

## **ANALISA VARIASI WAKTU FERMENTASI PEMBUATAN BIOETANOL DENGAN BAHAN AMPAS TEBU DAN KULIT PISANG**

**Riza Mahmud Nugroho<sup>1)</sup>, Rachmat Subagyo<sup>2)</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Ahmad Yani Km.35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

Email: riza.nugrohoo@gmail.com

### **Abstract**

This study aims to determine the best levels of bioethanol from a combination of bagasse and banana peel mixtures with 6 gram yeast mass and 72 hours, 96 hours and 120 hours fermentation time, to determine the optimum fermentation time and to know ethanol levels according to SNI. This research was carried out by hydrolysis or boiling of bagasse and banana peel to break down the molecules into two parts, then the fermentation process was carried out using *Saccharomyces Cerevisiae* (yeast) and the distillation process was carried out using a destilator to obtain ethanol from fermentation which was then tested by means of Pen Refractometer to find out whether there is an ethanol level formed from the distillation process. The best sample selected was then tested for ethanol content using the Gas Chromatography tool. So that the best ethanol yield that can be categorized as achieving in SNI is a combination of 100% bagasse – 0% banana peel with 6 gram yeast and 96 hour fermentation time of ethanol produced at 95.53%.

**Keyword:** Fermentation, Bagasse, Banana Peel

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar bioetanol terbaik dari kombinasi campuran ampas tebu dan kulit pisang dengan massa ragi 6 gram dan waktu fermentasi 72 jam, 96 jam dan 120 jam, menentukan waktu fermentasi yang optimal dan mengetahui kadar etanol sesuai SNI. Penelitian ini dilakukan dengan cara hidrolisis atau perebusan ampas tebu dan kulit pisang untuk memecah molekul menjadi dua bagian, kemudian proses fermentasi dilakukan dengan menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* (yeast) dan proses destilasi dilakukan dengan menggunakan destilator untuk mendapatkan etanol dari fermentasi yang kemudian diuji dengan Pen Refractometer untuk mengetahui ada tidaknya kadar etanol yang terbentuk dari proses destilasi. Sampel terbaik yang dipilih kemudian diuji kadar etanolnya menggunakan alat Gas Chromatography. Sehingga rendemen etanol terbaik yang dapat dikategorikan mencapai SNI adalah kombinasi ampas tebu 100% - kulit pisang 0% dengan ragi 6 gram dan waktu fermentasi 96 jam menghasilkan etanol sebesar 95,53%.

**Kata Kunci:** Fermentasi, Ampas Tebu, Kulit Pisang

### **PENDAHULUAN**

Energi sangat penting di dunia oleh karena itu banyak negara-negara di dunia yang konflik karena memperebutkan sumber-sumber energi. Ada berbagai

macam sumber energi di dunia pada saat ini, diantaranya adalah energi surya, energi panas bumi, energi angin, energi biomassa, energi gas alam, dan energi fosil. Pada saat ini sumber energi utama manusia banyak diperoleh dari bahan bakar fosil. Permasalahan yang harus difikirkan adalah, bahan bakar fosil merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui sehingga suatu saat pasti akan menipis persediannya.

Salah satu cara bijak mengganti bahan bakar fosil adalah dengan sumber energi yang dapat diperbaharui seperti Bioetanol. Bioetanol merupakan bahan bakar yang berbahan baku tumbuh - tumbuhan. Bahan baku untuk proses produksi bioetanol yaitu gula, pati, dan selulosa. Sumber gula yang berasal dari tebu, molase, dan buah-buahan dapat dikonversikan menjadi etanol. Sumber dari bahan berpati seperti kentang, akar tanaman, jagung, dan singkong. Sumber selulosa yang berasal dari kertas, limbah pabrik pulp, kayu, dan limbah pertanian, semuanya harus dikonversi terlebih dahulu untuk menjadi gula (Tanaka dkk, 2006).

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 tinggi (Amores, dkk, 2013). Limbah dari kulit pisang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena pada kulit pisang mengandung karbohidat yang cukup tinggi (Dunn dkk, 1959).

Pemanfaatan limbah ampas tebu dan kulit pisang di masyarakat masih sangat minim. Padahal manfaat limbah ampas tebu dan kulit pisang sangat besar yaitu digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Hal disebabkan ampas tebu memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi. Limbah lain seperti kulit pisang juga mengandung banyak karbohidrat. Kedua limbah tersebut sangat mudah didapatkan karena banyaknya industri di Indonesia yang menyisakan limbah tersebut.

Dari latar belakang masalah tersebut perlu dilakukan analisa yang berhubungan dengan ampas tebu dan kulit pisang untuk dijadikan etanol dengan judul “Analisa Variasi Waktu Fermentasi Pembuatan Bioetanol Dengan Bahan Ampas Tebu Dan Kulit Pisang”

Bioetanol saat diproduksi umumnya dibuat dari gula seperti tebu dan molasses atau berpati seperti singkong dan jagung. Bahan-bahan tersebut adalah bahan pangan (Bambang Prastowo, 2007). Limbah ampas tebu dan kulit pisang memiliki potensi menjadi energi alternatif untuk diolah menjadi bioetanol karena ampas tebu memiliki kandungan gula yang cukup tinggi (Amores, dkk, 2013) dan kulit pisang mengandung karbohidrat yang cukup tinggi dimana karbohidrat dapat dikonversi menjadi glukosa (Dunn dkk, 1959). Sehingga ampas tebu dan kulit pisang dapat digunakan sebagai bahan utama untuk pembuatan bioetanol.

Ampas tebu termasuk biomassa berlignoselulosa yang sebagai energi alternatif seperti bioetanol atau biogas. Ampas tebu memiliki beberapa kandungan seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, silika dan pektin. Komposisi bergantung pada variasi tebu, tingkat kematangan, cara panen dan efisiensi proses pengambilan nira. (Hadjo *et al*, 1989) Komposisi serat ampas tebu adalah pentosan 20-33% dan lignin 13-22% (Shabiri *et al*, 2014). Dari satu pabrik

menghasilkan ampas tebu sekitar 35-40% dari berat tebu yang digiling (Indriani dan Sumiarsih, 1992). Komposisi dari ampas tebu terdapat abu 3.82%, lignin 22.09%, selulosa 37.65%, sari 1.81%, pentosane 27.97% dan 3.10% SiO<sub>2</sub> (Anwar S, 2008).

Pisang merupakan jenis buah-buahan tropis yang sangat banyak dihasilkan di Indonesia. Dari banyak jenis buah pisang yang ada, pisang kepok paling sering digunakan untuk dibuat gorengan. Limbah kulit pisang kepok hanya dianggap sebagai limbah sehingga masih belum termanfaatkan dengan baik. Padahal pada kulit pisang kepok mengandung karbohidrat sebanyak 18,50% dimana karbohidrat ini dapat dikonversi menjadi glukosa yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol (Wusnah, 2016).

Komposisi pada kulit pisang terdapat 69.80% air, 18.50% karbohidrat, 2.11% lemak, 0.32% protein, 715mg/100gr kalsium, 117mg/100gr pospor, 0.6mg/100gr besi, 0.12mg/100gr vitamin B, dan 17.5mg/100gr vitamin C (Anonymous, 1978). Untuk diolah menjadi bioetanol bahan dari ampas tebu dan kulit pisang terlebih dahulu melalui proses hidrolisis, fermentasi dan destilasi.

Hidrolisis merupakan suatu reaksi kimia antara air dengan zat lain yang menghasilkan suatu zat baru atau lebih. Proses ini melibatkan pengionan molekul air (Qodratillah dkk, 2002).

Reaksi proses hidrolisis pati berlangsung menurut persamaan reaksi sebagai berikut:



Karena reaksi antara pati dengan air berlangsung sangat lambat, maka untuk mempercepat reaksinya diperlukan penambahan katalisator seperti asam nitrat, asam sulfat dan asam klorida untuk memperbesar keaktifan air. (Agra dkk, 1973).

Fermentasi bioetanol dapat didefinisikan sebagai proses penguraian gula menjadi bioethanol dan karbondioksida (Sudarmadji K., 1989). Banyak orang memanfaatkan *Saccharomyces Cerevisiae* (ragi) untuk melakukan proses fermentasi, baik pada makanan dan minuman yang mengandung alkohol. Mikroba ini dapat mengubah cairan yang mengandung glukosa menjadi alkohol dan gas CO<sub>2</sub> (Sudarmadji K., 1989).

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



Faktor yang mempengaruhi pada proses fermentasi ragi adalah sebagai berikut:

- a. Waktu Fermentasi  
Waktu yang dibutuhkan pada proses fermentasi adalah sekitar 2 – 3 hari (Mita dkk, 1991).
- b. Jenis Bahan (Substrat)  
Sebagai sumber energi substrat diperlukan mikroba untuk mengawali kelangsungan fermentasi. 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 keasaman yang cukup. Untuk mengatur pH dengan cara menambahkan natrium bikarbonat jika substratnya asam atau asam sulfat jika substratnya basa (Amien, 2006).

d. Suhu

Suhu fermentasi sangat menentukan macam-macam mikroba yang dominan selama berlangsungnya proses fermentasi. Tiap mikroorganisme memiliki suhu pertumbuhan optimal, yaitu pada suhu 30<sup>0</sup>C ragi akan bekerja optimal sehingga mempunyai keuntungan terbentuknya alkohol lebih banyak (Winarno, 1984).

e. Udara

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

f. Jenis Ragi

Jenis ragi berpengaruh dalam menghasilkan kadar etanol, pada rentang waktu 2-6 hari ragi roti menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi, setelah mencapai 6 hari kadar etanol menggunakan ragi tape menghasilkan hasil yang lebih baik (Irvan dkk, 2015).

Destilasi adalah cara pemisahan zat cair berdasarkan perbedaan titik didih atau berdasarkan kemampuan zat untuk menguap.

Destilasi bertujuan untuk pemurnian zat cair pada titik didihnya, dan memisahkan cairan dari zat padat yang terlarut atau dari zat cair lainnya yang mempunyai perbedaan titik didih (Sahidin, 2008). Destilasi yang digunakan pada penelitian ini adalah destilasi sederhana. Pada destilasi sederhana, pemisahannya berdasarkan perbedaan titik didih yang jauh. Jika campuran dipanaskan maka zat yang titik didihnya lebih rendah akan menguap lebih dahulu. Destilasi ini dilakukan pada tekanan atmosfer.



Gambar 1. Destilasi Sederhana

Setelah didestilasi didapatkan etanol kemudian dilakukan pengujian dengan alat *pen refractometer* untuk mengetahui ada tidaknya kadar etanol yang terbentuk dari proses destilasi, sampel terbaik dari pengujian dengan *pen refractometer*

kemudian dilakukan pengujian kadar etanol dengan menggunakan alat *gas chromatography* untuk mengetahui kadar etanol yang terkandung dalam sampel hasil destilasi. Hasil dari pengujian kadar etanol dengan menggunakan alat *gas chromatography* akan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) Bioetanol.

Pemanfaatan bioetanol diarahkan untuk memberikan kontribusi yang signifikan terhadap energi nasional terutama sebagai bahan bakar pencampur ataupun substitusi bensin. Pemerintah melalui Dewan Standarisasi Nasional (DSI) telah menetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk bioetanol dengan tujuan untuk mendukung perkembangan industri bioetanol di Indonesia.

Kadar etanol menurut Standar Nasional Indonesia Bioetanol sebesar 94.0% kadar etanol (Badan Standarisasi Nasional Indonesia). Setelah didapat hasil uji kadar etanol dan dibandingkan dengan SNI Bioetanol kemudian dihitung nilai randemen.

Randemen adalah jumlah kuantitas etanol yang dihasilkan. Randemen dihitung dengan membagi jumlah massa etanol yang dihasilkan (gram) dengan jumlah massa bahan sebelum diolah (gram) dikalikan 100%.

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

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

## METODE PENELITIAN

### Alat Dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: botol, balon, blender, oven, kompor, destilator, gelas ukur, *pen refractometer*, *gas chromatography*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, berupa 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 kemudian dikeringkan menggunakan oven, untuk ampas tebu temperatur pengeringan 105<sup>0</sup>C selama 1 jam dan kulit pisang pada temperatur 50<sup>0</sup> 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 95-100<sup>0</sup>C sambil diaduk.

### Proses Fermentasi

Siapkan botol untuk tempat fermentasi, hasil hidrolisis didinginkan dan disaring hingga tidak ada ampas yang terikut, campurkan ragi 6 gram, tutup mulut botol dengan balon, variasikan waktu fermentasi 72, 96 dan 120 jam

### Proses Destilasi

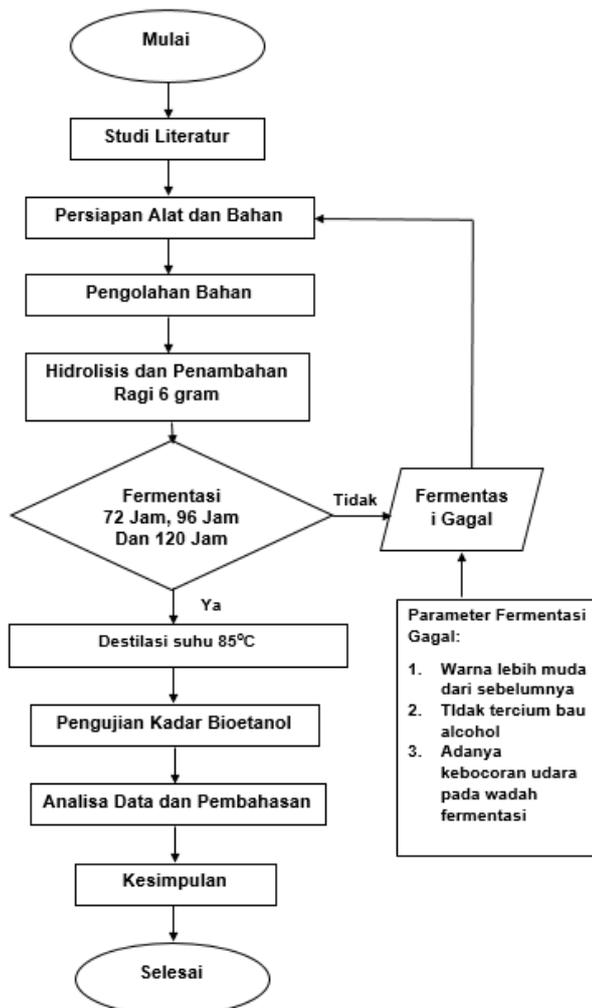
Memaskan campuran larutan hasil fermentasi pada suhu 85<sup>0</sup> setara titik didih etanol selama 2 jam, uap etanol mengalir melalui pipa kondensor sehingga kembali menjadi etanol cair.

### Pengujian Sampel Etanol

Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *pen refractometer* untuk mengetahui kadar etanol yang terbentuk, kadar etanol tertinggi dari hasil uji dengan *pen refractometer* dilakukan pengujian dengan alat *gas chromatography* untuk mengetahui kadar etanol sebenarnya karena alat *gas chromatography* hasil lebih akurat.

### Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

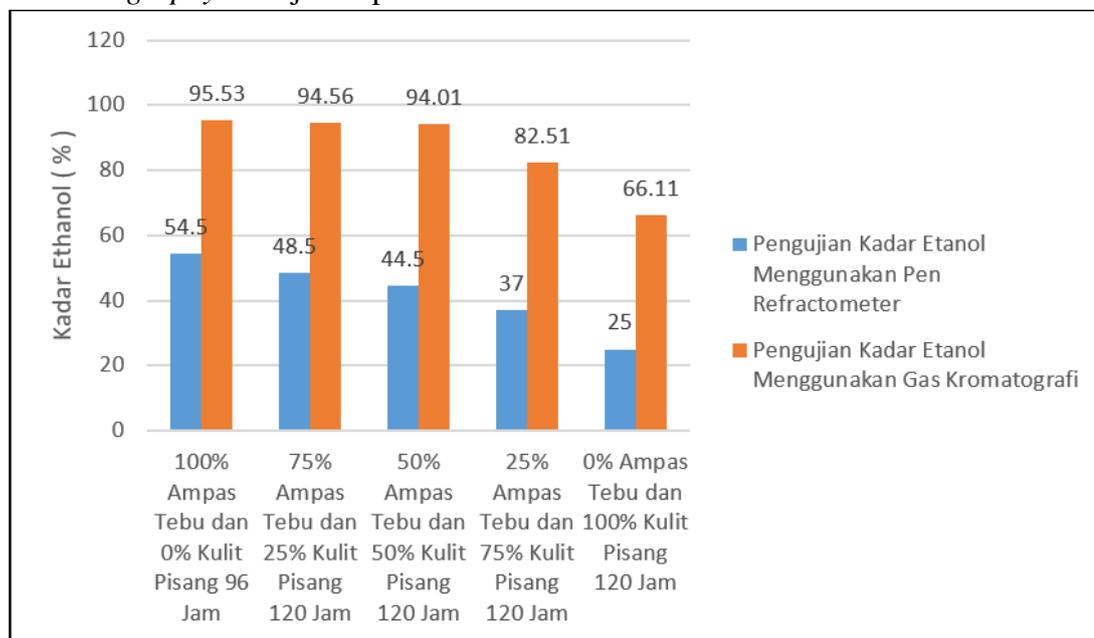
Dalam analisa variasi waktu fermentasi terhadap kadar etanol data yang diambil merupakan kadar etanol, volume etanol dan hasil randemen di Workshop Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat dan Laboratorium Energi LPPM Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada bulan Mei 2018 sampai dengan Juli 2018.

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		Presentase Etanol yang terbentuk (%)		Volume (ml)	Randemen (%)
					Massa Ragi (gram)	Waktu Fermentasi (Jam)	Pen Refractometer	Gas Chromatography		
1	100 gram	100	0	2000	6	72	32	32	20	0.75%
		75	25				20	20	22	0.83%
		50	50				18	18	16	0.60%
		25	75				13.5	13.5	13	0.49%
		0	100				6	6	19	0.71%
2	100 gram	100	0	2000	6	96	54.5	95.53	10	0.38%
		75	25				34.5	34.5	20	0.75%
		50	50				30	30	9	0.34%
		25	75				21	21	8	0.30%
		0	100				15	15	12	0.45%
3	100 gram	100	0	2000	6	120	19	19	22	0.83%
		75	25				48.5	94.56	6	0.23%
		50	50				44.5	94.01	6	0.23%
		25	75				37	82.51	4	0.15%
		0	100				25	66.11	5	0.19%

### Perbandingan Hasil Uji

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*

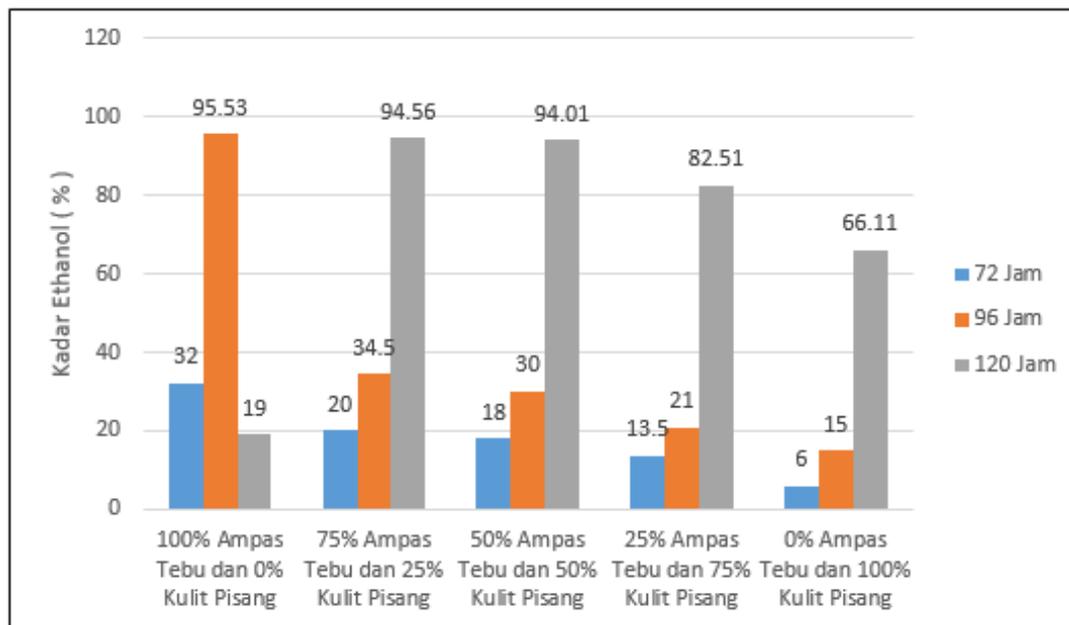
Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa data hasil pengujian kadar etanol menggunakan alat *gas chromatography* lebih tinggi, dibandingkan dengan data hasil pengujian kadar etanol dengan alat *pen refractometer*, karena pengujian

dengan *gas chromatography* memiliki kelebihan waktu analisa singkat, ketajaman pemisahan tinggi, efisiensi pemisahan tinggi dan analisis relative cepat dan sensitifitasnya tinggi.

Sehingga pengujian kadar etanol dengan alat *gas chromatography* lebih diunggulkan karena data yang diperoleh akurat dibandingkan dengan data pengujian dengan *pen refractometer*.

### Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol

Pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kadar etanol ditunjukkan pada Gambar 4.



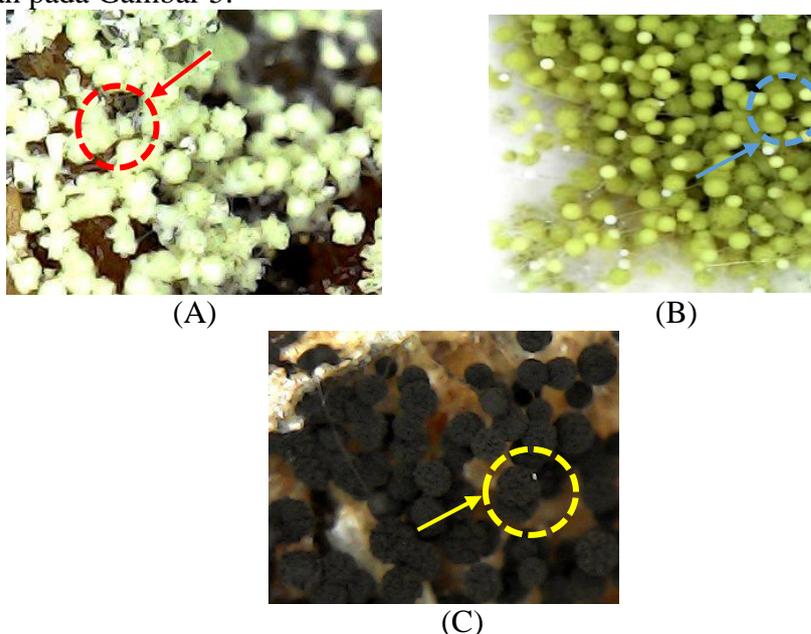
Gambar 4. Diagram Hubungan Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol

Berdasarkan Gambar 4 pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kadar etanol dengan Gas Kromatografi dapat dilihat pada campuran 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang hasil etanol tertinggi terdapat pada waktu fermentasi 96 jam sebesar 95.53% etanol, pada campuran 75% ampas tebu dan 25% kulit pisang hasil etanol tertinggi terdapat pada waktu fermentasi 120 jam sebesar 94.56% etanol, pada campuran 50% ampas tebu dan 50% kulit pisang hasil tertinggi terdapat pada waktu fermentasi 120 jam sebesar 94.01% etanol, pada campuran 25% ampas tebu dan 75% kulit pisang hasil tertinggi terdapat pada waktu fermentasi 120 jam sebesar 82.51% etanol, dan pada campuran 0% ampas tebu dan 100% kulit pisang hasil tertinggi terdapat pada waktu fermentasi 120 jam sebesar 66.11% etanol. Berdasarkan dari dua diagram pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol dengan *pen refractometer* maupun *gas kromatografi*, maka jika terlalu cepat proses fermentasi etanol yang dihasilkan sedikit begitu juga bila terlalu lama kadar etanol akan berkurang karena semakin lama waktu fermentasi maka konsentrasi sel mikroorganisme akan semakin menurun dan menuju pada fase *decline* karena konsentrasi bioetanol yang dihasilkan semakin tinggi dan konsentrasi nutrient sebagai makanan mikroorganisme semakin menurun, sehingga etanol yang dihasilkan akan berubah menjadi asam asetat (Setyawati, 2010).

### Pertumbuhan Jamur Pada Proses Fermentasi

Proses fermentasi tergantung pada pertumbuhan jamur. Jamur inilah yang berperan aktif dalam proses fermentasi dengan menguraikan glukosa menjadi alkohol (Widyaningrum, 2009). Tinggi rendahnya alkohol yang dihasilkan selama proses fermentasi berhubungan dengan adanya jumlah jamur yang ada.

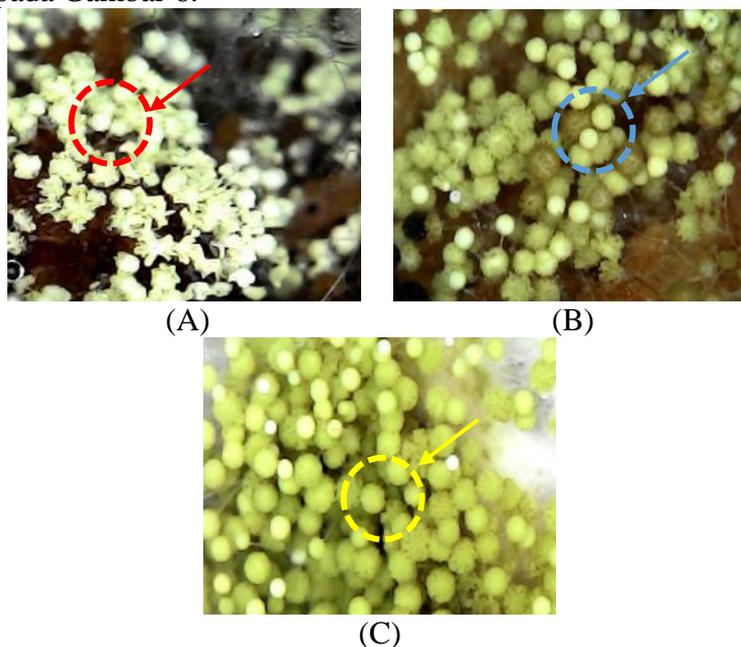
Pertumbuhan jamur pada waktu fermentasi 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pertumbuhan Jamur Fermentasi 100% Ampas Tebu dan 0% Kulit Pisang: (A). Fermentasi 72 Jam, (B). Fermentasi 96 Jam dan (C). Fermentasi 120 Jam

Gambar 5(A) tanda lingkaran (warna merah) menunjukkan pertumbuhan jamur pada fermentasi 72 jam pada tahap perkembangan Gambar 5(B) tanda lingkaran (warna biru tua) pada fermentasi 96 jam jamur terlihat sangat begitu banyak karena pada fermentasi selama 96 jam jamur mulai berkembang seaca optimal dan warna berubah menjadi hijau. Pada Gambar 5(C) tanda lingkaran (warna kuning) pada fermentasi 120 jam jamur mulai berkurang dan warna mulai berubah hitam karena mulai menurunnya aktifitas jamur. Karena semakin lama proses fermentasi jamur akan mendekati fase kematian sehingga jumlah jamur akan berkurang. Maka kadar etanol yang dihasilkan pada proses fermentasi 120 jam mulai berkurang.

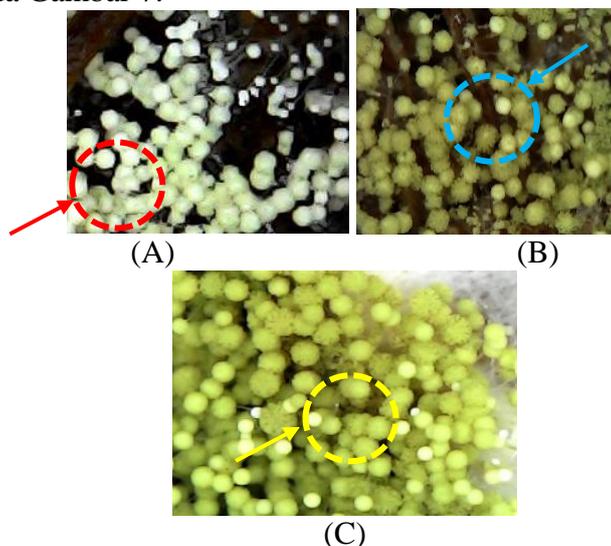
Pertumbuhan jamur pada waktu fermentasi 75% ampas tebu dan 25% kulit pisang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pertumbuhan Jamur Fermentasi 75% Ampas Tebu dan 25% Kulit Pisang (A). Fermentasi 72 Jam, (B). Fermentasi 96 Jam dan (C). Fermentasi 120 Jam

Dari Gambar 6(A) tanda lingkaran (warna merah) pada fermentasi 72 jam jamur terlihat sedikit dan berwarna putih karena masih pada tahap perkembangan. Pada Gambar 6(B) tanda lingkaran (warna biru tua) pada fermentasi 96 jam jamur terlihat begitu cukup banyak karena pada fermentasi selama 96 jam jamur mulai berkembang dan berubah warna menjadi hijau. Pada Gambar 6(C) pada fermentasi 120 jam jamur terus bertambah banyak dan tidak terjadi perubahan warna karena pada fermentasi 120 jam jamur berkembang secara optimal. Sehingga kadar etanol yang dihasilkan terus meningkat.

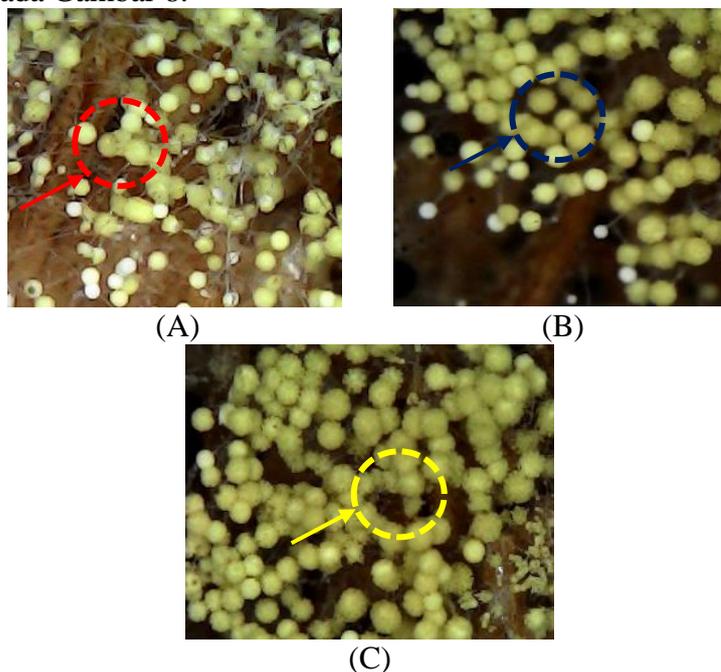
Pertumbuhan jamur pada waktu fermentasi 50% ampas tebu dan 50% kulit pisang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pertumbuhan Jamur Fermentasi 50% Ampas Tebu dan 50% Kulit Pisang (A). Fermentasi 72 Jam, (B). Fermentasi 96 Jam dan (C). Fermentasi 120 Jam

Dari Gambar 7(A) tanda lingkaran (warna merah) pada fermentasi 72 jam jamur terlihat sedikit karena masih pada tahap perkembangan dan berwarna putih Gambar 7(B) tanda lingkaran (warna biru muda) pada fermentasi 96 jam jamur terlihat begitu cukup banyak karena pada fermentasi selama 96 jam jamur mulai berkembang dan berubah warna menjadi hijau. Pada Gambar 7(C) tanda lingkaran (warna kuning) pada fermentasi 120 jam jamur terus bertambah sangat banyak dan tidak ada perubahan warna karena pada fermentasi 120 jam jamur berkembang secara optimal. Sehingga kadar etanol yang dihasilkan terus meningkat.

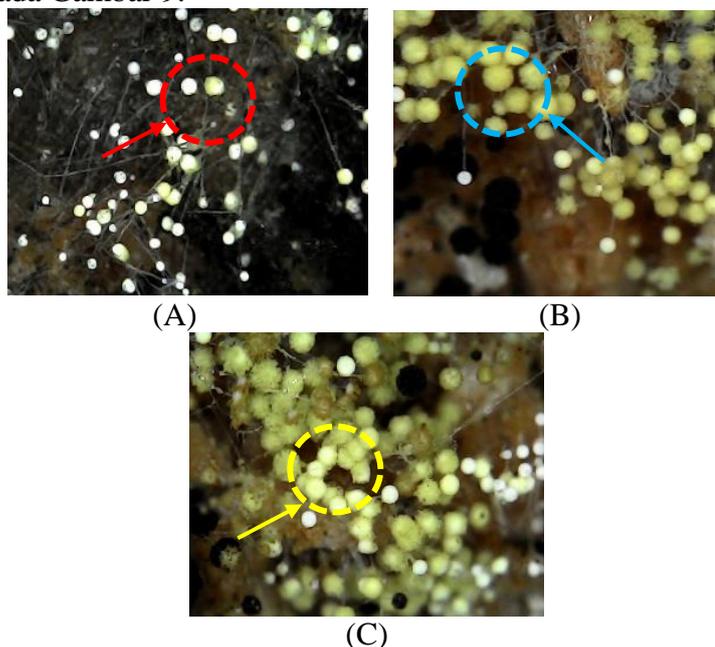
Pertumbuhan jamur pada waktu fermentasi 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pertumbuhan Jamur Fermentasi 25% Ampas Tebu dan 75% Kulit Pisang (A). Fermentasi 72 Jam, (B). Fermentasi 96 Jam dan (C). Fermentasi 120 Jam

Dari Gambar 8(A) tanda lingkaran (warna merah) pada fermentasi 72 jam jamur terlihat sedikit karena masih pada tahap perkembangan Gambar 8(B) tanda lingkaran (warna biru tua) pada fermentasi 96 jam jamur terlihat begitu cukup banyak karena pada fermentasi selama 96 jam jamur mulai berkembang dan berubah warna menjadi hijau. Pada Gambar 8(C) tanda lingkaran (warna kuning) pada fermentasi 120 jam jamur terus bertambah banyak dan tidak ada perubahan warna karena pada fermentasi 120 jam jamur berkembang secara optimal. Sehingga kadar etanol yang dihasilkan terus meningkat.

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



Gambar 9. Pertumbuhan Jamur Fermentasi 0% Ampas Tebu dan 100% Kulit Pisang (A). Fermentasi 72 Jam, (B). Fermentasi 96 Jam dan (C). Fermentasi 120 Jam

Dari Gambar 9(A) tanda lingkaran (warna merah) pada fermentasi 72 jam jamur terlihat sangat sedikit dan berwarna putih karena masih pada tahap perkembangan Gambar 9(B) tanda lingkaran (warna biru tua) pada fermentasi 96 jam jamur terlihat begitu cukup banyak karena pada fermentasi selama 96 jam jamur mulai berkembang dan berubah warna menjadi hijau. Pada Gambar 9(C) tanda lingkaran (warna kuning) pada fermentasi 120 jam jamur terus bertambah banyak dan tidak ada perubahan warna karena pada fermentasi 120 jam jamur berkembang secara optimal. Sehingga kadar etanol yang dihasilkan terus meningkat.

### Kualitas Kadar Etanol Menurut SNI

Tabel 2. Perbandingan hasil etanol dengan Standar Nasional Indonesia (SNI)

No	Campuran		Massa Ragi (gram)	Waktu Fermentasi (Jam)	Presentase Etanol (%)	Standar SNI Etanol (%)	Memenuhi/Tidak Memenuhi
	Massa Ampas Tebu (gram)	Massa Kulit Pisang (gram)					
1	100	0	6	96	95.53	94.0	Memenuhi
2	75	25	6	120	94.56		Memenuhi
3	50	50	6	120	94.01		Memenuhi
4	25	75	6	120	82.51		Tidak Memenuhi
5	0	100	6	120	66.11		Tidak Memenuhi

Berdasarkan dari Tabel 2, kadar etanol dari bahan 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang fermentasi 96 jam dengan kadar etanol 95.53%, kadar etanol dari bahan 75% ampas tebu dan 25% kulit pisang fermentasi 120 jam dengan kadar etanol 94.56% dan kadar etanol dari bahan 50% ampas tebu dan 50% kulit pisang fermentasi 120 jam dengan kadar etanol 94.01% telah mencapai Standar Nasional Indonesia (SNI). Sedangkan kadar etanol dari bahan 25% ampas tebu dan 75% kulit pisang dengan kadar etanol 82.51% dan kadar etanol dari bahan 0% ampas tebu dan 100% kulit pisang dengan kadar etanol 66.11% belum mencapai Standar Nasional Indonesia (SNI). Jadi kadar etanol terbaik adalah dari bahan 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang pada waktu fermentasi 96 jam dengan kadar etanol yang dihasilkan sebesar 95.53% di dapat dari data setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan alat *Gas Chromatography* untuk mengetahui kemurnian kadar etanol sebenarnya.

Mengacu pada SNI 7390: 2012 pada table 2 yang menyatakan bahwa kadar etanol minimum yang digunakan sebagai bahan bakar jenis bioethanol sebesar 94,0% setelah dinaturasi (Badan Standarisasi Nasional Indonesia 2012), maka etanol pada penelitian ini dapat digunakan sebagai pencampur bahan bakar atau sebagai pensubstitusi bensin.

## **KESIMPULAN**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Didapatkan hasil kadar etanol tertinggi dari setiap kombinasi campuran yaitu untuk kombinasi 100% ampas tebu – 0% kulit pisang sebesar 95,53%, kombinasi 75% ampas tebu – 25% kulit pisang sebesar 94,56%, kombinasi 50% ampas tebu – 50% kulit pisang sebesar 94.01%, kombinasi 25% ampas tebu – 75% kulit pisang sebesar 82,51% dan kombinasi 0% ampas tebu – 100% kulit pisang sebesar 66,11% kadar etanol yang dihasilkan.
2. Waktu yang optimum untuk fermentasi dari kombinasi 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang waktu fermentasi yang optimum pada 96 jam. Dari kombinasi 75% ampas tebu dan 25% kulit pisang, kombinasi 50% ampas tebu dan 50% kulit pisang, kombinasi 25% ampas tebu dan 75% kulit pisang, kombinasi 0% ampas tebu dan 100% kulit pisang waktu fermentasi yang optimum terdapat pada 120 jam. Waktu yang optimum untuk kadar etanol terbaik dari bahan 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang pada waktu fermentasi 96 jam menghasilkan kadar etanol sebesar 95.53%.
3. Hasil dari fermentasi bioethanol dengan bahan 100% ampas tebu dan 0% kulit pisang kadar etanol yang dihasilkan 95,53% cukup mencapai standar SNI. Mengacu pada SNI 7390: 2012 yang menyatakan bahwa kadar etanol minimum sebesar 94,0% setelah dinaturasi (Badan Standarisasi Nasional Indonesia 2012).

## **REFERENSI**

- Agra I.B., Wairniyati, S. dan Pujiyanto, 1973 “Hidrolisis Ketela Rambat Pada Suhu Lebih dari 100<sup>0</sup>C, Forum Teknik Jilid 3. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Amien. 2006. Pentingnya Fermentasi Bir Kokoa. [http://www.alumni\\_ipd.or.id](http://www.alumni_ipd.or.id). Diakses tanggal 11 Desember 2018.

- 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.
- Dyah Tri Retno, Wasir Nuri, 2011. "Pembuatan Bioetanol dari ulit Pisang", Pengembangan Seminar Nasional Teknik Kimia Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia.
- Groggin, P. H., 1968, "Alcohols Their Chemistry Properties and Manufacture", Reinhold Book Corporation, New York.
- 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.
- Lin, Y., dan S. Tanaka. 2006. Ethanol Fermentation From Biomass Resources: Current State and Prospects. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 69: 627-642.
- Prastowo, Bambang. 2007. Potensi Sektor Pertanian Sebagai Penghasil dan Pengguna Energi Terbarukan (The agriculture sector as source and user of the renewable energy). *Indonesia Center for Estate Crops Rearch and Development. Perspektif: Reviev Penelitian Tanaman Industri* 6(2): 85-93
- Prescott, S. G and C. G. Said, 1959, "Industrial Microbiology", ed 3, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Pudjarmaka, A. H., dan Qodratillah, M.T., 2002, "Kamus Kimia", Balai Pustaka, Jakarta.
- Sahidin, 2008, Penuntun Praktikum Kimia Organik I, Unhalu, Kendari.
- Setyawati. H dan N.A Rahman., 2010, "Bioetanol Dari Kulit Nanas Dengan Variasi Massa *Saccharomyces Cereviceae* Dan Waktu Fermentasi, Skripsi, Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Shabiri, Akhmad Nadji., Ritonga., Rizky Salam., S, M. Hendra dan Ginting. 2014. Pengaruh Rasio Epoksi/ Ampas Tebu dan Perlakuan Alkali pada Ampas Tebu terhadap Kekuatan Bentur Komposit Partikel Epoksi Berpengisi Serat Ampas Tebu. *Jurnal Teknik Kimia USU.* Vol. 3, No. 3.
- 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

- Wusnah, Bahri Samsul, dan Hartono Dwi. 2016. Proses Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata B.C*) Secara Fermentasi. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Malikussaleh. Lhoksumawe.
- Widyaningrum, C.A. 2009. Pembuatan Keju Peram (ripened cheese) Menggunakan Starter Kombinasi *Rhizopus orizae* dan *Rhizopus oligosporus*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Widyaningrum. (2009). Growth performance and cocoon production of silkworm (*Bombix mori*, L) on different frequency of feeding and age leaves. *Penelitian Hayati*, 15, 1720.