa yang telah dihubungkan dengan panci presto.

Ada 3 ukuran pipa tembaga yang digunakan yaitu pipa tembaga 5/8 inch, pipa tembaga 7/8 inch, dan pipa tembaga 1 5/8 inch. Dalam perancangan alat harus diketahui perubahan suhu dari boiler, leher distilasi dan sampai pada kondenser menggunakan thermometer bimetal. Gambar berikut adalah sketsa rancangan alat distilasi :

Bagian-bagian Inti Alat Distilasi

a. *Boiler*

Boiler merupakan wadah untuk memanaskan cairan hasil fermentasi menggunakan panci presto sebagai *boiler* karena panci presto kedap udara dan memiliki daya tahan tekan tinggi sehingga mampu menahan tekanan uap yang tinggi dalam proses distilasi.

b. *Neck* Distilasi

Neck distilasi merupakan bagian leher distilasi berupa pipa tembaga 1 5/8 inch sepanjang 50 cm yang diisi filter. Ini bagian terpenting karena terjadi penurunan suhu untuk mengurangi uap air yang tercampur uap alkohol dengan bantuan filter didalam *neck* distilasi. Uap alkohol memiliki suhu 78°C dan titik lebur sebesar -144°C.

c. Kondenser

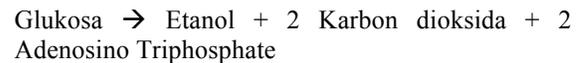
Kondenser merupakan pendingin yang dialiri air secara terus menerus selama proses berlangsung, jadi pada bagian ini uap alkohol akan melebur atau mencair dengan suhu -144°C. Uap yang cair ini merupakan cairan etanol dengan kadar air yang rendah.

Proses Pembuatan Bahan Etanol mengikuti tahapan-tahapan sebagai berikut,

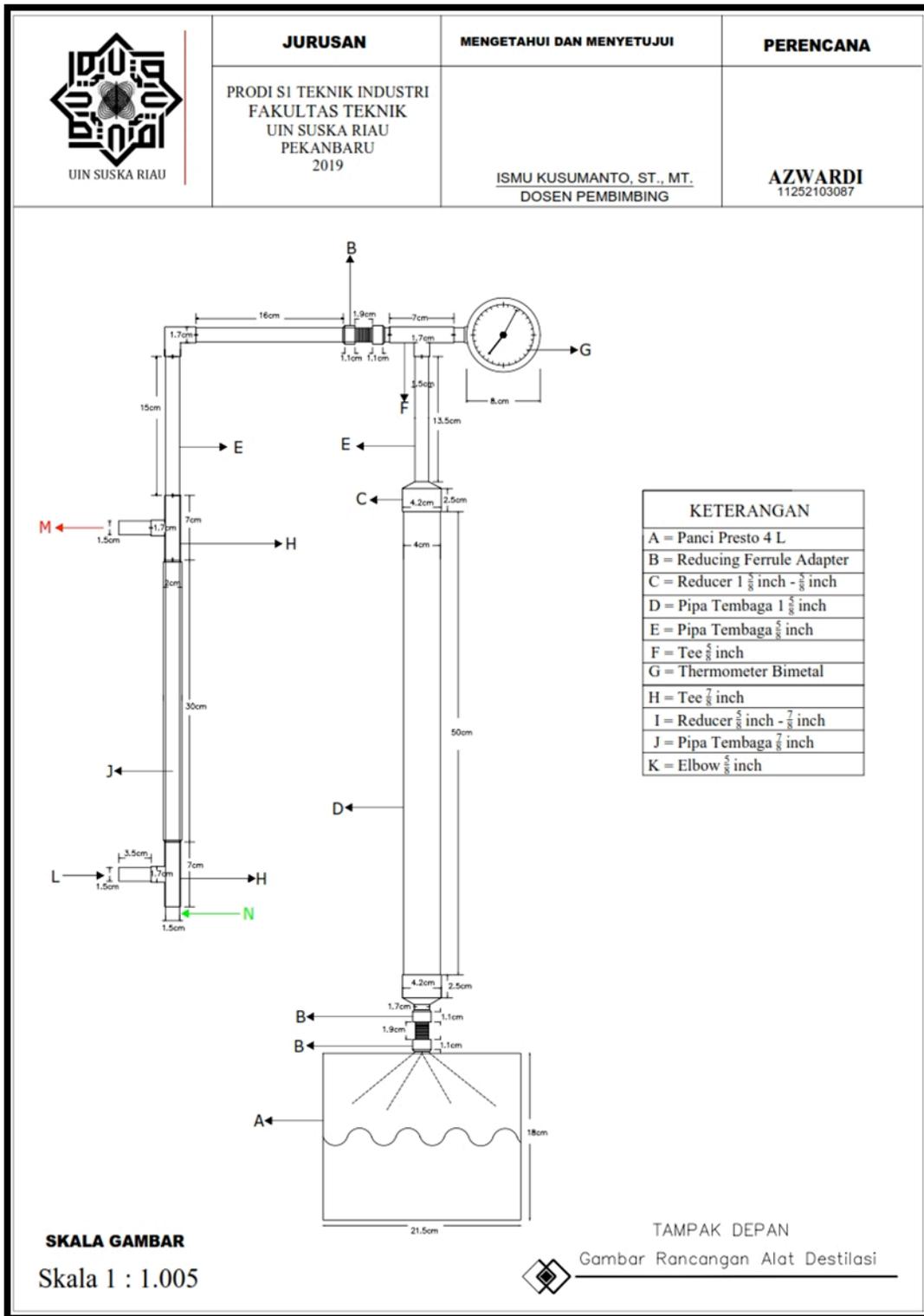
1. Persiapan Bahan
2. Proses Penghalusan
3. Proses Penyaringan
4. Hidrolisis.
5. Proses Fermentasi
6. Proses Distilasi

Uji Etanol Kulit Nenas

Nilai rendamen merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan kualitas etanol, semakin rendah rendamen yang ada pada cairan fermentasi tersebut maka semakin baik pula kualitas etanol tersebut. Karena dengan rendahnya nilai rendamen yang didapatkan maka ini akan mempermudah untuk memperoleh kadar etanol yang tinggi pada saat proses penyulingan atau distilasi. Untuk mengetahui kadar rendamen dilakukan dengan mengetahui reaksi kimia glukosa serta berat molekul glukosa dan dilakukan perbandingan terhadap berat cairan fermentasi. Reaksi kimia Glukosa terhadap etanol sebagai berikut :



Jadi, setiap 1 mol glukosa akan dihasilkan 2 mol etanol. Dimana berat molekul (BM) glukosa adalah 180,16 gr/mol sedangkan berat molekul (BM) etanol sebesar 46,07 gr/molekul.



Gambar 2. Sketsa Rancangan Alat Destilasi.

Rumus untuk menghitung berat etanol yang dihasilkan setiap fermentasi 1 gram glukosa adalah:

$$\begin{aligned} \text{BM Etanol} &= \frac{\text{X mol Etanol} \times \text{BM Etanol}}{\text{BM Glukosa}} \\ &= \frac{2 \times 46,07}{180,16} \\ &= 0,511 \text{ gr (Ethanol Absolute)} \end{aligned}$$

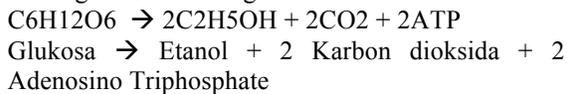
atau 0,63 ml dengan berat jenis etanol 0,8 gr/ml

Dapat disimpulkan besar persen konversinya adalah 50%, dimana setiap ukuran nenas terdapat 50 % kulit nenas dan setiap kulit nenas itu sendiri mengandung 17,53% karbohidrat. Jadi, kandungan etanol setiap 10 kg kulit nenas dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Berat Etanol (gr)} &= \text{Kulit nenas (gr)} \times 17,53\% \\ &\quad (\text{karbohidrat}) \times 51\% \\ &= 10.000 \text{ gr} \times 17,53\% \\ &\quad \times 51\% \\ &= 894.03 \text{ gr} \\ \text{Volume Etanol (ml)} &= \frac{894,03 \text{ gr}}{0.8 \text{ gr/ml}} \\ &= 1.117,5 \text{ ml atau } 1,1 \text{ L} \end{aligned}$$

Uji Etanol Semangka

Sebagaimana reaksi kimia glukosa terhadap etanol hasil fermentasi limbah kulit nenas, maka reaksi kimia Glukosa terhadap etanol limbah semangka adalah sebagai berikut :



Setiap 1 mol glukosa akan dihasilkan 2 mol etanol, dimana berat molekul (BM) glukosa adalah 180,16 gr/mol sedangkan berat molekul (BM) etanol sebesar 46,07 gr/molekul. Jadi untuk menghitung berat etanol yang dihasilkan setiap fermentasi 1 gram glukosa dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{BM Etanol} &= \frac{\text{X mol Etanol} \times \text{BM Etanol}}{\text{BM Glukosa}} \\ &= \frac{2 \times 46,07}{180,16} \\ &= 0,511 \text{ gr (Ethanol Absolute)} \end{aligned}$$

atau 0,63 ml dengan berat jenis etanol 0,8 gr/ml

Apabila besar persen konversinya adalah 51% (setiap limbah semangka dapat dioleh sebesar 51 %) maka semangka mengandung 8% karbohidrat. Jadi, kandungan etanol setiap 10 kg semangka dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat Etanol (gr)} = \text{Semangka (gr)} \times 8\% (\text{karbohidrat}) \times 51\%$$

$$\begin{aligned} &= 10.000 \text{ gr} \times 8\% \times 51\% \\ &= 408 \text{ gr} \\ \text{Volume Etanol (ml)} &= \frac{408 \text{ gr}}{0.8 \text{ gr/ml}} \\ &= 510 \text{ ml atau } 0,51 \text{ L} \end{aligned}$$

Analisa Uji Limbah Nenas dan Semangka

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai rendaman diantaranya jumlah karbohidrat bahan pokok dan perlakuan proses mengubah karbohidrat menjadi glukosa, serta yang terpenting adalah perlakuan pada proses fermentasi.

Hasil perbandingan etanol yang dihasilkan dari limbah kulit nenas sebesar 17,53 % dibanding etanol dari limbah semangka sebesar 8 %. Hal ini dapat terjadi disebabkan jumlah glukosa yang dikandung oleh limbah nenas lebih banyak daripada limbah semangka.

Apabila dilakukan perbandingan volume etanol dari 1,5 liter cairan fermentasi maka diperoleh hasil pada limbah kulit nenas sebanyak 1440 ml sementara limbah semangka hanya menghasilkan 408 gr setara 510 ml etanol.

Proses fermentasi sangat mempengaruhi jumlah etanol yang didapatkan, semakin banyak jumlah etanol yang terdapat pada cairan fermentasi semakin tinggi pula kualitas kadar yang dihasilkan maka rendamen yang dihasilkan pun semakin rendah. Kesalahan dalam proses fermentasi diantaranya perbandingan jumlah ragi dan pupuk terhadap bahan hasil hidrolisis dan lamanya waktu fermentasi sehingga berpengaruh pada proses distilasi. Pada prinsipnya proses distilasi yang bagus dipengaruhi oleh tinggi volume etanol dibandingkan dengan volume rendamennya pada cairan hasil fermentasi.

Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut,

- a. Limbah kulit nenas dan limbah semangka dapat dibuat etanol.
- b. Hasil perbandingan etanol yang dihasilkan dari limbah kulit nenas lebih baik daripada etanol yang dihasilkan dari limbah semangka. Dimana kandungan karbohidrat dalam setiap ukuran sampel limbah nenas adalah 17,53 % sementara limbah semangka hanya 8 %. Demikian pula, limbah kulit nenas mampu menghasilkan etanol sebesar 1440 ml dengan volume etanol 1,5 L. Sedangkan limbah semangka menghasilkan

etanol sebesar 408 gr dengan volume Etanol sebesar 510 ml atau 0,51 L.

Daftar Pustaka

- [1] Adie AF. “Peranan *Activity-based Costing System* Dalam Perhitungan Harga Pokok Produksi Kain Yang Sebenarnya Untuk Penetapan Harga Jual”. Diakses 2 April 2011.
- [2] Arsi Fadli dan Rika. “Pemanfaatan Potensi dan kekayaan Limbah Pelepah Sawit Menjadi Energi Alternatif Briket Arang Dengan Variasi Jenis Perekat”. ISSN 2541-3880. <http://lingkungan.unand.ac.id>. Diakses 19 November 2016.
- [3] Anisah D, dkk. “Pemanfaatan Sampah Sayuran sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol”. SM : 1097-2134-1. <https://jurnal.umj.ac.id>. Diakses 2014.
- [4] Anton. “Analisis Penentuan Harga Pokok Produksi Menggunakan Metode Activity Based Costing”. Fakultas Ekonomi. Universitas AKI. Vol.1, ISSN: 2304-0418. 2012. <http://www.jurnal.stl.unand.ac.id>. diakses 10 juli 2016.
- [5] Dilapanga S, dkk. “Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Etanol dengan Cara Hidrolisis dan Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*”. Diakses 25 Februari 2014.
- [6] Giatman Manurung. “*Ekonomi Teknik*”. Edisi 1-2. Raja Gafindo Persada. Jakarta. 2007.
- [7] Ilyas S, Maintang. “Pengelolaan Tanaman Jagung *Zero Waste* Mendukung Pertanian Bioindustri Berkelanjutan”. Diakses 29 Januari 2015.
- [8] Kusuma BS. “Analisa Pengelompokan Pengeluaran Untuk Perhitungan BEP Pada Pt XYZ”. ISBN : 978-602-70259-2-9. Diakses 20 Mei 2014.
- [9] Mandari S. “Pembuatan Bioetanol dari Kulit Nenas (*Ananas Comosus*) menggunakan Enzim Selulase dan *Yeast Saccharomyces Cerevisiae* dengan Proses *Simultaneous saccharification and fermentation (SSF)*”. <https://media.neliti.com>. Diakses 9 Mei 2015.
- [10] Mulyadi. “Akuntansi Manajemen (Konsep, Manfaat, dan Rekayasa)”. Salemba Empat:Jakarta. 2001.
- [11] Papilo Petir. “Briket Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Yang Bernilai Ekonomis Dan Ramah Lingkungan”. Pekanbaru. 2012. <http://www.ejournal.uin-suska.ac.id>, diakses 15 Agustus 2016.
- [12] Sadeli, Lili Murniati., Haji. “*Akutansi Manajemen*”: Sistem, Proses, Dan Pemecahan Soal. Edisi 1. Bumi Aksara. Jakarta. 2001.
- [13] Setyanto.” Memperkenalkan kembali metode experiment”. Vol 3, No. 1. Sentra Media, Semarang. 2015.
- [14] Setyawanti H dan Astuti N. “ Bioetanol dari Kulit Nenas dengan Variasi *Massa Saccharomyces Cerevisiae* dan Waktu Fermentasi”. 76-257-1-PB.PDF. <https://ejournal.upnjatim.ac.id>. Diakses 2012.
- [15] Wiraghani SR. “perancangan dan Pengembangan Produk Alat Potong Sol Sendal”. ISSN 2579 – 5422. <https://creativecommons.org>. Diakses 1 juni 2017.