

PEMANFAATAN UMBI GANYONG (*CANNA EDULIS KERR*) MENJADI BIOETANOL DENGAN PROSES HIDROLISIS DAN FERMENTASI DETOKSIFIKASI

Murni Yuniwati, Fauzi Wahyu Niko Halpito, Taufiq

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
murni@akprind.ac.id

ABSTRACT

Ganyong (canna edulis kerr) is a tuber that was previously consumed by community, but it is not now. Because the ganyong have texture with hard fibrous, the ganyong is only used for animal feed now. The ganyong contain high starch. The high starch in the ganyong can be process with hydrolysis and fermentation process to produce bioethanol. The bioethanol can be used as alternative energy, thus the ganyong is resources for new renewable energy source. The bioethanol obtained, the first ganyong was processed to get starch. The starch was hydrolyzed by sulfuric acid catalyst to produce starch hydrolyzate. The starch hydrolyzate was then fermented by using saccharomyces cereviceae yeast. The focus of the research was done to obtain optimization of fermentation through detoxification process. The aim of the research was obtained optimization of fermentation process condition in order maximum ethanol yield. The variables of the research were the fermentation time and amount of yeast that was used in the fermentation process. The fermentation process used $\text{Ca}(\text{OH})_2$ as a the detoxification materials and it was compared with the fermentation process without detoxification. 100 grams of ganyong starch was hydrolyzed with 250 ml of 0.3 N sulfuric acid to produce starch hydrolyzate. The starch hydrolyzate was detoxified by addition of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ for the master base solution. After 24 hours, the samples were reactivated with addition of 0.3 N sulfuric acid until pH of 4-5. The samples were added yeast and then were added nutrient (NPK and Urea) with a certain amount. The fermentation was carried out with time varied, and then fermentation product were distilled to analysis. The results of the research showed the time optimization of fermentation condition was 5 days and the optimization of yeast fermentation condition with addition of 6 grams in to 80 ml of detoxified hydrolyzate with concentration of 7.5% wt/volume. The optimization condition of the fermentation process with and without detoxification, respectively the ethanol yield product were 35.3612% and 5,002%.

Keywords: bioethanol, ganyong, canna edulis kerr, fermentation, detoxification

INTISARI

Ganyong (*canna edulis kerr*) merupakan umbi yang dahulu dikonsumsi oleh masyarakat, namun karena tekstur ganyong yang sangat berserat, maka sekarang ganyong hanya dijadikan pakan ternak. Ganyong memiliki kadar pati yang cukup tinggi, hidrolisis dan fermentasi pati ganyong dapat menghasilkan bioetanol yang dapat dijadikan sumber energi alternatif Tahapan penelitian yang dilakukan adalah membuat pati ganyong, hidrolisis pati ganyong dengan katalisator asam sulfat dan fermentasi of hidrolisat pati ganyong menggunakan ragi *saccharomyces cereviceae*. Pengamatan dalam penelitian lebih difokuskan pada proses fermentasinya yang dilakukan dengan melalui tahapan proses detoksifikasi, untuk memperoleh kondisi proses fermentasi yang optimal supaya diperoleh hasil etanol maksimal. Variable yang dipelajari adalah waktu fermentasi dan jumlah ragi yang digunakan dalam proses fermentasi, adapun bahan untuk detoksifikasi digunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dan dibandingkan juga dengan proses fermentasi tanpa detoksifikasi. 100 gram pati ganyong dihidrolisis dengan 250ml asam sulfat 0,3 N. Larutan hasil hidrolisis didetoksifikasi dengan penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sampai larutan bersifat basa, setelah itu sampel didiamkan 24 jam. Setelah didiamkan 24 jam sampel diasamkan kembali dengan penambahan asam sulfat 0,3 N sampai pH 4-5 kemudian ditambahkan ragi yang jumlahnya divariasikan lalu ditambahkan nutrient (NPK & Urea) dengan jumlah tertentu. Fermentasi dilakukan selama waktu yang divariasikan. Hasil fermentasi didistilasi hingga suhu 100°C untuk keperluan analisis kualitatif maupun kuantitatif etanol yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan kondisi fermentasi yang terbaik adalah dengan waktu 5 hari dan penambahan ragi 6 gr ke dalam 80 ml hidrolisat terdetoksifikasi (7,5 % berat/volume). Dengan kondisi optimal tersebut diperoleh persentase hasil etanol adalah 35,3612%. Proses fermentasi tanpa detoksifikasi dengan kondisi yang sama diperoleh persentase hasil sebesar 5,002%.

Kata Kunci: bioetanol, umbi ganyong, fermentasi, detoksifikasi

PENDAHULUAN

Ketersediaan energi adalah syarat mutlak khususnya dalam pelaksanaan 32 Yuniwati, Pemanfaatan Umbi Gayong (*Canna Edulis Kerr*) Menjadi Biotenol Dengan proses Horolis dan Fermentasi Detoksifikasi

pembangunan nasional baik pada saat ini maupun pada masa yang akan datang, dalam menjamin pemenuhan pasokan energi

yang merupakan tantangan utama bagi bangsa Indonesia. Kebutuhan energi saat ini pada umumnya didominasi oleh energi fosil yaitu minyak bumi, gas bumi dan batubara. Cadangan energi fosil tidak akan kekal karena persediaan energi fosil lama-lama juga akan habis jika di eksploitasi berlebihan. Oleh karena itu, harus dilakukan antisipasi dengan berbagai upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil tersebut. Energi fosil saat ini harus segera digantikan dengan energi alternatif yang bersifat terbarukan dan ramah lingkungan, mengingat cadangan sumber energi fosil tersebut semakin menipis.

Bioetanol digunakan sebagai bahan bakar murni atau dicampur dengan premium dalam konsentrasi yang bervariasi. Alasan bioetanol digunakan sebagai bahan bakar selain karena sifatnya yang dapat menggantikan premium adalah bioetanol memiliki kelebihan. Kelebihan bioetanol dibandingkan dengan premium yang selama ini kita gunakan adalah ramah lingkungan dan dapat diperbaharui. Hal ini sangat menguntungkan bagi lingkungan hidup dan kelangsungan hidup manusia. Selain itu penggunaan bioetanol sebagai bahan aditif pada premium dapat menghemat penggunaan premium itu sendiri. *Gasohol* adalah pengganti premium merupakan campuran antara bioetanol (>99%) dengan premium.

Indonesia sangat berpotensi untuk mengembangkan bioetanol dari bahan pati. Penggunaan bahan pati yang banyak terdapat dalam umbi-umbian pertanian yang melimpah di Indonesia sebagai bahan baku untuk memproduksi etanol dapat menurunkan biaya produksi dari segi harga bahan baku, dibandingkan penggunaan gula dan jagung sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

Produksi bioetanol dari bahan pati bukan tanpa kendala. Kendala pertama yang dihadapi adalah bagaimana mengubah pati menjadi gula sederhana yang siap untuk difermentasi. Masalah ini dapat diatasi dengan melakukan hidrolisis pati pada suhu dan waktu tertentu. Kendala kedua adalah pada bahan baku kami yaitu umbi ganyong, umbi ganyong sekarang susah didapatkan karena umbi-umbian jenis ini sekarang jarang untuk dikonsumsi masyarakat karena sulit didapatkan dan teksturnya berserat. Tumbuhan umbi ganyong pada saat ini hanya dapat ditemukan di pelosok desa seperti turi sleman dan gunungkidul. Pada penelitian-penelitian sebelumnya sudah

banyak pembuatan bioetanol dari bahan pati umbi-umbian, tetapi metode yang digunakan biasanya fermentasi tanpa detoksifikasi. Kami peneliti mencoba membandingkan hasil bioetanol dari bahan pati umbi ganyong dengan metode fermentasi detoksifikasi dan fermentasi tanpa detoksifikasi.

Umbi Ganyong

Tanaman ganyong, merupakan tanaman yang memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Divisio	: Spermatophyta
Sub divisio	: Angiospermae
Classis	: Monocotyledoneae
Ordo	: Zingiberales
Familia	: Cannaceae
Genus	: <i>Canna</i>
Spesies	: <i>Canna edulis</i> Ker



Gambar 1. (a) Tanaman dan (b) umbi ganyong

Tanaman ganyong bersifat merumpun dan menahun, berbatang basah (herbaceous) dengan tinggi 0,9 m 1,8 m dan berbentuk bulat agak pipih yang merupakan kumpulan pelepah daun (batang semu). Daunnya lebar berwarna hijau atau kemerah-merahan dengan tulang daun menebal dan letaknya berselang seling. Bunga ganyong termasuk bunga sempurna yang tumbuh dari ujung batang dan berbentuk seperti terompet, berwarna merah dan kuning di bagian pangkal. Buahnya berbentuk bulat kecil, tiap buah berisi 3-9 biji yang masih muda berwarna hijau, sedangkan yang tua (matang) berwarna hitam mengkilap. Akar tanaman ganyong membesar berbentuk bonggol yang disebut umbi. Umbi ganyong berwarna putih dan merah kekuning-kuningan dan tidak beraturan. (Subandi, 2003).

Karbohidrat

Menurut Warsito (1996), karbohidrat sering disebut sakarida merupakan senyawa yang dapat didefinisikan sebagai polihidroksi aldehyd atau keton yang mempunyai rumus empiris $(CH_2O)_n$, karbohidrat tersebar luas ke beberapa jaringan tumbuh-tumbuhan maupun binatang. Pada tumbuhan karbohidrat maupun fotosintesis misalnya amilum yang terdapat dalam sel-sel tumbuhan dan selulosa sebagai kerangka tumbuhan karbohidrat dibagi menjadi empat golongan besar, yaitu:

- a. Monosakarida, sering disebut gula sederhana: merupakan karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisa dalam bentuk yang lebih sederhana tanpa kehilangan 4 golongan contoh: glukosa dan fruktosa.
- b. Disakarida adalah karbohidrat yang apabila dihidrolisa dihasilkan 2 molekul yang sama atau berbeda dari monosakarida. Contoh: maltosa, sukrosa, laktosa.
- c. Oligosakarida adalah karbohidrat yang apabila dihidrolisa menghasilkan 3 sampai 10 unit monosakarida. Contoh: Trisakarida.
- d. Polisakarida adalah karbohidrat yang apabila dihidrolisis menghasilkan lebih dari 10 molekul monosakarida. Contoh: amilum, glikogen, selulosa, inulin, pentosan, kitin, dan pektin.

Disamping sebagai sumber utama biokalori dalam bahan makanan, beberapa jenis karbohidrat dan turunannya (derivatnya) memegang peranan penting dalam teknologi makanan misalnya gum (arabic, karoya, guar) sebagai bahan pengental atau CMC (Carboxy methy cellulose) sebagai bahan penstabil dan masih banyak lagi sehingga bahan pemanis (sukrosa, fruktosa, glukosa) (Sudarmaji, dkk, 1989).

Bioetanol

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan bahan baku hayati. Etanol adalah ethyl alkohol (C_2H_5OH) yang dapat dibuat dengan cara sintesis ethylen atau dengan fermentasi glukosa. Etanol diproduksi melalui hidrasi katalitik dari etilen atau melalui proses fermentasi gula menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Beberapa bakteri seperti *Zymomonas mobilis* juga diketahui memiliki kemampuan untuk melakukan fermentasi dalam memproduksi etanol. (Prastowo, 2007)

Etanol adalah senyawa organik yang terdiri dari karbon, hidrogen, dan oksigen, sehingga dapat dilihat sebagai derivat senyawa hidrokarbon yang mempunyai gugus hidroksil dengan rumus C_2H_5OH . Etanol merupakan zat cair, tidak berwarna, berbau spesifik, mudah terbakar dan menguap, dapat bercampur dengan air dengan segala perbandingan.

a. Sifat-sifat fisis etanol

- Rumus molekul : C_2H_5OH
- Berat molekul : 46,07 gr/mol
- Titik didih : $78,4^\circ C$
- Titikbeku : $-112^\circ C$
- Bentuk dan warna: cair tak berwarna

Penggunaan bioetanol di antaranya adalah sebagai bahan baku industri, minuman, farmasi, kosmetika, dan bahan bakar. Keuntungan penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar alternative pengganti minyak bumi adalah tidak memberikan tambahan netto karbondioksida pada lingkungan, karena CO_2 yang dihasilkan dari pembakaran etanol diserap kembali oleh tumbuhan dan dengan bantuan sinar matahari CO_2 digunakan dalam proses fotosintesis. Di samping itu, bahan bakar bioetanol memiliki nilai oktan tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan peningkat oktan (octane enhancer) menggantikan senyawa eter dan logam berat, seperti Pb sebagai anti-knocking agent yang memiliki dampak buruk terhadap lingkungan. Dengan nilai oktan yang tinggi, maka proses pembakaran menjadi lebih sempurna dan emisi gas buang hasil pembakaran dalam mesin kendaraan bermotor lebih baik. Bioetanol bisa digunakan dalam bentuk murni atau sebagai campuran bahan bakar gasoline (bensin). Dibanding bensin, etanol lebih baik karena memiliki angka research octane 108,6 dan motor octane 89,7, angka tersebut melampaui nilai maksimum yang mungkin dicapai oleh gasolin, yaitu research octane 88. (Perry, 1999). Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan bahan baku hayati. Etanol adalah ethyl alkohol (C_2H_5OH) yang dapat dibuat dengan cara sintesis *ethylen* atau dengan fermentasi glukosa. Etanol diproduksi melalui hidrasi katalitik dari *etilen* atau melalui proses fermentasi gula menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Beberapa bakteri seperti *Zymomonas mobilis* juga diketahui memiliki kemampuan untuk melakukan fermentasi

dalam memproduksi etanol. (Prastowo, 2007)

Hidrolisis

Hidrolisis asam adalah hidrolisis yang menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida menjadi (pati) menjadi glukosa. Hidrolisis asam biasanya menggunakan asam klorida (HCl) atau asam sulfat (H₂SO₄). Asam klorida bersifat sebagai katalisator pemecah karbohidrat menjadi gula, dan pada saat fermentasi akan diuraikan dengan menggunakan *Sacharomyces cerevisiae* (ragi) menjadi alkohol.

Reaksi hidrolisa menjadi glukosa sebagai berikut:



Faktor-faktor yang berpengaruh pada hidrolisis pati antara lain:

➤ Suhu

Dari kinetika reaksi, semakin tinggi suhu reaksi makin cepat pula jalannya reaksi. Tetapi apabila proses berlangsung pada suhu yang tinggi, konversi akan menurun. Hal ini disebabkan adanya glukosa yang pecah menjadi arang.

➤ Waktu

Semakin lama waktu hidrolisis, konversi yang dicapai semakin besar dan pada batas waktu tertentu akan diperoleh konversi yang relatif baik dan apabila waktu tersebut diperpanjang, pertambahan konversi kecil sekali.

Pencampuran pereaksi

Karena pati tidak larut dalam air, maka pengadukan perlu diadakan agar persentuhan butir-butir pati dan air dapat berlangsung dengan baik.

➤ Konsentrasi katalisator

Penambahan katalisator bertujuan memperbesar kecepatan reaksi. Jadi semakin banyak jumlah katalisator yang dipakai makin cepat reaksi hidrolisis. Dalam waktu tertentu pati yang berubah menjadi glukosa juga meningkat.

Kadar suspensi pati. Perbandingan antara air dan pati yang tepat akan membuat reaksi hidrolisis berjalan cepat. (Groggins, 1992)

Detoksifikasi

Proses detoksifikasi merupakan usaha yang dilakukan untuk menekan dan mengurangi terbentuknya senyawa inhibitor, dilakukan dengan penambahan katalis atau senyawa lain dengan perlakuan tertentu pada hidrolisat asam sebelum digunakan

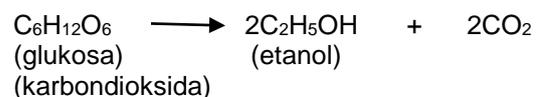
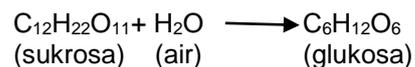
sebagai substrat fermentasi. Proses detoksifikasi dilakukan untuk meningkatkan kemampuan fermentasi dengan mengkonversikan derivative furan menjadi senyawa lain, dan mengurangi senyawa-senyawa bersifat toksik. Metode detoksifikasi hidrolisat dapat dilakukan secara biologis, fisik, dan kimiawi.

Detoksifikasi secara kimiawi dengan menambahkan senyawa alkali merupakan perlakuan yang umum dikerjakan untuk menangani masalah hidrolisat asam. Senyawa alkali yang ditambahkan (misalnya Ca(OH)₂, NaOH, dan KOH) dengan meningkatkan pH hidrolisat. (Susmiati, 2011).

Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin *fervere* yang artinya mendidihkan. Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel pada keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik. Fermentasi aerobik adalah fermentasi yang memerlukan oksigen (Fardiaz, 1992).

Berikut ini merupakan reaksi sukrosa oleh ragi (yeast) *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan etanol. (Fessenden and Fessenden, 1982)



Pembuatan etanol dengan menggunakan ragi ini hanya bisa dilakukan secara langsung pada bahan yang mengandung gula. Hal ini disebabkan karena ragi *Saccharomyces cerevisiae* tidak dapat menghasilkan enzim *amilase*.

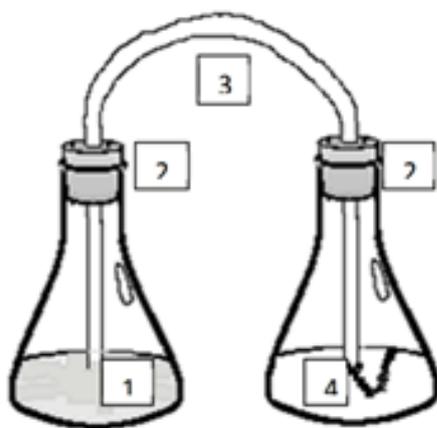
METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

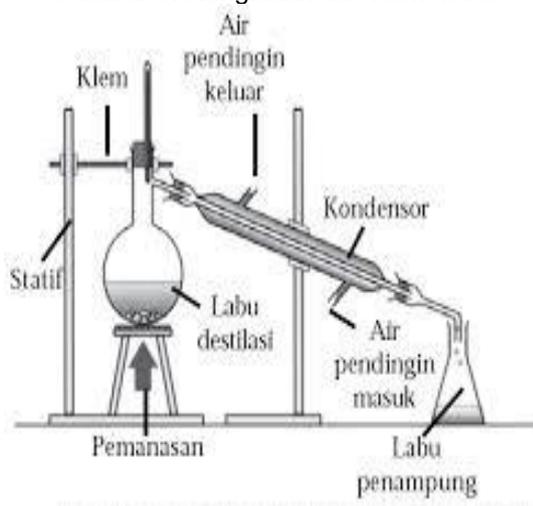
Alat yang digunakan yaitu rangkaian alat hidrolisis, rangkaian alat fermentasi, rangkaian alat distilasi. dan alat penunjang lainnya.



Gambar 2. Rangkaian alat hidrolisis



Gambar 3. Rangkaian alat fermentasi



Gambar 4. Skema rangkaian alat distilais

36 Putra, Perancangan Simulasi Pergerakan *Automatic Ceiling Suspension* untuk Alat Rontgen Stasioner.

Bahan yang digunakan umbi ganyong, ragi roti, urea, NPK, *Aquadest*, kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dan asam sulfat (H_2SO_4)

Cara Penelitian

Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

1. Preparasi Bahan

Bahan yang perlu dipersiapkan adalah umbi ganyong (*canna Edulis Ker.*) yang telah dikupas dan dibersihkan terlebih dahulu. Selanjutnya umbi ganyong diparut sampai halus dimasukkan dalam wadah dan ditambahkan air dengan perbandingan 1:1 (b/v). Kemudian bahan disaring dengan kain saring, lalu bahan diendapkan selama 24 jam. Setelah pati mengendap dibuang airnya, kemudian dijemur dan pati umbi ganyong dikeringkan di bawah sinar matahari.

2. Pembuatan bioetanol

a. Tahap Hidrolisis :

Diambil 100 gram pati umbi ganyong ditambahkan 50 ml *Aquades* dan 200 ml Asam Sulfat 0,3 N dimasukkan kedalam labu leher tiga, diaduk dengan pengaduk merkuri dan dipanaskan pada suhu 70°C selama 90 menit.

b. Tahap Detoksifikasi

Hidrolisat hasil hidrolisis dijadikan 8 sampel yang masing masing didetoksifikasi dengan menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang ditambahkan hingga pH mencapai 8-12 kemudian ditambahkan air hingga volume 80 ml didiamkan selama 24 jam, kemudian hidrolisat disaring dengan kertas saring dan filtratnya siap difermentasi.

c. Tahap Fermentasi

Masing masing sampel dimasukkan ke dalam labu angsa kemudian ditambah nutrisi berupa NPK dan Urea serta ragi roti (*Saccharomyces cereviceae*) yang jumlahnya divariasikan. Erlenmeyer untuk proses fermentasi ditutup rapat dengan gabus karena fermentasi dilakukan dengan kondisi anaerob dengan variasi waktu tertentu.

d. Tahap Distilasi

Sampel hasil dari fermentasi kemudian didistilasi hingga mencapai suhu 100°C untuk keperluan analisis hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan untuk mengetahui waktu fermentasi serta jumlah ragi yang

optimal agar diperoleh persentase hasil etanol yang maksimal.

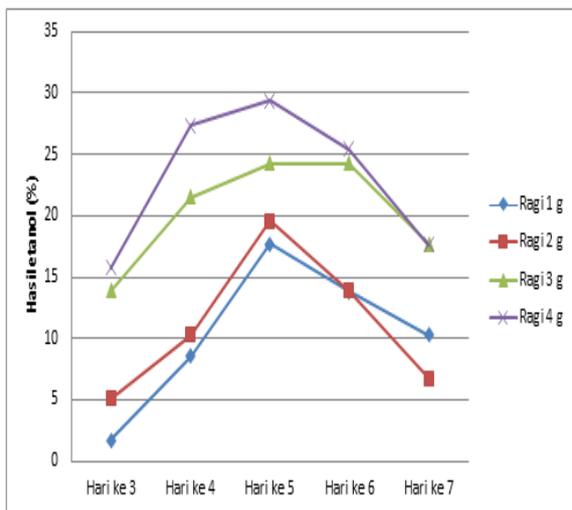
1. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Persentase Hasil Bioetanol

Untuk mengetahui waktu yang optimal, dilakukan fermentasi pada berbagai waktu, dan diamati untuk beberapa variasi jumlah ragi, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan antara waktu fermentasi dengan Persentase hasil etanol (%) pada berbagai jumlah ragi dengan volume larutan 80ml

Presentase hasil etanol (%)					
Waktu (hari) \ Jumlah ragi (gram)	3	4	5	6	7
1	1,68	8,525	17,66	13,84	10,28
2	5,06	10,28	19,59	13,91	6,78
3	13,91	21,52	24,24	24,24	17,66
4	15,75	27,39	29,34	25,43	17,66

Dari tabel 1, dapat disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan jumlah ragi dengan prosentase hasil pada berbagai waktu.

Berdasarkan Tabel 1. dan Gambar 5. dapat dilihat bahwa pada berbagai jumlah ragi, persentase hasil meningkat hingga hari ke 5 setelah itu menurun. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka semakin besar kesempatan bakteri untuk menguraikan glukosa menjadi etanol sehingga semakin banyak etanol yang dihasilkan hingga hari ke

5, namun pada hari ke 6 hingga hari ke 7 persentase hasil yang diperoleh semakin menurun karena ragi tidak mampu lagi untuk menguraikan glukosa menjadi etanol, hal ini disebabkan antara lain berkurangnya nutrisi yang tersedia pada sampel tersebut dan terjadinya reaksi lanjut menjadi asam. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa waktu paling optimal untuk proses fermentasi yaitu 5 hari.

2. Pengaruh Jumlah Ragi terhadap Persentase Hasil Bioetanol.

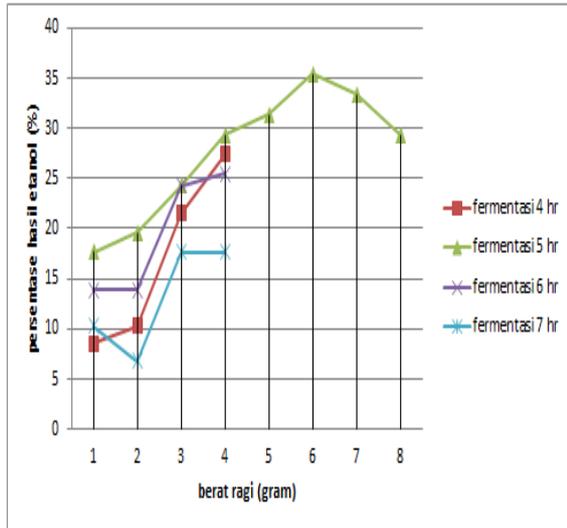
Pengaruh jumlah ragi *saccharomyces cerevisiae* yang ditambahkan terhadap persentase hasil etanol sebagian sudah dapat dilihat pada table 1 dan gambar 6, hingga penambahan 4 gr masih menunjukkan kenaikan prosentase hasil etanol, maka untuk mengetahui jumlah ragi yang optimal, penelitian dilanjutkan dengan penambahan jumlah ragi dengan menggunakan waktu optimal 5 hari, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan antara jumlah ragi dengan Persentase hasil etanol dengan waktu fermentasi 5 hari dan volume larutan 80 ml.

Jumlah ragi (gram)	Densitas	Kadar etanol	Prosentase hasil (%)
1	0,9857	5,6012	17,6678
2	0,9847	6,2187	19,5959
3	0,9827	7,7088	24,2424
4	0,9797	9,3603	29,3461
5	0,9787	10,0000	31,3200
6	0,9767	11,3133	35,3612
7	0,9777	10,6578	33,3461
8	0,7974	9,36025	29,3462

Dari tabel 1 dan table 2, dapat disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada gambar 2.

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin besar jumlah ragi maka semakin besar persentase hasil hingga penambahan ragi 6 gram, setelah itu persentase hasil akan menurun dengan bertambahnya jumlah ragi.



Gambar 6. Hubungan antara jumlah ragi dengan Persentase hasil etanol pada berbagai waktu.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak ragi *saccharomyces cerevisiae* yang ditambahkan, maka bakteri yang mengurai glukosa menjadi etanol pun semakin banyak. Namun, pada penggunaan ragi 7 dan 8 gram persentase hasil yang diperoleh semakin menurun. Hal ini disebabkan terlalu banyaknya jumlah ragi yang ditambahkan dalam substrat menyebabkan terjadi persaingan hidup *saccharomyces cerevisiae* yang ketat sehingga metabolisme glukosa menjadi alkohol kurang optimal karena banyaknya ragi yang mati. Jadi, pada kondisi tersebut terjadi kanibalisme sehingga jumlah *saccharomyces cerevisiae* yang hidup semakin sedikit dan aktivitas ragi untuk mengkonversi glukosa menjadi etanol semakin berkurang.

3. Efektifitas proses detoksifikasi

Efektifitas proses detoksifikasi dilakukan penelitian dengan kondisi optimal yaitu dengan jumlah ragi *saccharomyces cerevisiae* 6 gram dan waktu fermentasi 5 hari tetapi tanpa proses detoksifikasi diperoleh persentase hasil hanya sebesar 5,002%, hal ini menunjukkan bahwa proses detoksifikasi cukup efektif untuk meningkatkan persentase hasil pada proses fermentasi umbi ganyong.

Dalam hal ini juga dilakukan pengamatan terhadap fermentasi dengan detoksifikasi menggunakan larutan NaOH, dengan kondisi yang sama diperoleh persentase hasil etanol sebesar 5,72%. Hal ini menunjukkan bahwa untuk memperoleh

hasil yang maksimal pada proses fermentasi dalam pembuatan etanol dari pati ganyong perlu dipilih jenis bahan detoksifikasi yang tepat untuk reaksi tersebut. Penelitian lanjut perlu dilakukan untuk jenis bahan detoksifikasi yang mungkin lebih baik dari $\text{Ca}(\text{OH})_2$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan kajian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Umbi ganyong dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan bioetanol dengan proses hidrolisis, dilanjutkan dengan detoksifikasi dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ serta fermentasi dengan ragi *Saccharomyces cerevisiae*.
2. Waktu fermentasi dan jumlah ragi *saccharomyces cerevisiae* berpengaruh terhadap persentase hasil etanol. Semakin lama waktu fermentasi dan semakin banyak jumlah ragi yang ditambahkan maka persentase hasil etanol yang didapatkan semakin banyak, akan tetapi setelah tercapai kondisi optimum persentase hasil cenderung menurun.
3. Kondisi fermentasi yang terbaik adalah dengan waktu 5 hari dan penambahan ragi 6 gr ke dalam 80 ml hidrolisat terdetoksifikasi (7,5 % berat/volume).
4. Dengan menggunakan metode fermentasi detoksifikasi dengan jumlah ragi *saccharomyces cerevisiae* 6 gram dan waktu fermentasi 5 hari, diperoleh persentase hasil etanol sebesar 35,3612%.
5. Dengan metode tanpa detoksifikasi, pada kondisi yang sama (menggunakan jumlah ragi *saccharomyces cerevisiae* 6 gram dan waktu fermentasi 5) diperoleh persentase hasil sebesar 5,002%.

Saran

1. Dilakukan penelitian lanjut untuk menentukan kondisi operasi yang optimal untuk memperoleh persentase hasil etanol yang maksimal, terutama pada proses hidrolisis dan detoksifikasi.
2. Dilakukan penelitian untuk pemanfaatan sumber daya alam yang tak termanfaatkan, menjadi bioethanol.

DAFTAR PUSTAKA

- Groggins, P.H., 1992, Unit Process In Organic Synthesis, Mc Graw Hill Book Company: New York.
- Perry,R.H., 1999, Perry's Chemical Engineering Handbooks, Me, Graw Hill: New York.
- Prastowo, B., 2007, *Potensi Sektor Pertanian Sebagai Hasil dan Pengguna Energi Terbarukan*. Perspektif Vol. 6 No. 2 / Desember 2007. Hal 84 – 92.
- Prescott, S. G and C. G. Said., 1959, *Industrial Microbiology*. ed 3, McGraw-Hill Book Company: New York. (Halaman 20)
- Steenis V., 1981, *Flora Untuk Sekolah di Indonesia*, PT Pradnya Paramitha: Jakarta.
- Susmiyati, Y., 2011, Detoksifikasi Hidrolisat Asam dari Ubi Kayu untuk Produksi Bioetanol. *Agrointek* Vol 5 No 1. (halaman 9)
- Subandi, 2003, *Memfaatkan Lahan Marginal dengan Tanaman Ganyong*, PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, Surakarta.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi, 1989, *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan*, Liberty: Yogyakarta.
- Susmiyati, Y., 2011, Detoksifikasi Hidrolisat Asam dari Ubi Kayu untuk Produksi Bioetanol. *Agrointek* Vol 5 No 1.
- Warsito, A., 1996. *Biokimia*, Surakarta, Universitas Muhammadiyah Surakarta.