

ANALISIS HASIL FERMENTASI PEMBUATAN BIOETANOL DENGAN VARIASI MASSA RAGI MENGGUNAKAN BAHAN (BERAS KETAN HITAM, BERAS KETAN PUTIH DAN SINGKONG)

Arry Eko Pristiwanto¹⁾, Rachmat Subagyo²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

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

Email: Arryjock@gmail.com

Abstract

This study aims to determine the levels of bioethanol from (black sticky rice, white sticky rice and cassava rice) with variations in yeast mass as much as 5 grams, 10 grams and 15 grams knowing the optimum time variation and knowing ethanol levels according to SNI. This research was carried out by hydrolysis or boiling of ingredients (black sticky rice, white sticky rice and cassava rice) using distilled water for 30 minutes, then fermentation using yeast *saccharomyces cerevisiae* and distillation process using a complete destilator to obtain ethanol from fermented then tested with a pen refractometer to determine whether or not ethanol is formed from the distillation process. The selected sample was then tested for ethanol content using a gas chromatography tool. The results of this study are known by testing gas chromatography to find out the ethanol content contained in the distilled sample, the results of ethanol, black glutinous rice with 96 hours fermentation time 92.29% ethanol, and white glutinous rice with fermentation time 96 hours of 100% ethanol and cassava with 96 hours of fermentation time of ethanol content of 98.10%.

Keywords: Black Sticky Rice, White Sticky Rice, Cassava, Fermentation, Ethanol

PENDAHULUAN

Persediaan minyak bumi di dunia semakin lama semakin menipis dan harganya semakin lama semakin melonjak tajam. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan sumber energi yang semakin meningkat, terutama minyak bumi. Oleh sebab itu, energi alternatif selain minyak bumi sangat diperlukan. Diantara sumber energi alternatif yang ada didalam ini, bioetanol menjadi pilihan utama.

Sesuatu yang menarik mengapa bioetanol menjadi primadona dan salah satu energi alternatif yang menjanjikan hal ini disebabkan bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi. Etanol atau etil alkohol C_2H_5OH berupa cairan bening tak berwarna, terurai secara biologis (*biodegradable*) toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yang besar bila bocor (Roni, 2015).

Bioetanol adalah cairan biokimia dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol memiliki titik didih yang jauh lebih rendah dibanding dengan air. Bioetanol yang menjadi uap akibat pemanasan akan diperoleh kembali melalui proses pengembunan. Dengan pemanasan pada suhu sesuai titik didihnya, maka bioetanol akan menguap dan akan mengalami pengembunan setelah melewati saluran pendingin. Untuk

memperoleh *fuel based ethanol* harus diperoleh kadar bioetanol hingga mencapai 99,5%. Cara yang dapat ditempuh untuk memperoleh kadar bioetanol seperti ini mengalami kesulitan bila melalui proses destilasi biasa, karena kesulitan untuk memisahkan hidrogen yang terikat dalam struktur kimia bioetanol. Untuk itu bioetanol dengan kadar 95% harus mengalami perlakuan selanjutnya dengan proses destilasi *Azeotropic* untuk menghasilkan *fuel based ethanol* (Senam, 2009).

Bioetanol merupakan etanol yang dibuat dari biomassa yang mengandung komponen pati atau selulosa seperti singkong dan tetes tebu. Etanol umumnya digunakan dalam industri sebagai bahan baku industri turunan alkohol, campuran minuman keras seperti sake atau gin, dan bahan baku farmasi dan kosmetika. Bioetanol (C_2H_5OH) dapat diperoleh melalui proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bahan baku berselulosa merupakan bahan yang jarang digunakan dan cukup sulit untuk dilakukan. Hal ini karena ada lignin yang sulit dicerna sehingga proses pembentukan glukosa menjadi lebih sulit. Bioetanol merupakan bahan bakar dari minyak nabati yang memiliki sifat menyerupai bensin (Assegaf, F., 2009).

Bioetanol yang digunakan sebagai bahan bakar dalam bentuk campuran bioetanol dengan bensin adalah bioetanol dengan kadar etanol 99,5% atau lebih dikenal sebagai bioetanol anhidrat (Hambali et al., 2008; Assegaf, F., 2009). Bioetanol anhidrat yang digunakan sebagai bahan bakar lebih populer dengan sebutan *Fuel Grade Ethanol (FGE)* (Prihandana, dkk, 2006).

Bioetanol yang digunakan sebagai bahan bakar mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya murah dan ramah lingkungan karena bahan bakar tersebut memiliki nilai oktan 92, lebih tinggi dari premium (88), sedangkan pertamax memiliki nilai oktan 94. Hal ini menyebabkan bioetanol dapat menggantikan fungsi zat aditif yang sering ditambahkan untuk memperbesar nilai oktan tanpa bersifat toksik sehingga merupakan bahan bakar alternatif yang potensial untuk dikembangkan (Anonim, 2005). Zat aditif yang banyak digunakan dalam bensin adalah *metil tersier butil eter* dan *Pb* namun zat aditif tersebut tidak ramah lingkungan dan bersifat toksik. Bioetanol juga merupakan bahan bakar yang tidak mengakumulasi gas karbon dioksida (CO_2) dan relatif kompatibel dengan mesin berbahan bakar bensin (Assegaf, F., 2009).

Campuran bioetanol (5%) dengan bensin (95%) telah dikomersialkan oleh Pertamina dengan nama dagang Pertamax. Tahun 2008, harga Pertamax pada beberapa SPBU di Pulau Jawa dan Sumatera, cukup tinggi, yakni Rp. 6.500-6.850/liter (Prihandana, dkk, 2008).

Beras ketan hitam mempunyai warna ungu kehitaman bila sudah dimasak beras kehitaman warnanya benar-benar hitam pekat. Rasa enak dan aromanya menimbulkan selera makanan.

Menurut Soejeti Tarwotjo (2008) kata “beras” adalah bagian bulir padi (gabah) yang telah dipisah dari *sekam*. Sekam (Jawa *merang*) secara anatomi disebut '*palea*' (bagian yang ditutupi) dan '*lemma*' (bagian yang menutupi). Pada salah satu tahap pemrosesan hasil panen padi, gabah ditumbuk dengan *lesung* atau digiling sehingga bagian luarnya (kulit gabah) terlepas dari isinya. Bagian isi inilah, yang berwarna putih, kemerahan, ungu, atau bahkan hitam, yang disebut beras. Beras dari padi ketan disebut ketan. Nilai kandungan gizi beras ketan hitam, yaitu: Amilopektin 12,0 gr, Kalori 356 gr, Protein 7,0 gr, Lemak 0,7 gr, serat 3,1 gr, Vit. C 1,0 gr, Vit. B1 0,2 dan Karbohidrat 74,5 gr (Soeharto, 2004).

Klasifikasi beras ketan hitam sebagai berikut:

Kerajaan : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Kelas : *Monocotyldoneae*
Bangsa : *Poales*
Suku : *Poaceae*
Marga : *Oryza*
Jenis : *Oryza sativa Linn.*
Varietas : *Oryza sativa Linn. var. Glutinosa*

Beras ketan putih (*Oryza sativa glutinosa*) merupakan salah satu varietas padi yang termasuk dalam famili *Graminae*. Butir beras sebagaimana besar terdiri dari zat pati sekitar 80-85% yang terdapat dalam endosperma yang tersusun oleh granula-granula pati yang berukuran 3-10 milimikron. Beras ketan putih juga mengandung vitamin (terutama pada bagian aleuron), mineral dan air. Dari komposisi kimiawinya diketahui bahwa karbohidrat penyusun utama beras ketan putih adalah pati. Pati merupakan karbohidrat polimer glukosa yang mempunyai dua struktur yakni amilosa dan amilopektin (Priyanto T., 2012). Nilai kandungan gizi beras ketan putih, yaitu: Kadar air 12%, Protein 6,7%, Lemak 0,7%, Kadar abu 0,2% dan Karbohidrat 79,4% (Sediaoetama, 1989).

Menurut Steenis (1992) klasifikasi beras ketan putih masih termasuk dalam spesies tanaman memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Divisio : *Spermatophyta*
Kelas : *Angiosperma*
Ordo : *Graminales*
Famili : *Graminales*
Genus : *Oryza*
Spesies : *Oryza sativa L.*
Varietas : *Oryza sativa L. Var. Forma glutinous*

Singkong berdasarkan sifat fisik dan kimianya, merupakan umbi atau akar pohon yang panjang dengan rata-rata bergaris tengah 2-3 cm dan panjang 50-80 cm, tergantung dari jenis singkong yang ditanam. Sifat fisik dan kimia singkong sangat penting artinya untuk pengembangan tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Karakterisasi sifat fisik dan kimia singkong ditentukan oleh sifat pati sebagai komponen utama dari singkong (Susilawati, dkk, 2008).

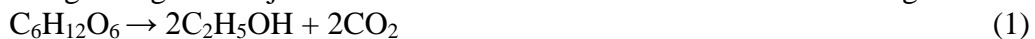
Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan sumber bahan makanan ketiga di Indonesia setelah padi dan jagung. Singkong tidak memiliki periode matang yang jelas, akibatnya periode panen dapat beragam sehingga dihasilkan singkong yang memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda – beda. Tingkat produksi, sifat fisik dan kimia singkong akan bervariasi menurut tingkat kesuburan yang ditinjau dari lokasi penanaman singkong (Anonim, 2014). Nilai kandungan gizi singkong per 100 gram meliputi: Kalori 121 kal, Air 62,50 gram, Fosfor 40,00 gram, Kalsium 33,00 miligram, Vitamin C 30,00 miligram, Besi 0,70 gram, Lemak 0,30 gram dan Karbohidrat 34,00 gram (Ansori, 2011).

Klasifikasi singkong sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Magnoliophyta*

Ordo	: <i>Malpighiales</i>
Famili	: <i>Euphorbiaceae</i>
Subfamili	: <i>Crotonoideae</i>
Bangsa	: <i>Manihoteae</i>
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>M. Esculenta</i>

Fermentasi merupakan suatu proses untuk mengubah molekul glukosa menjadi etanol atau lebih dikenal sebagai bioetanol (alkohol) dengan menggunakan mikroorganisme ragi. Proses fermentasi ini berlangsung beberapa hari tergantung dari banyaknya starter kultur sel ragi yang digunakan. Semakin banyak jumlah starter, semakin cepat pula proses fermentasi berlangsung. Konsentrasi bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi ini berkisar antara 8-10% v/v. Proses pembentukan bioetanol berlangsung lebih cepat bila menggunakan molases. Molases ini merupakan bahan baku untuk membuat gula tebu. Keuntungan penggunaan molases dalam memproduksi bioetanol adalah memerlukan bak fermentasi yang lebih kecil. Fermentasi ini selain menghasilkan etanol juga zat lain, termasuk di antaranya adalah air. Untuk meningkatkan kualitas bioetanol harus dihilangkan zat yang tidak dikehendaki. Salah satu ukuran kualitas bioetanol adalah kandungan airnya. Semakin rendah kadar airnya, kualitas bioetanol itu semakin baik (Tuite, 1992). Selama proses fermentasi, Ragi mengubah gula menjadi etanol dan karbondioksida sesuai rumus sebagai berikut:



Dengan keterangan sebagai berikut: $C_6H_{12}O_6$ adalah glukosa, CO_2 adalah gas karbondioksida, dan C_2H_5OH adalah etanol.

Reaksi dalam fermentasi berbeda-beda tergantung pada jenis gula yang digunakan dan produk yang dihasilkan. Secara singkat, ermentasi ($C_6H_{12}O_6$) yang merupakan gula paling sederhana, melalui fermentasi akan menghasilkan etanol ($2C_2H_5OH$). Reaksi fermentasi ini dilakukan oleh ragi, dan digunakan pada produksi makanan. Untuk hidup semua mikroorganisme membutuhkan sumber energi yang diperoleh dari metabolisme bahan pangan dimana mikroorganisme berada di dalamnya. Bahan baku energi yang paling banyak digunakan oleh mikroorganisme adalah glukosa. Dengan adanya oksigen beberapa mikroorganisme mencerna glukosa dan menghasilkan air, karbondioksida, dan sejumlah besar energi (ATP) yang digunakan untuk tumbuh. Adenosina trifosfat (ATP) adalah suatu nukleotida yang dalam biokimia dikenal sebagai satuan molekular pertukaran energi intraseluler artinya ATP dapat digunakan untuk menyimpan dan mentranspor energi kimia dalam sel. ATP juga berperan penting dalam sintesis asam nukleat. Molekul ATP juga digunakan untuk menyimpan energi yang dihasilkan tumbuhan dalam respirasi seluler.

Ini adalah metabolisme tipe aerobik. Akan tetapi beberapa mikroorganisme dapat mencerna bahan baku energinya tanpa adanya oksigen dan sebagai hasilnya bahan baku energi ini hanya sebagian yang dipecah. Bukan air, karbondioksida, dan sejumlah besar energi yang dihasilkan, tetapi hanya sejumlah kecil energi, karbondioksida, air, dan produk akhir metabolik organik lain yang di hasilkan.

Zat-zat produk akhir ini termasuk sejumlah besar asam laktat, asam asetat, dan etanol, serta sejumlah kecil asam organik volatil lainnya, alkohol dan ester

dari alkohol tersebut. Pertumbuhan yang terjadi tanpa adanya oksigen sering dikenal sebagai fermentasi (Yanuar, 2011).

Menurut Shadily (1984) destilasi diartikan sebagai proses pemanasan suatu bahan pada pelbagai temperatur, tanpa kontak dengan udara luar untuk memperoleh hasil tertentu.



Gambar 1. Destilasi Sederhana

Destilasi sederhana atau destilasi biasa adalah teknik pemisahan kimia untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang jauh. Suatu campuran dapat dipisahkan dengan destilasi biasa ini untuk memperoleh senyawa murninya. Senyawa-senyawa yang terdapat dalam campuran akan menguap pada saat mencapai titik didih masing – masing.

Pada umumnya hasil fermentasi berupa bioethanol atau alkohol yang mempunyai kemurnian sekitar 30 – 40% belum dapat dikategorikan sebagai *fuel based ethanol*. (Simanjuntak, R. 2009). Untuk memurnikan bioethanol menjadi berkadar lebih dari 95% agar dapat dipergunakan sebagai bahan bakar, harus melewati proses destilasi untuk memisahkan alkohol dengan air dengan memperhitungkan perbedaan titik didih kedua bahan tersebut yang kemudian diembunkan kembali untuk memperoleh bioethanol dengan kemurnian hingga 99,5-99,8%. Destilasi bertingkat sangat efektif digunakan pada pemisahan fraksi minyak mentah menjadi berbagai komponennya (Chang, R., 2007).

Untuk memurnikan bioethanol menjadi berkadar lebih dari 95% agar dapat dipergunakan sebagai bahan bakar harus melewati proses destilasi untuk memisahkan alkohol dengan air dengan memperhitungkan perbedaan titik didih kedua bahan tersebut yang kemudian diembunkan kembali untuk memperoleh bioethanol dengan kemurnian hingga 99,5-99,8%. Oleh karena itu untuk mendapatkan FGE, dilaksanakan pemurnian lebih lanjut dengan *Azeotropic destillation* (Simanjuntak, R. 2009) dan dehidrasi (Assegaf, F., 2009).

Proses destilasi bertingkat (fraksinasi) ini digunakan untuk komponen yang memiliki titik didih yang berdekatan (Syukri, S. 1999). Sistem kerjanya sama dengan destilasi sederhana, perbedaannya adalah adanya kolom fraksinasi. Di kolom ini terjadi pemanasan secara bertahap dengan suhu yang berbeda-beda pada setiap platnya. Pemanasan yang berbeda-beda ini bertujuan untuk pemurnian

destilat yang lebih baik daripada plat-plat di bawahnya. Semakin ke atas, semakin tidak volatil cairannya (Lando, dkk, 1974).

Dilaporkan bahwa pengolahan bioetanol dengan menggunakan proses destilasi bertingkat (dua kali proses destilasi) menghasilkan bioetanol dengan kadar 69,2-89,1% (Anonim, 2008). Diharapkan dengan menggunakan destilasi 3 tingkat akan diperoleh bioetanol dengan kadar di atas 95%.

Pemanfaatan bioetanol diarahkan untuk memberikan kontribusi yang signifikan terhadap bauran energi nasional (*national energy mix*) terutama sebagai bahan bakar 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.

Standar Nasional Indonesia (SNI) bioetanol disusun oleh Panitia Teknis Energi Baru dan Terbarukan (PTEB) melalui tahapan - tahapan baku tata cara perumusan standar nasional. Penyusunan SNI bioetanol Terdenaturasi untuk gasohol ini dilakukan dengan memperhatikan standar sejenis yang sudah berlaku di negara-negara lain yang pemakaian bioetanolnya sudah luas dan mencapai tahap komersial. Faktor lain yang juga diperhatikan adalah keberagaman bahan baku bioetanol di tanah air (Badan Standar Indonesia, 2012).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Beras ketan hitam, Beras ketan putih dan Singkong di fermentasi dengan menggunakan variasi ragi sebanyak 5, 10, 15 gram dan waktu Fermentasi 96 jam, kemudian hasil fermentasi di destilasi dengan suhu 90° C. Selanjutnya hasil dari destilasi di uji di laboratorium untuk mengetahui kadar etanol nya.

Alat dan Bahan Penelitian

Botol, balon, kompor, timbangan digital, gelas ukur, sepaket alat destilasi, mikroskop, panci, spatula, corong, *pen refractometer*, *gas chromatography* Beras keta hitam, beras ketan putih dan Singkong merupakan bahan baku utama dan ragi roti (*Saccharomyces Cereviseae*) fermipan.

Pengolahan Bahan

Penyiapan yaitu dari ke tiga bahan tersebut digiling menggunakan alat penghalus padi khusus yang sering kita jumpai di pasar-pasar tradisional. Sebelum digiling ada bahan tertentu yang tanpa proses pengeringan atau penjemuran diterik matahari terlebih dahulu yaitu singkong. Sementara beras ketan hitam dan beras ketan putih tidak memakai proses pengeringan, langsung digiling saja.

Proses Hidrolisis

Timbang masing-masing tepung beras ketan hitam, beras ketan putih, dan singkong sesuai Menimbang bahan dari (tepung beras ketan hitam, tepung beras ketan putih dan tepung singkong) masing-masing dibuat 9 sampel massanya 100 gram.

Kemudian tepung beras ketan hitam, beras ketan putih, dan singkong dicampur dengan air aquades 800ml, campuran direbus selama 30 menit dengan suhu 95-100⁰C sambil diaduk.

Proses Fermentasi

Menyiapkan botol bekas air mineral 1500 ml sebanyak 9 botol untuk menampung bahan seperti (bubur beras ketan hitam, bubur beras ketan putih dan bubur singkong) tersebut. hasil hidrolisis didinginkan pada suhu bahan 32⁰C dan siap di campurkan ragi. Campurkan ragi pada 9 sampel dengan variasi 5, 10 dan 15 gram.

Lalu tutup menggunakan balon pada mulut botol dengan rapat, lalu diamkan selama waktu fermentasi 96 jam di suhu ruangan normal 20-25⁰C agar cairan itu menjadi encer tidak mengental, untuk membiarkan bakteri berkembang untuk fermentasi.

Proses Destilasi

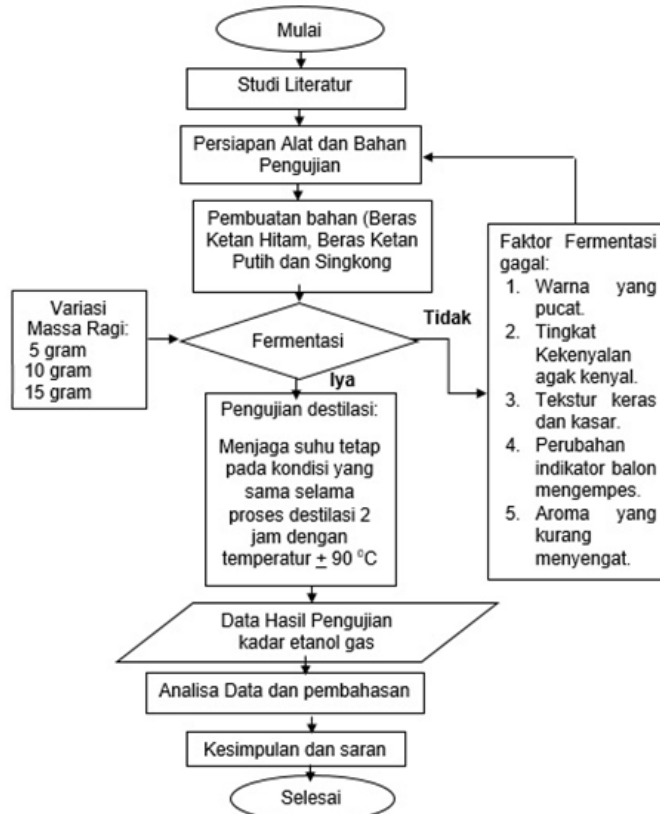
Memanaskan campuran larutan hasil fermentasi pada suhu 90⁰ setara titik didih etanol selama 2 jam, uap etanol mengalir melalui pipa kondensor sehingga kembali menjadi etanol cair.

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

Hasil data yang di dapat merupakan penelitian eksperimen pembuatan bioetanol melalui proses fermentasi dan destilasi dari Beras Ketan Hitam, Beras Ketan Putih dan Singkong dengan variasi massa ragi dan waktu fermentasi yang sama adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data pengujian variasi massa ragi menggunakan pen refracto meter

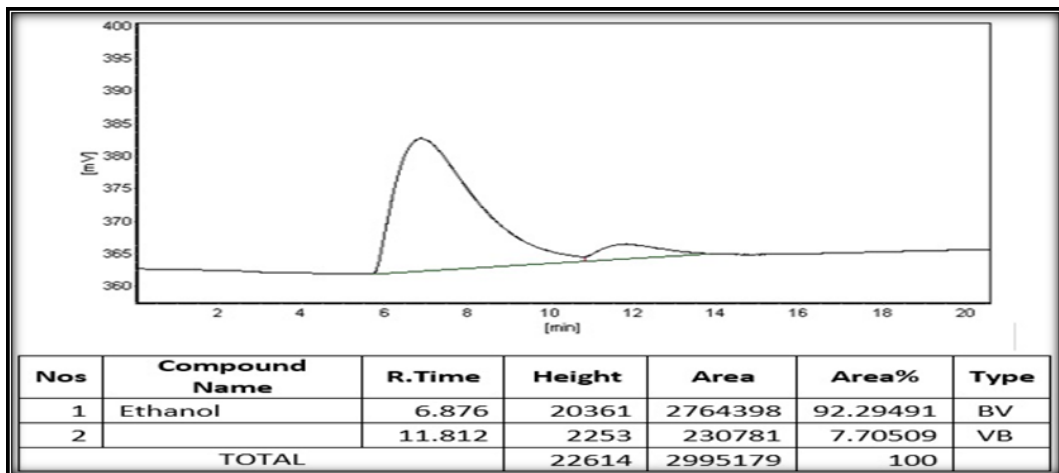
No	Bahan	Massa Ragi (gram)	Kadar Etanol (%)	Volume Air Destilasi (ml)	Waktu Fermentasi (jam)	Temperatur Destilasi ($^{\circ}$ C)
1	Beras Ketan Hitam	5	3,5	30	96	90
2	Beras Ketan Hitam	10	13,0	18	96	90
3	Beras Ketan Hitam	15	18,5	18,5	96	90
4	Beras Ketan Putih	5	5,0	19	96	90
5	Beras Ketan Putih	10	2,5	26	96	90
6	Beras Ketan Putih	15	3,5	21	96	90
7	Singkong	5	3,0	33	96	90
8	Singkong	10	6,5	29	96	90
9	Singkong	15	6,5	19	96	90

Menurut data pengujian di atas, percobaan ini di buat menjadi 9 sampel dengan variasi massa ragi 5 gram, 10 gram, 15 gram, setelah fase diatas telah mencapai batas maksimal waktu fermentasi yang telah ditentukan seperti yang tercantum pada tabel, maka dilanjutkan dengan proses destilasi.

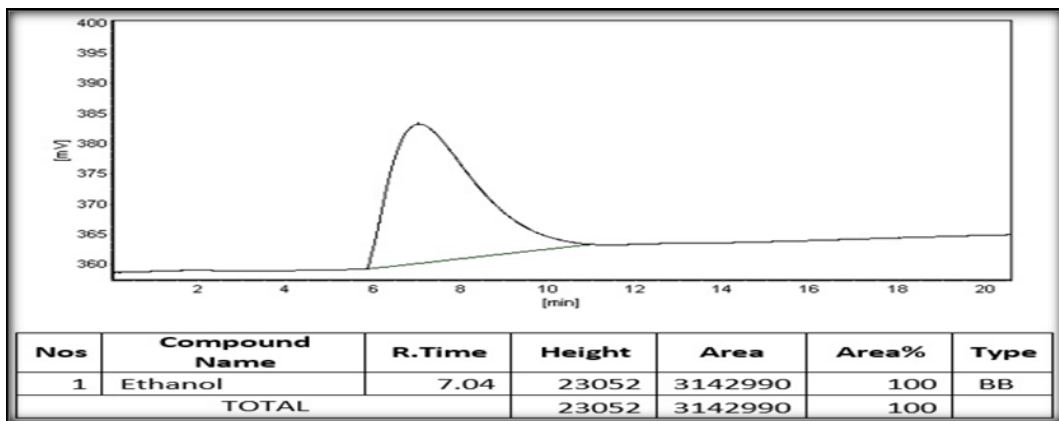
Setelah tahap fermentasi selesai maka dapat dilanjutkan ke tahap destilasi. Destilasi merupakan pemurnian etanol dari hasil fermentasi dari ke 9 sampel. Saat pendestilasian berlangsung maka di atur temperatur destilasi sekitar 90° C sehingga menghasilkan kadar etanol 3,5%, 13,0%, 18,5%, 5,0%, 2,5%, 3,5%, 3,0%, 6,5% dan 6,5%. Data hasil pengujian diatas diperoleh dengan menggunakan alat pen refractometer di laboratorium Lab. Teknik Kimia Universitas Lambung Mangurat.

Hasil Pengujian Dengan GC (*Gas Chromatography*)

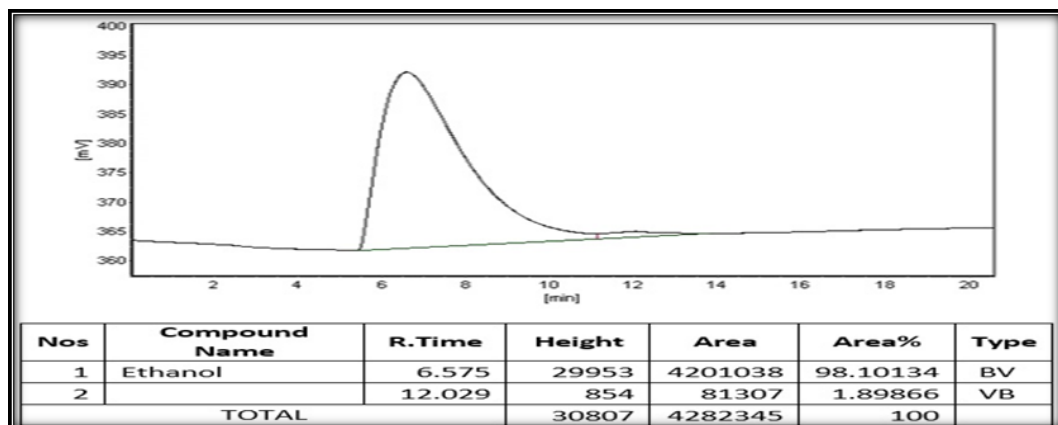
Chromatogram atau *Chromotography* adalah memisahkan setiap komponen dalam sample untuk selanjutnya diidentifikasi dan dihitung berapa konsentrasi dari masing-masing komponen tersebut. Adanya puncak yang berbeda menunjukkan adanya pengotor atau senyawa yang berbeda.



Gambar 3. (a) Grafik Kadar Etanol Beras Ketan Hitam Dengan Menggunakan GC



Gambar 3. (b) Grafik Kadar Etanol Beras Ketan Putih Dengan Menggunakan GC



Gambar 3. (c) Grafik Kadar Etanol Singkong Dengan Menggunakan GC

Pada Gambar 3 a, b dan c menunjukkan hasil pengukuran etanol dengan menggunakan alat *Gas Chromatography*. Pada Gambar 3(a) Beras Ketan Hitam dengan waktu fermentasi 96 jam massa ragi 15 gram menunjukkan hasil kadar etanol sebesar 92,29%, sedangkan pada Gambar 3(b) Beras Ketan Putih dengan waktu fermentasi dengan waktu fermentasi 96 jam massa ragi 5 gram menunjukkan hasil kadar etanol sebesar 100% dan pada Gambar 3(c) Singkong

dengan waktu fermentasi 96 jam massa ragi menunjukkan hasil kadar etanol sebesar 98,10%.

Berikut Nilai Kandungan beras ketan putih, beras ketan hitam dan singkong. Pada beras ketan hitam: Tenaga 360 kkal, Karbohidrat 74,5 gr, Tiamin 0,24 mg dan Protein 8 gr. Pada beras ketan putih: Tenaga 361 kkal, Karbohidrat 78,4 gr, Tiamin 0,28 gr dan Protein 8 gr. (Bahan Pangan Indonesia, 2009).

Pada Singkong: Kalori 121 kkal, Air 62,50 gr, Fosfor 40,00 gr dan Karbohidrat 34,00 gr. (Ansori, 2011).

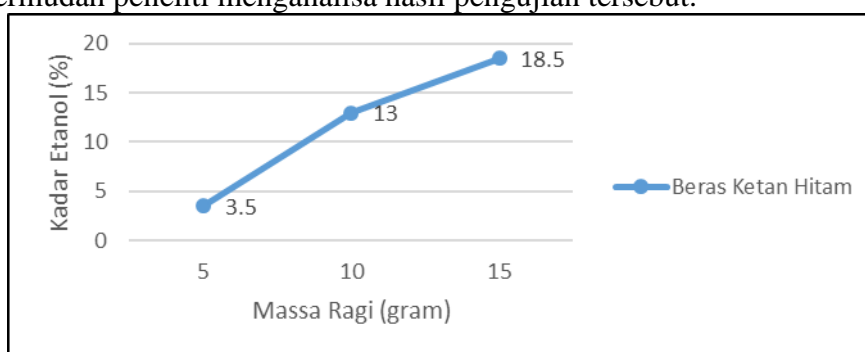
Seperti dilihat bahwa kandungan karbohidrat pada beras putih 77,1 lalu, beras hitam 76,9 dan singkong 27,9 dalam satuan gram. Dari ketiga bahan yang diuji menggunakan *gas chromatography* beras putih lah yang lebih unggul dibandingkan dari beras ketan hitam dan singkong.

Hal itu didukung oleh penelitian Cicik Herlina Yulianti (2014) yang Melakukan penelitian yang berjudul "Uji Beda Kadar Alkohol Pada Tape Beras, Ketan Hitam Dan Singkong".

Pada penelitian tersebut dilakukan menunjukkan bahwa kadar etanol beras ketan putih lebih unggul. Karna hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis bahan fermentasi dan lama fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kadar alkohol. Kadar alkohol (setelah fermentasi hari ke-6) pada tape beras paling tinggi (11,00%), dibandingkan tape ketan hitam (8,94%) dan singkong (6,92%). fermentasi hari ke-6) pada tape beras paling tinggi (11,00%), dibanding tape ketan hitam (8,94%) dan singkong (6,92%). Bahan yang kandungan karbohidratnya besar, mempunyai kadar alkohol yang tinggi (Yulianti, 2014).

Data hasil pengujian diatas diperoleh dengan menggunakan alat *Chromatography* (GC) GC7900 di laboratorium Lab. Teknik Kimia Institut Teknik Surabaya.

Hasil analisis kadar etanol yang dilakukan pada 9 sampel dari bahan (beras ketan hitam, beras ketan putih dan singkong) untuk mengetahui kadar etanol yang terdapat pada masing-masing sampel. Maka dibuatlah grafik tentang pengaruh hasil variasi massa ragi terhadap kadar etanol tiap sampel, tujuannya untuk mempermudah peneliti menganalisa hasil pengujian tersebut.

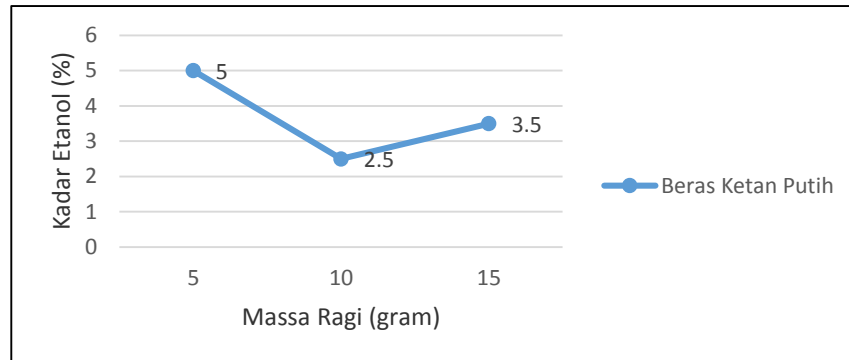


Gambar 4. Grafik pengaruh massa ragi terhadap kadar etanol beras ketan hitam menggunakan pen refractometer

Pada Gambar 4 pengaruh massa ragi dengan kadar etanol menunjukkan variasi dengan massa ragi yang terkecil yaitu 5 gram mengandung kadar etanol 3,5%, massa ragi 10 gram mengandung kadar etanol 13,0%, massa ragi 15 gram

mengandung kadar etanol 18,5% dengan fermentasi waktu yang sama yaitu 96 jam.

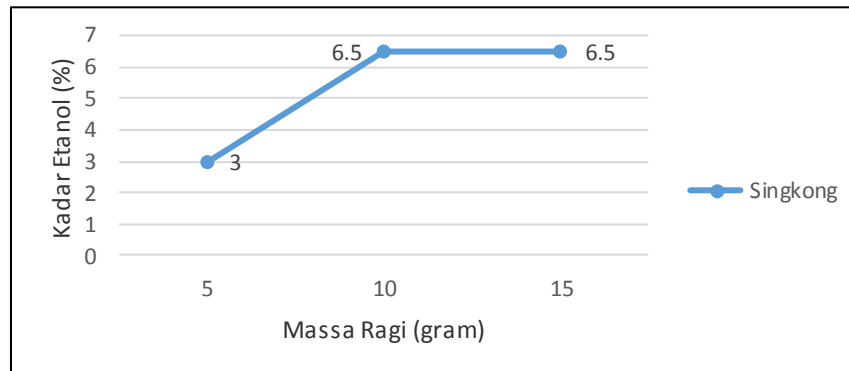
Terlihat pada massa ragi 5 gram kadar etanolnya rendah. Hal ini disebabkan pada proses fermentasi, massa ragi berpengaruh pada kadar etanol yang dihasilkan. Kemudian pada massa ragi 10 gram mengalami peningkatan dan pada massa ragi 15 gram juga mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan semakin banyak ragi yang ditambahkan maka mikroorganisme yang mengurai karbohidrat menjadi etanolpun semakin banyak sehingga etanol yang dihasilkan kadarnya semakin besar (Hapsari, dkk, 2009).



Gambar 5. Grafik pengaruh massa ragi terhadap kadar etanol beras ketan putih menggunakan pen refractometer

Pada Gambar 5 pengaruh massa ragi dengan kadar etanol menunjukan variasi dengan massa ragi yang terkecil yaitu 5 gram mengandung kadar etanol 5.0%, massa ragi 10 gram mengandung kadar etanol 2,5%, massa ragi 15 gram mengandung kadar etanol 3,5% dengan fermentasi waktu yang sama yaitu 96 jam.

Dilihat pada massa ragi 5 gram mengandung etanol yang cukup tinggi di bandingkan dari massa ragi 10 gram dan 15 gram. Disebabkan ketidakstabilannya atau penyesuaian mikroba pengurai karbohidrat menjadi etanol, karna saat fermentasi selain terbentuk senyawa alkohol juga terbentuk senyawa-senyawa asam. Pada sampel 10 gram dan 15 gram terjadi penurunan kadar etanol. Terbentuknya senyawa asam dapat disebabkan oleh adanya oksigen yang masuk kedalam proses fermentasi, sehingga metabolisme mikroba berlangsung secara aerob. Suasana aerob sebenarnya tidak diharapkan dalam proses pembentukan bioetanol, karena substrat berupa glukosa yang seharusnya dikonversi menjadi etanol akan dikonversi lebih lanjut menjadi senyawa asam terutama asam-asam organic (Arnata, dkk, 2013).



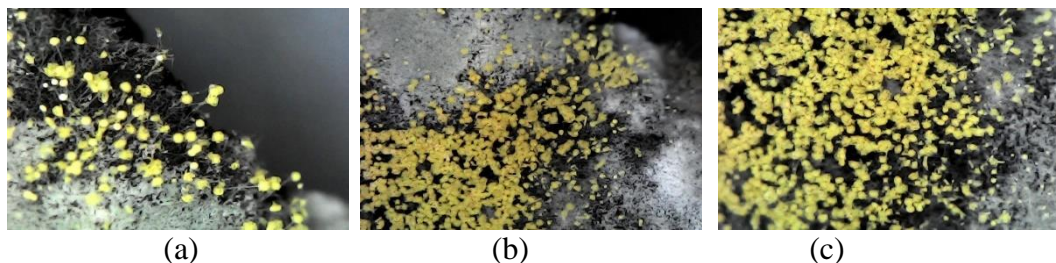
Gambar 6. Grafik pengaruh massa ragi terhadap kadar etanol singkong menggunakan pen refractometer

Pada Gambar 6 pengaruh massa ragi dengan kadar etanol menunjukan variasi dengan massa ragi yang terkecil yaitu 5 gram mengandung kadar etanol 3.0%, massa ragi 10 gram mengandung kadar etanol 6,5%, massa ragi 15 gram mengandung kadar etanol 6,5% dengan fermentasi waktu yang sama yaitu 96 jam.

Dilihat pada massa ragi 5 gram masih sangat rendah kadar etanolnya, pada ragi 10 dan 15 cenderung seimbang peningkatan kadar etanolnya. Hal ini disebabkan mikroba pelaksana fermentasi masih memasuki fase adaptasi. Setelah mengalami fase adaptasi, mikroba mulai membelah dengan kecepatan yang rendah karena baru mulai menyesuaikan diri (Fardias, 1998). Kemudian pada ragi 10 gram mengalami peningkatan dan dilanjutkan dengan ragi 15 gram tetap seimbang. Keadaan ini dikarenakan pada ragi yang berada dalam proses fermentasinya belum memasuki fase eksponensial dan belum melewati fase stasioner apalagi fase kematian.

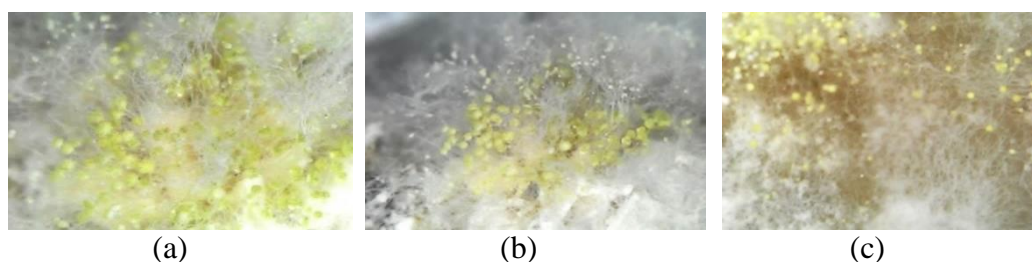
Ada beberapa karakteristik mikroorganisme yang digunakan untuk fermentasi antara lain mempunyai kemampuan tumbuh dan berkembang biak dengan cepat dalam substrat yang sesuai, dapat menghasilkan enzim dengan cepat untuk mengubah glukosa menjadi alkohol, mempunyai daya fermentasi yang tinggi terhadap glukosa, fruktosa, galaktosa dan maltosa, mempunyai daya tahan dalam lingkungan di kadar alkohol yang relatif tinggi, serta tahan terhadap mikroba lain (Anugrah, dkk, 2013).

Berdasarkan penjelasan diatas penulis melihat perkembangan jamur dengan menggunakan mikroskop digital perbesaran 1000x untuk mempermudah menganalisis penyebab naik turunnya kadar etanol.



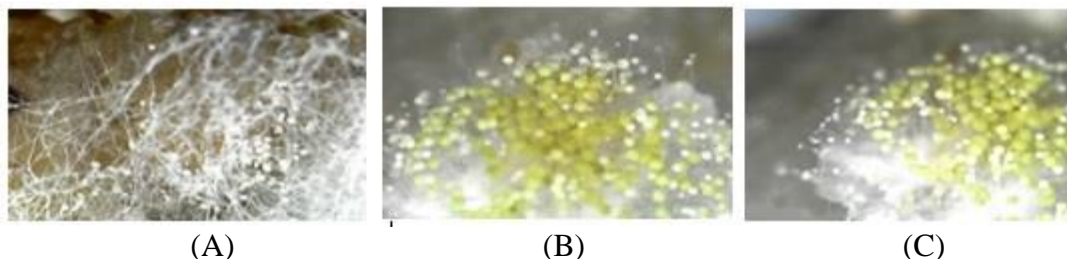
Gambar 7. Perkembangan jamur waktu fermentasi 96 jam pada (A) Beras Ketan Hitam ragi 5 gram, (B) Beras Ketan Hitam ragi 10 gram dan (C) Beras Ketan Hitam ragi 15 gram

Gambar 7 menunjukkan perkembangan jamur Pada beras ketan hitam dengan waktu fermentasi 96 jam. Pada Gambar 7(A) dengan penambahan massa ragi 5 gram, terlihat perkembangan jamurnya secara visual yaitu dalam kategori sedikit sehingga menghasilkan kadar etanol sebesar 3,5%. Pada Gambar 4.6(B) dengan penambahan massa ragi 10 gram, terlihat perkembangan jamurnya secara visual yaitu dalam kategori sedang sehingga menghasilkan kadar etanol sebesar 13,0%. Pada Gambar 7(C) dengan penambahan massa ragi 15 gram, terlihat jumlah perkembangan jamurnya secara visual dalam kategori banyak sehingga menghasilkan kadar etanol sebesar 18,5%. Hal ini disebabkan oleh banyaknya ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*) yang ditambahkan sehingga mikroorganisme yang mengurai glukosa menjadi etanol pun semakin banyak.



Gambar 8. Perkembangan jamur waktu fermentasi 96 jam pada (A) Beras Ketan Putih ragi 5 gram, (B) Beras Ketan Putih ragi 10 gram dan (B) Beras Ketan Putih ragi 15 gram

Gambar 8 menunjukkan perkembangan jamur pada beras ketan putih dengan waktu fermentasi 96 jam. Dari Gambar 8(A) dengan penambahan massa ragi ragi 5 gram, terlihat perkembangan jamurnya secara visual yaitu dalam kategori banyak sehingga menghasilkan kadar etanol sebanyak 5%. Yang disebabkan oleh ketidakstabilannya atau penyesuaian mikroba pengurai karboidrat menjadi etanol, karna saat fermentasi selain terbentuk senyawa alkohol juga terbentuk senyawa-senyawa asam. Pada Gambar 8(B) dengan penambahan massa ragi 10 gram, terlihat perkembangan jamurnya secara visual yaitu dalam kategori sedikit sehingga menghasilkan kadar etanol sebanyak 2,5%. Pada Gambar 8(C) dengan penamahan massa ragi 15 gram, terlihat perkembangan jamurnya secara visual yaitu dalam kategori sedang sehingga menghasilkan kadar etanol sebesar 3,5%. Karna terbentuknya senyawa asam dapat disebabkan oleh adanya oksigen yang masuk kedalam proses fermentasi, sehingga metabolisme mikroba berlangsung secara aerob. Suasana aerob sebenarnya tidak diharapkan dalam proses pembentukan bioetanol, karena aerob adalah bakteri yang membutuhkan oksigen untuk hidup dan substrat berupa glukosa yang seharusnya dikonversi menjadi etanol akan dikonversi lebih lanjut menjadi senyawa asam terutama asam-asam organic (Arnata, dkk, 2013).



Gambar 9. Perkembangan jamur waktu fermentasi 96 jam pada (A) Singkong 5 gram, (B) Singkong 10 gram dan (C) Singkong 15 gram

Gambar 9 menunjukkan perkembangan jamur pada singkong dengan waktu fermentasi 96 jam. Pada Gambar 9(A) dengan penambahan massa ragi 5 gram, terlihat bahwa perkembangan jamurnya secara visual yaitu dalam kategori sedikit sehingga menghasilkan kadar etanol 3%. Hal ini disebabkan mikroba pelaksana fermentasi masih memasuki fase adaptasi. Setelah mengalami fase adaptasi, mikroba mulai membelah dengan kecepatan yang rendah karena baru mulai menyesuaikan diri (Fardias, 1998). Pada Gambar 9(B) dengan penambahan massa ragi 10 gram, terlihat perkembangan jamurnya secara visual yaitu dalam kategori banyak sehingga menghasilkan kadar etanol 6,5%. Pada Gambar 9(C) dengan penambahan massa ragi 15 gram, terlihat perkembangan jamurnya secara visual yaitu dalam kategori banyak sehingga menghasilkan kadar etanol 6,5%. Keadaan ini dikarenakan pada ragi yang berada dalam proses fermentasinya terbentuk senyawa asam yang disebabkan oleh adanya oksigen yang masuk ke dalam, sehingga metabolisme mikroorganisme berlangsung secara aerob dan pertumbuhan jamurnya tidak signifikan dan perkembangan jamurnya cenderung tetap.

Pada perkembangan jamur dengan waktu 96 jam fermentasi di atas dapat dilihat bahwa perkembangan jamurnya sangat berpengaruh dengan tinggi rendahnya etanol yang dihasilkan setelah proses fermentasi.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Dalam penelitian ini menghasilkan hasil kadar etanol dengan beras ketan hitam pada waktu fermentasi 96 jam dengan massa ragi 15 gram kadar etanolnya 92,29%, beras ketan putih pada waktu fermentasi 96 jam dengan massa ragi 5 gram pada beras ketan putih mendapatkan etanol sebesar 100% dan singkong dengan waktu fermentasi 96 jam dengan massa ragi 15 gram kadar etanolnya 98,10%.
- Etanol yang dihasilkan dalam penelitian ini sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2008. Mekanisme Persaingan Dalam Sel Ragi.

<http://www.ggause.com/gfg04.htm>. Diakses tanggal 26 februari 2018.

Anonim, 2014. Fungsi Zat Gizi Dan Sumbernya Dalam Bahan Makanan.

<http://www.fungsi-zat-gizi-dan-sumbernya-dalam-bahan-makanan-forum-positif-dari-dahlan-forum.html>. 19 Februari 2018.

- A. Ghanaim Fasya, dkk 2012. Lama Fermentasi Terhadap Kadar Tape Singkong (*Manihot utilissima Pohl*). 16 Februari 2018.
- Assegaf, F., 2009, Prospek Produksi Bioetanol Bonggol Pisang (*Musa Paradisiacal*) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatis. Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2012. *Rancangan Standar Nasional Indonesia*. Jakarta. 8 maret 2018.
- Bahan Pangan Indonesia, 2009. *Komposisi pangan beras putih, beras merah dan beras hitam*. 15 April 2018.
- Bobi Yanuar, 2011. Skripsi Uji Ekperimental Kadar Bioetanol Eceng Gondok Hasil Destilasi Dengan Variasi Waktu Fermentasi. 8 maret 2018.
- Cicik Herlina Yulianti, 2014. Uji Beda Kadar Alkohol Pada Tape Beras, Ketan Hitam dan Singkong. 16 Februari 2018.
- Dirayati, dkk, 2017. Pengaruh Jenis Singkong dan Ragi Terhadap Kadar Etanol Tape Singkong. 16 Februari 2018.
- Fardiaz. 1998. Mikrobiologi Pangan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 16 Maret 2018.
- Hafidatul Hasanah, dkk, 2012 Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Singkong (*Manihot utilissima Pohl*) 15 Februari 2018.
- Hambali, E., S. Mudjalipah, A. H. Tambunan, A. W. Pattiwiri dan R. Hendroko, 2008. Teknologi Bioenergi. Agro Media, Jakarta. 16 Februari 2018.
- Haryadi, H. 2013. Analisa Kadar Alkohol Hasil Fermentasi Ketan dengan Metode Kromatografi Gas dan Uji Aktifitas *Saccharomyces Cereviceae* Secara Mikroskopis. Universitas Diponegoro Semarang. Skripsi. 15 Februari 2018.
- Hasanah, H., 2008. Pengaruh Lama fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Ketan Hitam (*Oryza sativa L var forma glutinosa*) dan Tape Singkong (*Manihot utilissima Pohl*). 16 Februari 2018.
- Kiagus Ahmad Roni, 2015. Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Kulit Pisang Awak Dengan Cara Fermentasi Menggunakan Ragi Tape. 15 Februari 2018.
- Lawrence, W.C. (1991). *Classical mutagenesis technique*, dalam *Guide to yeast genetics and molecular biology*. *Meth Enzimology* 194: 273-281.
- Mira Amalia Hapsari, dkk, 2012. Pembuatan Bioetanol dari Singkong Karet (*Manihot glaziovii*) untuk Bahan Bakar Kompor Rumah Tangga Sebagai Upaya Mempercepat Konversi Minyak Tanah ke Bahan Bakar Nabati. 12 Desember 2018.
- N. Azizah, dkk, 2012. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol dari WHEY Dengan Subtitusi Kulit Nanas. 15 Februari 2018.
- Prihandana, Rama., 2008. Bioetanol ubi kayu bahan bakar masa depan. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Priyanto T., 2012. Beras Ketan & Sifat Fisika – Kimianya. <http://www.alatcetakrengginang.com/2012/02/beras-ketan-sifat-fisika-kimianya.html>. 26 februari 2018
- Rossy, 2013. Proposal analisis kandungan vitamin pada varietas ubi jalar berwarna merah kuning dan putih. 28 november 2018
- Sediaoetama Djaeni Achmad, 1989, *Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan profesi*, Jilid 1, Jakarta: Daian Rakyat.
- Senam Ph.D., 2009. Prospek Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Yang Terbarukan Dan Ramah Lingkungan. 15 Februari 2018.

- Simanjuntak, S.G., 2010. Tidak Perlu ke Jepang untuk Minum Sake. <http://wisata.kompasiana.com/jalan-jalan/2010/08/23/tidak-perlu-ke-jepanguntuk-minum-sake-lamandau-yang-eksotik-part-1-235681.html>. 15 Februari 2018.
- Soeharto, Imam., 2004. Penyakit Jantung Koroner dan Serangan Jantung. Jakarta Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Soejoeti, Tarwotjo., 2008. Dasar-dasar gizi kuliner. Jakarta, Grasindo.
- Sri Hari Yati, dkk 2017. Pengaruh Penggunaan Dosis dan Jenis Ragi Terhadap Kualitas Fermentasi Tape Ketan Hitam (*Oryza sativa var. Setail*). 16 Februari 2018.
- Steenis, Van. C. G., 1992. *Flora untuk sekolah di indonesia*, Jakarta: Paradya Paramitha.
- Susilawati, dkk, 2008. Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Ubi Kayu (*Manihot esculenta*) Berdasarkan Lokasi Penanaman dan Umur Panen Berbeda. 17 Februari 2018.
- Tuite, M.F. (1992). *Strategies for the genetic manipulation of Saccharomyces cerevisiae*. *Rev Biotech* 12: 157-188.
- Teja Dwi Sutanto, Agus Martono Hp., 2005. Studi Kandungan Etanol Dalam Tapai Hasil Fermentasi Beras Ketan Hitam Dan Putih. 16 Februari 2018.
- Yulianti, C. H. 2014. Uji Beda Kadar Alkohol pada Tape Beras, Ketan Hitam dan Singkong. *Jurnal teknika*. Vol. 6. No. 1. 12 Desember 2018.
- Yusfa Anugrah Baihaki, 2013. Pengaruh Variasi Peran Mikroorganisme dan Pelarut Dalam Produksi Etanol dari Nira Tebu (*Sachharum officinarum*) dengan Proses Fermentasi Ekstraktif. 26 Oktober 2018.
- Zainal Berlian, dkk 2016. Uji Kadar Alkohol Pada Tapai Ketan Putih Dan Singkong Melalui Fermentasi Dengan Dosis Ragi Yang Berbeda. 16 Februari 2018.