

PEMBUATAN BIOETANOL BERBAHAN BAKU AMPAS TEBU DAN KULIT PISANG DENGAN VARIASI MASSA RAGI

Fahron Anwar¹⁾, Rachmat Subagyo²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Ahmad Yani Km.36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

E-mail: fahronanwar74@gmail.com

Abstract

This study aims to determine the best bioethanol levels from a combination of bagasse and banana peel mixtures with variations in yeast mass of 4 grams, 6 grams and 8 grams with a fermentation time of 60 hours, to determine the optimum yeast mass and to determine ethanol levels according to SNI. This research was carried out by hydrolysis or boiling of bagasse and banana peel to break down molecules into two parts with distilled water, then the fermentation process was carried out using *Saccharomyces Cerevisiae* (yeast) according to the specified variation and the distillation process was carried out using a destilator to get ethanol from fermentation then tested with a Refractometer Pen to find out if there is ethanol formed from the distillation process. The best sample selected then tested the ethanol content using the Gas Chromatography tool. So the best ethanol yield that can be categorized as achievement in SNI is a combination of 75% bagasse - 25% banana peel with the addition of 8 grams of yeast and ethanol produced at 96.64%.

Keyword: Banana Peel, Hydrolysis, Fermentation, Ethanol

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar bioetanol terbaik dari kombinasi campuran ampas tebu dan pisang dengan variasi massa ragi 4 gram, 6 gram dan 8 gram dengan waktu fermentasi 60 jam, untuk menentukan massa ragi yang optimal dan untuk menentukan kadar etanol sesuai untuk SNI. Penelitian ini dilakukan dengan cara hidrolisis atau pendidihan ampas tebu dan kulit pisang untuk memecah molekul menjadi dua bagian dengan air suling, kemudian proses fermentasi dilakukan menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* (ragi) sesuai variasi yang ditentukan dan proses penyulingan dilakukan menggunakan destilator untuk mendapatkan etanol dari fermentasi kemudian diuji dengan Refractometer Pen untuk mengetahui apakah ada etanol yang terbentuk dari proses distilasi. Sampel terbaik yang dipilih kemudian diuji kandungan etanol menggunakan alat Gas Chromatography. Jadi hasil etanol terbaik yang dapat dikategorikan sebagai pencapaian dalam SNI adalah kombinasi dari 75% ampas tebu - 25% kulit pisang dengan penambahan 8 gram ragi dan etanol yang diproduksi sebesar 96,64%.

Kata kunci: Kulit Pisang, Hidrolisis, Fermentasi, Etanol

PENDAHULUAN

Energi sangat dibutuhkan dalam menjalankan aktivitas perekonomian Indonesia, baik untuk keperluan konsumsi maupun untuk aktivitas produksi

berbagai sektor perekonomian. Sebagai sumber daya alam, energi harus dimanfaatkan sebesar-besarnya bagi kemakmuran masyarakat dan pengelolaannya harus mengacu pada asas pembangunan berkelanjutan. Dari aspek penyediaan, Indonesia merupakan negara yang kaya dengan sumberdaya energi baik energi yang bersifat *unrenewable resources* maupun yang bersifat *renewable resources*. Namun demikian, eksplorasi sumberdaya energi lebih banyak difokuskan pada energi fosil yang bersifat *unrenewable resources*, sedangkan energi yang bersifat *renewable* relatif belum banyak dimanfaatkan kembali.

Pada saat ini kecendrungan pemakaian bahan bakar sangat tinggi sedangkan sumber bahan bakar minyak bumi jumlahnya semakin sedikit atau menipis. Oleh karena itu, perlu adanya bahan bakar alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi (Dyah Tri Retno dkk, 2011).

Sumber energi bioetanol di Indonesia yang memiliki potensi besar yaitu dari limbah pertanian seperti ampas tebu dan kulit pisang merupakan salah satu limbah yang berpotensi untuk energi alternatif yaitu diolah menjadi bioetanol. Pada ampas tebu mengandung substrat lignoselulostik potensial untuk produksi bioetanol, karena mengandung kandungan gula (glukosa) tinggi (Amores, dkk, 2013). Dan penggunaan limbah kulit pisang sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena kulit pisang mengandung karbohidat yang cukup tinggi (Dunn, dkk, 1959).

Limbah ampas tebu dan kulit pisang di lingkungan masyarakat memang masih sangat kurang dimanfaatkan. Padahal limbah ampas tebu dan kulit pisang bisa dijadikan sebagai bahan baku pembuatan etanol. Hal ini dikarenakan limbah ampas tebu memiliki kandungan glukosa yang cukup tinggi. Sedangkan limbah kulit pisang memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi pula. Ditambah lagi untuk kedua limbah tersebut sangat mudah didapatkan di lingkungan masyarakat karena banyaknya industri di Indonesia yang menyisakan limbah tersebut.

Dari latar belakang masalah tersebut perlu dilakukan penelitian yang berhubungan dengan ampas tebu dan kulit pisang untuk dijadikan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil dengan judul "Pembuatan Bioetanol Berbahan Baku Ampas Tebu Dan Kulit Pisang Dengan Variasi Massa Ragi"

. Bioetanol adalah bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan melalui proses fermentasi glukosa menggunakan bantuan mikroorganisme, dimana memiliki keunggulan yaitu mampu menurunkan emisi CO₂ hingga 18%. Ada 3 kelompok tanaman sumber bioethanol, tanaman yang mengandung pati (seperti singkong, kelapa sawit, tengkawang, kelapa, kapuk, jarak pagar, rambutan, sirsak, malapari, dan nyamplung), bergula (seperti tetes tebu atau molase nira aren, nira tebu, dan nira surgum manis) dan serat selulosa (seperti batang sorgum, batang pisang, jerami, kayu, dan bagas). Bahan yang mengandung pati, glukosa, dan selulosa ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternative (Arif, 2011).

Tidak ada perbedaan antara ethanol biasa dengan bioethanol yang membedakannya hanyalah bahan baku pembuatan dan proses pembuatannya. Ethanol adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam

kehidupan sehari-hari. Dalam pembuatan bioethanol ampas tebu termasuk dalam limbah yang mudah ditemukan dan mengandung banyak glukosa yang baik untuk dijadikan bioethanol.

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*Saccharum Officinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya ada industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal dengan ampas tebu, yang lazimnya disebut bagas. Dari satu pabrik dihasilkan ampas tebu sekitar 35-40% dari berat tebu yang digiling (Sumiarsih, dkk, 1992). Ampas tebu mengandung 3,82% Abu, Lignin 22,09%, 37,65%, Sari 1,81%, Pentosan 27,97% dan SiO₂ 3,01% (Anwar S, 2008).

Selain ampas tebu, kulit pisang juga digunakan sebagai bahan utama pada penelitian ini. Pisang dengan nama Latin *Musa paradisiacal* merupakan jenis buah-buahan tropis yang sangat banyak dihasilkan di Indonesia. Dari keseluruhan jumlah tersebut terdapat jenis buah pisang yang sering diolah dalam bentuk gorengan, salah satunya pisang kepok. Kulit pisang kepok selama ini hanya dianggap limbah industri rumah tangga yang belum bisa dimanfaatkan dengan baik. Komposisi terbanyak kedua pada kulit pisang kepok adalah karbohidrat sebanyak 18,50% dimana karbohidrat dapat dikonversi menjadi glukosa yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioethanol. Adapun komposisi yang dikandung dalam kulit pisang yaitu Air 69,80%, Karbohidrat 18,50%, Lemak 2,11%, Protein 0,32%, Kalsium 715mg/100gr, Pospor 117mg/100gr, Besi 0,6mg/100gr, Vitamin B 0,12mg/100gr dan Vitamin C 17,5mg/100gr (Anonymous, 1998)

Dalam pembuatan bioethanol, bahan yang akan diolah menjadi bioethanol harus melalui beberapa proses yaitu proses hidrolisis, fermentasi dan destilasi. Hidrolisis merupakan reaksi kimia yang memecah molekul menjadi dua bagian dengan penambahan molekul air (H₂O), dengan tujuan untuk mengkonversi polisakarida menjadi monomer-monomer sederhana. Satu bagian dari molekul memiliki ion hidrogen (H⁺) dan bagian lain memiliki ion hidroksil (OH). Umumnya, hidrolisis ini terjadi saat garam dari asam lemah atau basa lemah (atau keduanya) terlarut di dalam air. Reaksi umumnya yakni sebagai berikut :

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow n(C_6H_{12}O_6) \quad (1)$$

Akan tetapi, dalam kondisi normal hanya ada beberapa reaksi yang dapat terjadi antara air dengan komponen organik. Penambahan asam, basa atau enzim biasanya dilakukan untuk membuat reaksi hidrolisis dapat terjadi pada kondisi penambahan air tidak memberikan efek hidrolisis. Asam, basa maupun enzim dalam reaksi hidrolisis disebut dengan katalis, yakni zat yang dapat mempercepat terjadinya reaksi (Lowry, 1951).

Hidrolisis dilakukan untuk memecah glukosa dengan bantuan molekul air, untuk mengubah glukosa menjadi etanol harus melalui proses fermentasi. Fermentasi mempunyai pengertian suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme.

Arti kata fermentasi selama ini berubah-ubah. Kata fermentasi berasal dari bahasa latin "*fervere*" yang artinya merebus (*to boil*). Arti kata dari bahasa latin tersebut dapat dikaitkan dengan kondisi cairan bergelembung dan mendidih. Keadaan ini disebabkan adanya aktivitas ragi

(*Saccharomyces Cerevisae*) pada ekstraksi buah-buahan atau biji-bijian (Suprihatin, 2010).

Ragi mengubah gula menjadi etanol dan karbondioksida sesuai rumus di bawah ini :



Faktor – faktor yang berpengaruh dalam proses fermentasi ragi adalah sebagai berikut:

a. Lama Fermentasi (waktu)

Lama waktu yang dibutuhkan pada proses fermentasi adalah sekitar 2 – 3 hari (Mita, dkk, 1991).

b. Jenis Bahan (Substrat)

Substrat sebagai sumber energi yang diperlukan mikroba pemula fermentasi untuk mengawali kelangsungan fermentasi. Energi yang dibutuhkan berasal dari karbohidrat, protein, lemak, mineral dan zat gizi lainnya yang terdapat dalam substrat. Bahan energi yang banyak digunakan oleh mikroorganisme adalah glukosa. Mikroba dalam fermentasi harus mampu tumbuh dalam substrat dan mudah beradaptasi dengan lingkungannya (Mita, dkk, 1997).

c. Keasaman (pH)

Untuk fermentasi alkohol, ragi memerlukan media dengan suasana asam, yaitu antara pH 4,8-5,0. Pengaturan pH dapat dengan penambahan asam sulfat jika substratnya basa atau natrium bikarbonat jika substratnya asam (Amien, 2006).

d. Suhu

Suhu optimum untuk perumbuhan dan perkembangbiakan adalah 28°C - 30°C. (Amien, 2006).

e. Udara

Fermentasi alkohol berlangsung secara anaerobic, namun demikian udara diperlukan pada proses pembibitan sebelum fermentasi untuk perkembangbiakan ragi (Amien, 2006).

Dalam pembuatan bioethanol tidak lepas dari proses destilasi. Destilasi atau dikenal dengan istilah penyulingan dilakukan untuk memisahkan alkohol yang terkandung dalam cairan hasil fermentasi. Dalam proses destilasi, pada suhu 78°C (setara dengan titik didih alkohol) ethanol akan menguap lebih dulu dibandingkan air yang bertitik didih 100°C. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali kedalam bantuk cairan.

Tujuan destilasi yaitu untuk memisahkan etanol dengan air, destilasi adalah pemurnian zat cair pada titik didihnya, dan memisahkan cairan tersebut dari zat padat yang terlarut atau dari zat cair lainnya yang mempunyai perbedaan titik didih cairan murni. Pada destilasi biasa, tekanan uap di atas cairan adalah tekanan atmosfer (titik didih normal). Untuk senyawa murni, suhu yang

tercatat pada termometer yang ditempatkan pada tempat terjadinya proses destilasi adalah sama dengan titik didih destilat (Sahidin, 2008).

Ada beberapa macam proses destilasi, yaitu destilasi uap, destilasi vakum dan destilasi sederhana, pada penelitian ini proses destilasi yang digunakan ialah proses destilasi sederhana atau destilasi biasa. Destilasi sederhana adalah teknik pemisahan secara kimia untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang memiliki titik didih yang cukup jauh.



Gambar 1. Destilasi Sederhana

Bioetanol sangat bermanfaat, Pemanfaatan bioetanol ditujukan untuk memberikan kontribusi yang cukup signifikan terhadap bauran energi nasional terutama sebagai bahan bakar alternatif pencampur ataupun pensubstitusi bensin. Pemerintah melalui Dewan Standarisasi Nasional (DSI) telah menetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk bioetanol dengan tujuan melindungi konsumen (dari segi mutu), produsen dan mendukung perkembangan industri bioetanol di Indonesia.

SNI bioetanol ini disusun oleh Panitia Teknis Perumusan Standar Nasional Indonesia 27-04: Bioenergi melalui proses/prosedur perumusan standar dan terakhir dibahas dalam Forum Konsensus Panitia Teknis Bioenergi di Bali pada tanggal 1 Desember 2011, yang dihadiri oleh anggota panitia teknis dan narasumber terkait.

SNI untuk bioetanol ini merupakan revisi dari SNI 7390:2008, bioetanol terdenaturasi untuk gasohol, yang disusun dengan memperhatikan masukan dari konsumen, produsen dan penyalur serta standar sejenis yang sudah berlaku di negara-negara lain yang memakai bioethanolnya sudah luas dan mencapai tahap komersial. Secara substansial perubahan dari SNI 7390:2008 adalah perubahan syarat kadar metanol, penambahan denaturan baru denatonium benzoat, perubahan kadar air, perubahan kadar klorin dan penghapusan parameter pHe. Kadar etanol menurut Badan Standarisasi Nasional Indonesia adalah 94,0%. Pada penelitian ini kadar etanol yang didapat kemudian dihitung nilai randemennya.

Randemen adalah perbandingan jumlah (kuantitas) etanol yang dihasilkan dari proses destilasi. Adapun rumus untuk menghitung randemen adalah sebagai berikut:

$$\text{randemen (\%)} = \frac{\text{jumlah etanol yang dihasilkan (gram)}}{\text{jumlah bahan sebelum di olah(gram)}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{massa (gram)} = \text{volume bahan (ml)} \times \text{density bahan} \quad (4)$$

METODE PENELITIAN

Alat Dan Bahan Penelitian

Botol, balon, blender, kompor, oven, destilator, gelas ukur, gunting, saringan, timbangan digital, termogun, botol sampel, *pen refractometer*, *gas chromatography*. Ampas tebu dari jenis tebu hijau yang berusia 7-9 bulan dan kulit pisang kepok merupakan bahan baku utama dan ragi roti (*Saccharomyces Cerevisiae*) fermipan.

Pengolahan Bahan

Ampas tebu dan kulit pisang dicuci bersih lalu dipotong kecil-kecil yang kemudian dikeringkan menggunakan oven, untuk ampas tebu temperatur pengeringan 105⁰C selama 1 jam dan kulit pisang pada temperatur 50⁰ selama 1 jam. Hasil pengeringan dihaluskan dengan blender hingga diperoleh tepung ampas tebu dan kulit pisang.

Proses Hidrolisis

Timbang masing-masing tepung ampas tebu dan kulit pisang sesuai dengan kombinasi campuran perbandingan berat bahan.

Kombinasi 1	:	100% ampas tebu dan 0% kulit pisang
Kombinasi 2	:	75% ampas tebu dan 25 % kulit pisang
Kombinasi 3	:	50% ampas tebu dan 50% kulit pisang
Kombinasi 4	:	25% ampas tebu dan 75 % kulit pisang
Kombinasi 5	:	0% ampas tebu dan 100% kulit pisang

Kemudian tepung ampas tebu dan kulit pisang dicampur dengan air aquades 2000ml, campuran direbus selama 1 jam dengan suhu 95-100⁰C sambil diaduk.

Proses Fermentasi

Siapkan botol sebagai tempat fermentasi, hasil hidrolisis didinginkan dan disaring hingga tidak ada ampas yang ikut dalam proses fermentasi, campuran ragi sesuai variasi, yaitu 4 gram, 6 gram dan 8 gram tutup mulut botol dengan balon, biarkan proses fermentasi berjalan selama 60 jam.

Proses Destilasi

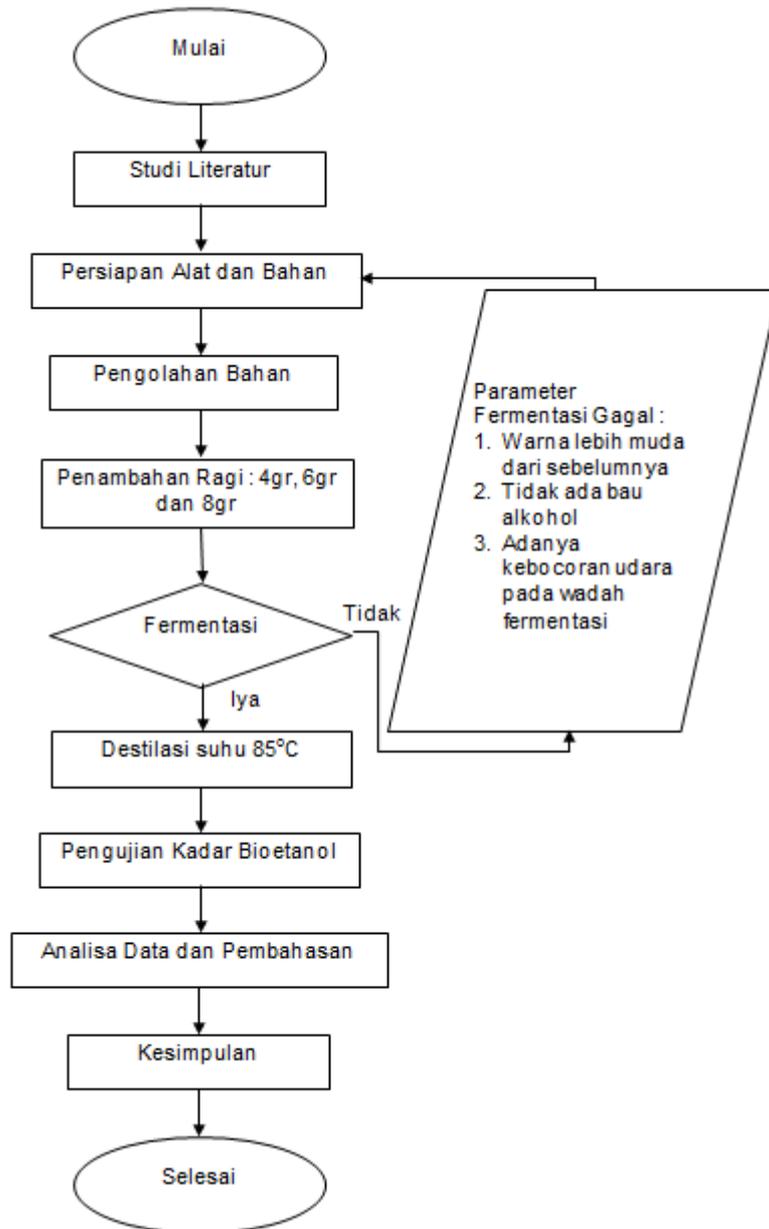
Hasil fermentasi dipanaskan pada suhu 85⁰ (setara titik didih etanol) selama 2 jam, biarkan uap etanol mengalir melalui pipa kondensor sehingga kembali menjadi etanol cair.

Pengujian Sampel Etanol

Untuk mengetahui kadar etanol yang terbentuk sampel etanol diuji dengan menggunakan alat *pen refractometer*, kadar etanol tertinggi dari hasil uji dengan *pen refractometer* akan dilakukan pengujian dengan alat *gas chromatography* untuk mengetahui kadar etanol sebenarnya, hal ini disebabkan karena tingkat pemisah senyawanya sangat tinggi untuk alat *gas chromatography*, sehingga hasilnya lebih akurat.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

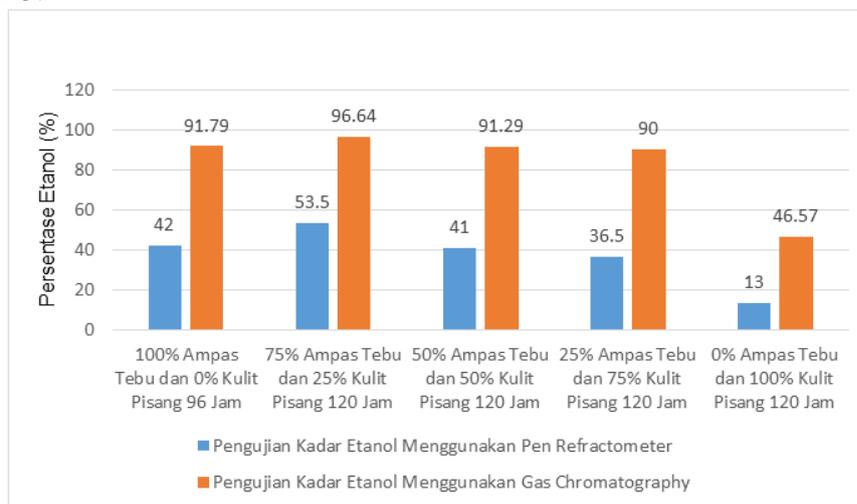
Dalam penelitian ini data yang diambil merupakan kadar etanol, volume etanol dan hasil randemen dari etanol, yang dikerjakan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat dan Laboratorium Energi LPPM Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Tabel 1. Hasil data pengujian dengan *pen refractometer* dan *gas chromatography*

No	Jumlah Limbah Ampas Tebu Dan Kulit Pisang	Massa Ampas Tebu (gram)	Massa Kulit Pisang (gram)	Air (ml)	Jumlah Perbandingan		Persentase Etanol Yang Terbentuk (%)		Volume (ml)	Randemen (%)
					Massa Ragi (gram)	Waktu Fermentasi (gram)	<i>Pen Refractometer</i>	<i>Gas Chromatography</i>		
1	100 gram	100	0	2000	4	60	16,5	16,5	15	0.56
		75	25				19	19	9	0.34
		50	50				11	11	15	0.56
		25	75				14	14	4	0.15
		0	100				5	5	11	0.41
2	100 gram	100	0	2000	6	60	21	21	17	0.64
		75	25				24,5	24,5	10	0.38
		50	50				17	17	10	0.38
		25	75				20	20	4	0.15
		0	100				8	8	10	0.38
3	100 gram	100	0	2000	8	60	42	91,79	9	0.34
		75	25				53,5	96,64	8	0.30
		50	50				41	91,29	10	0.38
		25	75				36.5	90	9	0.34
		0	100				13	46,57	5	0.19

Perbandingan Hasil Uji

Hasil pengujian yang didapat dari pengujian dengan alat *pen refractometer* dan *gas chromatography* kemudian dibandingkan, perbandingan hasil uji kadar etanol antara *pen refractometer* dan *gas chromatography* ditunjukkan pada Gambar 3.



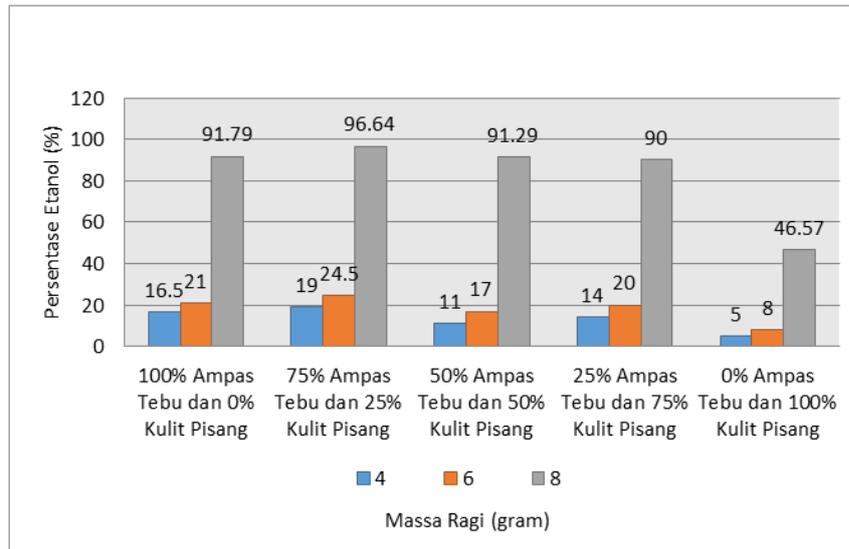
Gambar 3. Diagram Perbandingan Hasil Uji Etanol antara *Gas Chromatography* dan *Pen Refractometer*

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa data hasil pengujian kadar etanol menggunakan alat *gas chromatography* lebih tinggi, dibandingkan dengan data hasil pengujian kadar etanol dengan alat *pen refractometer*, Hal ini disebabkan karena alat *gas chromatography* mempunyai tingkat ketajaman pemisah senyawa yang sangat tinggi (Widhiani, 2013). Sehingga pengujian kadar etanol dengan alat

gas chromatography lebih diunggulkan karena data yang diperoleh lebih akurat dibandingkan dengan data pengujian menggunakan *pen refractometer*.

Pengaruh Variasi Massa Ragi Terhadap Kadar Etanol

Penambahan massa ragi sangat berpengaruh pada kadar etanol yang didapat. Pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kadar etanol ditunjukkan pada Gambar 4.



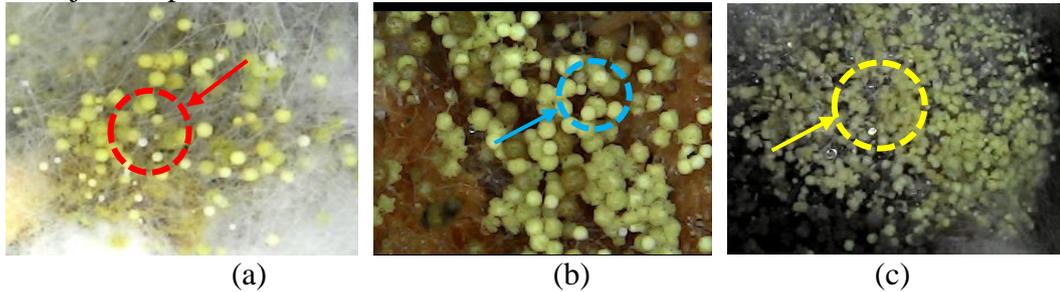
Gambar 4. Diagram Hubungan Pengaruh Variasi Massa Ragi Terhadap Kadar Etanol Dengan Gas Chromatography

Pada Gambar 4 kombinasi 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang hasil etanol tertinggi didapat pada penambahan ragi sebanyak 8 gram etanol yang dihasilkan sebesar 91.79%, pada kombinasi 75% ampas tebu dan 25% kulit pisang hasil etanol tertinggi didapat pada penambahan ragi sebanyak 8 gram etanol yang dihasilkan sebesar 96,64%, pada kombinasi 50% ampas tebu dan 50% kulit pisang hasil etanol tertinggi didapat pada penambahan ragi sebanyak 8 gram etanol yang dihasilkan sebesar 91,29%, pada pada kombinasi 25% ampas tebu dan 75% kulit pisang hasil etanol tertinggi didapat pada penambahan ragi sebanyak 8 gram etanol yang dihasilkan sebesar 90%, dan pada kombinasi 0% ampas tebu dan 100% kulit pisang hasil etanol tertinggi didapat pada penambahan ragi sebanyak 8 gram etanol yang dihasilkan sebesar 46.57%. Hal ini terjadi karena semakin banyak ragi yang ditambahkan, maka mikroorganismenya yang mengurai glukosa menjadi etanol semakin banyak sehingga etanol yang dihasilkan kadarnya semakin besar.

Pertumbuhan Jamur Pada Proses Fermentasi

Pertumbuhan jamur sangat berpengaruh pada proses fermentasi. Tinggi rendahnya alkohol yang dihasilkan selama proses fermentasi berhubungan dengan banyaknya jumlah jamur yang ada (Sudarmadji K, 1989).

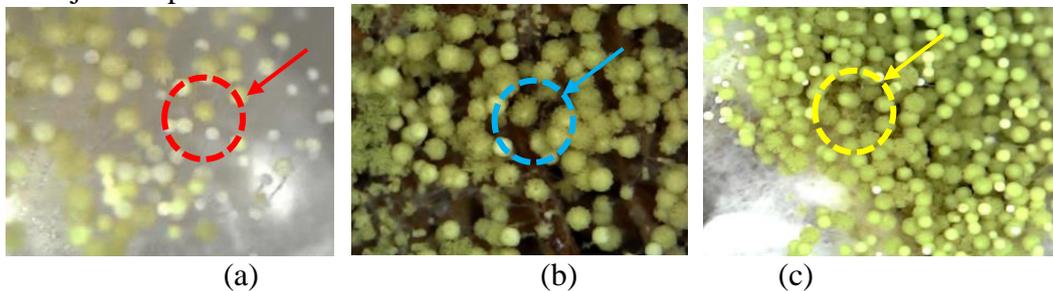
Pertumbuhan jamur pada fermentasi 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pertumbuhan jamur: (a). Ragi 4gr (b). Ragi 6gr (c). Ragi 8gr

Pada Gambar 5 (a) ditandai dengan lingkaran (warna merah) menunjukkan pada kombinasi 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang dengan penambahan massa ragi sebanyak 4 gram, terlihat jamur yang tumbuh tidak terlalu banyak, pada Gambar 5 (b) ditandai dengan lingkaran (warna biru) menunjukkan dengan penambahan massa ragi sebanyak 6 gram pertumbuhan jamur mengalami peningkatan, dan pada penambahan massa ragi sebanyak 8 gram pada Gambar 5 (c) yang ditandai dengan lingkaran (warna kuning), terlihat jumlah jamur semakin meningkat. hal ini disebabkan oleh banyaknya ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*) yang ditambahkan sehingga mikroorganisme yang mengurai glukosa menjadi etanol pun semakin banyak.

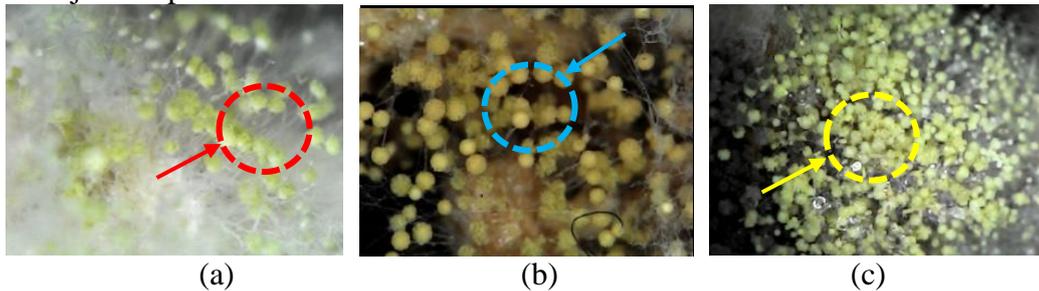
Pertumbuhan jamur pada fermentasi 75% ampas tebu dan 25% kulit pisang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pertumbuhan jamur: (a). Ragi 4gr (b). Ragi 6gr (c). Ragi 8gr

Pada Gambar 6 (a) ditandai dengan lingkaran (warna merah) menunjukkan pada kombinasi 75% ampas tebu dan 25% kulit pisang dengan penambahan massa ragi sebanyak 4 gram, terlihat jamur yang tumbuh tidak terlalu banyak, pada Gambar 6 (b) ditandai dengan lingkaran (warna biru) menunjukkan dengan penambahan massa ragi sebanyak 6 gram pertumbuhan jamur mengalami peningkatan, dan pada penambahan massa ragi sebanyak 8 gram pada Gambar 6 (c) yang ditandai dengan lingkaran (warna kuning), terlihat jumlah jamur semakin meningkat. hal ini disebabkan oleh banyaknya ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*) yang ditambahkan sehingga mikroorganisme yang mengurai glukosa menjadi etanol pun semakin banyak.

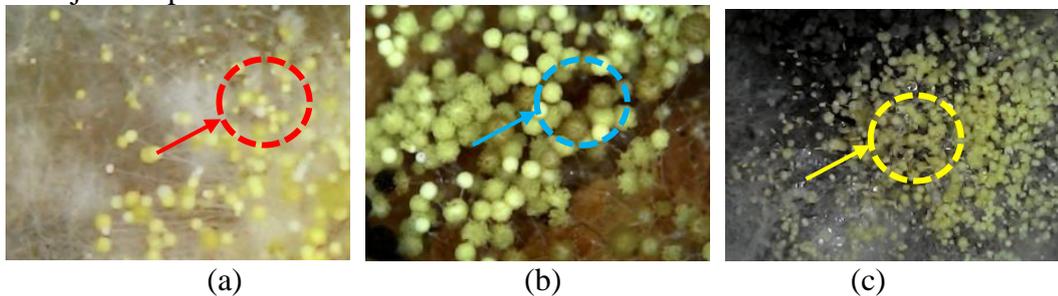
Pertumbuhan jamur pada fermentasi 50% ampas tebu dan 50% kulit pisang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pertumbuhan jamur: (a). Ragi 4gr (b). Ragi 6gr (c). Ragi 8gr

Pada Gambar 7 (a) ditandai dengan lingkaran (warna merah) menunjukkan pada kombinasi 50% ampas tebu dan 50% kulit pisang dengan penambahan massa ragi sebanyak 4 gram, terlihat jamur yang tumbuh tidak terlalu banyak, pada Gambar 7 (b) ditandai dengan lingkaran (warna biru) menunjukkan dengan penambahan massa ragi sebanyak 6 gram pertumbuhan jamur mengalami peningkatan, dan pada penambahan massa ragi sebanyak 8 gram pada Gambar 7 (c) yang ditandai dengan lingkaran (warna kuning), terlihat jumlah jamur semakin meningkat. hal ini disebabkan oleh banyaknya ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*) yang ditambahkan sehingga mikroorganisme yang mengurai glukosa menjadi etanol pun semakin banyak.

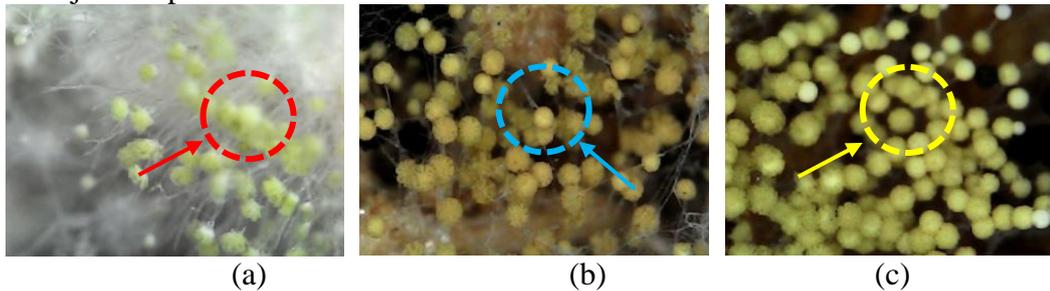
Pertumbuhan jamur pada fermentasi 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pertumbuhan jamur: (a).Ragi 4gr (b). Ragi 6gr (c). Ragi 8gr

Pada Gambar 8 (a) ditandai dengan lingkaran (warna merah) menunjukkan pada kombinasi 25% ampas tebu dan 25% kulit pisang dengan penambahan massa ragi sebanyak 4 gram, terlihat jamur yang tumbuh tidak terlalu banyak, pada Gambar 8 (b) ditandai dengan lingkaran (warna biru) menunjukkan dengan penambahan massa ragi sebanyak 6 gram pertumbuhan jamur mengalami peningkatan, dan pada penambahan massa ragi sebanyak 8 gram pada Gambar 8 (c) yang ditandai dengan lingkaran (warna kuning), terlihat jumlah jamur semakin meningkat. hal ini disebabkan oleh banyaknya ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*) yang ditambahkan sehingga mikroorganisme yang mengurai glukosa menjadi etanol pun semakin banyak.

Pertumbuhan jamur pada fermentasi 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pertumbuhan jamur: (a). Ragi 4gr (b). Ragi 6gr (c). Ragi 8gr

Pada Gambar 9 (a) ditandai dengan lingkaran (warna merah) menunjukkan pada kombinasi 0% ampas tebu dan 100% kulit pisang dengan penambahan massa ragi sebanyak 4 gram, terlihat jamur yang tumbuh tidak terlalu banyak, pada Gambar 9 (b) ditandai dengan lingkaran (warna biru) menunjukkan dengan penambahan massa ragi sebanyak 6 gram pertumbuhan jamur mengalami peningkatan, dan pada penambahan massa ragi sebanyak 8 gram pada Gambar 9 (c) yang ditandai dengan lingkaran (warna kuning), terlihat jumlah jamur semakin meningkat. hal ini disebabkan oleh banyaknya ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*) yang ditambahkan sehingga mikroorganisme yang mengurai glukosa menjadi etanol pun semakin banyak.

Kualitas Kadar Etanol Menurut SNI

Hasil kadar etanol yang diperoleh dari penelitian ini selanjutnya dibandingkan dengan kadar etanol menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) seperti yang terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan hasil etanol dengan standar SNI

No	Campuran		Massa Ragi (gram)	Waktu Fermentasi (Jam)	Persentase Etanol (%)	Standar Nasional Indonesia (%)	Memenuhi/Tidak Memenuhi Standar SNI
	Massa Ampas Tebu (gram)	Massa Kulit Pisang (gram)					
1	100	0	8	60	91,79	94,00	Tidak Memenuhi
2	75	25	8	60	96,64		Memenuhi
3	50	50	8	60	91,29		Tidak Memenuhi
4	25	75	8	60	90		Tidak Memenuhi
5	0	100	8	60	46,57		Tidak Memenuhi

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil penelitian ini kadar etanol tertinggi didapat dari kombinasi 75% ampas tebu dan 25% kulit pisang dengan variasi ragi 8 gram yang telah dilakukan pengujian menggunakan *Gas Chromatography*, kadar etanol yang dihasilkan sebesar 96,64%.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar etanol dari kombinasi 75% ampas tebu dan 25% kulit pisang dengan variasi ragi sebanyak 8 gram masuk dalam kategori standar nasional Indonesia (SNI) untuk bioetanol.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Hasil etanol tertinggi didapat dari setiap kombinasi dengan penambahan massa ragi sebanyak 8 gram, pada kombinasi 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang kadar etanol yang dihasilkan 91,29%. Pada kombinasi 75% ampas tebu dan 25% kulit pisang kadar etanol yang dihasilkan 96,64%. Pada kombinasi 50% ampas tebu dan 50% kulit pisang kadar etanol yang dihasilkan 91,79%. Pada kombinasi 25% ampas tebu dan 75% kulit pisang kadar etanol yang dihasilkan 90%. Dan pada kombinasi 0% ampas tebu dan 100% kulit pisang kadar etanol yang dihasilkan 46,57%.
- b. Massa ragi yang optimum dalam penelitian ini ialah dengan penambahan ragi sebanyak 8 gram.
- c. Dari penelitian ini kadar etanol dari kombinasi 75% ampas tebu dan 25% kulit pisang dengan variasi ragi sebanyak 8 gram masuk dalam kategori standar nasional Indonesia (SNI), sebesar 96,64%..

DAFTAR PUSTAKA

- Amores, I, I. B, P. Manzanares, F. Sáez, G. Michelena, M. Ballesteros, Ethanol Production from Sugarcane Bagasse Pretreated by Steam Explosion, *Electronic Journal of Energy and Environment* Vol. 1, No. 1, April, ISSN: 0719-269 X, 2013.
- Anwar, S. 2008. Ampas Tebu. Skripsi Fakultas Teknik Pertanian (pp.1-2). Malang. Universitas Brawijaya.
- Anonymous, 1978, "Statistika Indonesia", Biro Pusat Statistika, Jakarta.
- Astawan, M dan W. Mita. 1991. Teknologi Pengolahan Nabati Tepat Guna. CV.Akademika Pressindo. Bogor. Hal 61.
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. SNI 7290:2008. Bioetanol Terdenaturasi untuk Gasohol. Jakarta.
- Indriani dan Sumiarsih. 1992. Pembudidayaan Tebu di Lahan Sawah dan Tegalan. Penebar Swadaya. Jakarta
- Irvan, Prawati Popphy, Trisakti Bambang. 2015. Pembuatan Bioetanol Dari Tepung Ampas Tebu Melalui Proses Hidrolisis Termal Dan Fermentasi: Pengaruh PH, Jenis Ragi Dan Waktu Fermentasi. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Prastowo, Bambang. 2007. Potensi Sektor Pertanian Sebagai Hasil dan Pengguna Energi Terbarukan, *Perspektif* Vol. 6 No.2. Hal 84-92.
- Retno Tri Dyah, Nuri Wasir. 2011. Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang. Jurusan Teknik Kimia FTI UPN "Veteran". Yogyakarta.
- Sahidin, 2008, Penuntun Praktikum Kimia Organik I, Unhalu, Kendari.
- Sudarmadji. S., Haryono. B., dan Suhardi, 1989, "Mikrobiologi Pangan", PAU Pangan dan Gizi Universitas Gaja Mada, Yogyakarta.
- Trisakti Bambang, Silitonga br Yustina, dan Irvan. 2015. Pembuatan Bioetanol Dari Tepung Ampas Tebu Melalui Proses Hidrolisis Termal Dan Fermentasi Serta Recycle Vinasse (Pengaruh Konsentrasi Tepung Ampas Tebu, Suhu Dan Waktu Hidrolisis. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Widhiani, dkk. 2013. Pengembangan Metode Kromatografi Gas Detektor Ionisasi Nyala Untuk Analisis CO Dan CO₂ di Udara. Universitas Udayana. Bali.