

UTILIZATION OF CASSAVA AS SUBSTITUTION FOR KEROSENE

PEMANFAATAN UBI KAYU SEBAGAI PENGGANTI MINYAK TANAH

Harie Satiyadi Jaya

Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Palangka Raya
Jl. Yos Sudarso Tunjung Nyaho Palangka Raya 73112

email: haryakademik@gmail.com

ABSTRACT

Ethanol or ethyl alcohol C_2H_5OH , is a colorless liquid, insoluble in water, ether, acetone, benzene, and all organic solvents, and has a distinctive odor of alcohol. One of the most famous manufacture of ethanol is fermentation. Bioethanol can be obtained by means of fermenting cassava. This study was conducted to obtain bioethanol from cassava by fermentation using yeast tape. Variable used in this study is the ratio of yeast (80 g, 90 g, 100 g), the addition of nutrients NPK (10 g, 15 g, 20 g), and fermentation duration (10 days, 14 days, 18 days). In this study, the results showed that the addition of variable 90 gr yeast obtained the highest results of 5,33% v/v, for variable nutrient addition of 20 g of NPK obtained highest result of 4,98% v/v, while for variable fermentation duration obtained the highest yield in fermentation time of 14 days is 4,14% v/v dengan persentase error rata-rata untuk variabel ragi adalah 96,33%, untuk variabel nutrisi adalah 96,66%, dan untuk variabel lama fermentasi adalah 97,24%, pada substrat fermentasi menggunakan singkong dengan kadar pati 21,6%.

Keywords: Bioethanol, fermented yeast, fermentation, yield and percent error

ABSTRAK

Ethanol atau etil alkohol C_2H_5OH , merupakan cairan yang tidak berwarna, larut dalam air, eter, aseton, benzene, dan semua pelarut organik, serta memiliki bau khas alkohol. Salah satu pembuatan ethanol yang paling t

erkenal adalah fermentasi. Bioethanol dapat diperoleh salah satunya dengan cara memfermentasi singkong. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan bioethanol dari singkong secara fermentasi menggunakan ragi tape. Pada penelitian ini variabel yang digunakan adalah rasio ragi (80 gr, 90 gr, 100 gr), penambahan nutrisi NPK (10 gr, 15 gr, 20 gr), dan lama fermentasi (10 hari, 14 hari, 18 hari). Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa pada variabel ragi penambahan ragi 90 gr diperoleh hasil yang paling tinggi yaitu 5,33% v/v, untuk variabel nutrisi penambahan NPK 20 gr diperoleh hasil paling tinggi yaitu 4,98% v/v, sedangkan untuk variabel lama fermentasi diperoleh hasil tertinggi pada lama fermentasi 14 hari yaitu 4,14% v/v. dengan persentase error rata-rata untuk variabel ragi adalah 96,33%, untuk variabel nutrisi adalah 96,66%, dan untuk variabel lama fermentasi adalah 97,24%, pada fermentasi ini menggunakan substrat singkong dengan kadar pati 21,6%.

Kata-kata kunci: Bioethanol, ragi tapai, fermentasi, *yield* dan persentase error

PENDAHULUAN

Salah satu energi alternatif yang menjanjikan adalah bioetanol. Bioethanol adalah ethanol yang bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi. Ethanol atau ethyl alkohol C_2H_5OH berupa cairan bening tak berwarna, terurai secara biologis (*biodegradable*), toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yg besar bila bocor. Ethanol yg terbakar menghasilkan karbondioksida (CO_2) dan air. Ethanol adalah bahan bakar beroktan tinggi dan dapat menggantikan timbal sebagai peningkat nilai oktan dalam bensin. Dengan mencampur ethanol dengan bensin, akan mengoksidasi campuran bahan bakar sehingga dapat terbakar lebih sempurna dan mengurangi emisi gas

buang (seperti karbonmonoksida) Bioethanol dapat dibuat dari singkong. Singkong (*Manihot utilissima*) sering juga disebut sebagai ubi kayu atau ketela pohon, merupakan tanaman yang sangat populer di seluruh dunia, khususnya di negara-negara tropis. Di Indonesia, singkong memiliki arti ekonomi terpenting dibandingkan dengan jenis umbi-umbian yang lain Selain itu kandungan pati dalam singkong yang tinggi sekitar 25-30% sangat cocok untuk pembuatan energi alternatif. Dengan demikian, singkong adalah jenis umbi-umbian daerah tropis yang merupakan sumber energi paling murah sedunia. Potensi singkong di Indonesia cukup besar maka dipilihlah singkong sebagai bahan baku utama.

Tabel 1. Nilai kalori

No.	Jenis Tanaman	Nilai Kalori
1.	Singkong	250 x 10 ³
2.	Jagung	200 x 10 ³
3.	Beras	176 x 10 ³
4.	Sorgum	114 x 10 ³
5.	Gandum	110 x 10 ³

Tabel 2. Kandungan Etanol

No.	Jenis Tanaman	Hasil	Etanol
1.	Jagung	1-6	400-2.500
2.	Singkong	10-50	2.000-7.000
3.	Tebu	40-120	3.000-8.500
4.	Ubi jalar	10-40	1.200-5.000
5.	Sorgum	3-12	1.500-5.000
6.	Sorgum manis	20-60	2.000-6.000
7.	Kentang	10-35	1.000-4.500
8.	Bit	20-100	3.000-8.000

Melihat potensi tersebut peneliti melakukan percobaan pembuatan bioethanol dari singkong secara fermentasi menggunakan ragi tape. Digunakan ragi tape karena ragi tape sangat komersil dan mudah didapat. Jasad renik yang terisolasi oleh para ilmuwan dari berbagai ragi tape merek-merek dari tempat-tempat yang berbeda dan pasar-pasar di Indonesia adalah suatu kombinasi *Amylomyces rouxii*, *Rhizopus oryzae*, *Endomycopsis burtonii*, *Mucor sp.*, *Candida utilis*, *Saccharomycopsis fibuligera*, *Sacharomyces cerevisiae*, dan beberapa bakteri: *Pediococcus sp.*, *Baktil sp* (Gandjar et. al., 1983; Gandjar & Evrard, 2002; Ko, 1972; Ko 1977; Ko 1986; Saono et. al., 1974; Saono et. al., 1982; Basuki 1985; Steinkraus, 1996). Peneliti-peneliti di dalam Negara Pilipina, Malaysia, Thailand, Vietnam menemukan juga jenis yang berasal dari pribumi sama dari jasad renik di dalam inokulum mereka. Adonan di dalam ragi tape bersifat *amylolytic* kuat dan menurunkan pangkat sebagian besar karbohidrat dari beras atau beras diuraikan ke dalam gula-gula yang sederhana yang lalu yang diuraikan lebih lanjut oleh ragi-ragi hingga mengandung alkohol

Tujuan penelitian ini untuk mencari *yield* bioetanol dari singkong secara fermentasi menggunakan ragi tape untuk mengetahui kondisi optimum dari masing-masing variabel yang ada serta

membandingkan *yield* praktis dengan *yield* teoritis skala industri.

Mengenal Singkong

Singkong merupakan tanaman pangan dan perdagangan (*cash crop*). Sebagai tanaman perdagangan, singkong menghasilkan *starch*, gapek, tepung singkong, etanol, gula cair, sorbitol, MSG, tepung aromatik, dan *pellet*. Sebagai tanaman pangan, singkong merupakan sumber karbohidrat bagi sekitar 500 juta manusia di dunia. Singkong merupakan penghasil kalori terbesar dibandingkan dengan tanaman lain perharinya.

Tabel 2 menunjukkan bahwa tebu sebagai tanaman penghasil etanol dengan produktifitas tertinggi dan disusul oleh singkong. Bit tidak dipertimbangkan karena tidak dapat berproduksi optimal di Indonesia sehingga tidak ekonomis. Keunggulan singkong dibanding tebu adalah masa panen singkong relatif lebih singkat dan biaya produksi lebih murah.

Singkong masuk dalam kelas *Dicotyledoneae* dan famili *Euphorbiaceae*. Klasifikasi tanaman singkong sebagai berikut:

Kelas : *Dicotyledoneae*

Sub Kelas	: <i>Archichlamydeae</i>
Ordo	: <i>Euphorbiales</i>
Famili	: <i>Euphorbiaceae</i>
Sub Famili	: <i>Manihotae</i>
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>Manihot esculenta</i>

Brazil merupakan pusat asal sekaligus pusat keragaman singkong. Singkong tumbuh di daerah dengan suhu rata-rata lebih dari 18°C dengan curah hujan di atas 500 mm/tahun. Produktifitas singkong di tingkat petani adalah 14,3- 18,8 ton/ha, walaupun data dari pusat penelitian melaporkan bahwa produktifitasnya bisa mencapai 30-40 ton/ha.

Singkong sebagai bahan *Fuel Grade Ethanol* (FGE) disarankan varietas yang memiliki sifat sebagai berikut: berkadar pati tinggi, potensi hasil tinggi, tahan cekaman biotik dan abiotik, dan fleksibel dalam usaha tani dan umur panen.

Masalah Energi di Indonesia

Permasalahan energi di Indonesia sama seperti yang dihadapi dunia. Jika tidak ada penemuan ladang minyak dan kegiatan eksplorasi baru, cadangan minyak di Indonesia diperkirakan hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan selama 18 tahun mendatang. Sementara itu, cadangan gas cukup untuk 60 tahun dan batu bara sekitar 150 tahun. Kapasitas produksi minyak Indonesia mengalami penurunan jika dibandingkan dengan dekade 1970-an yang masih sekitar 1,3 juta barel per hari. Kini, kapasitas produksi minyak Indonesia hanya 1,070 juta barel per hari.

Disamping karena lapangan yang sudah tua, penurunan kapasitas produksi minyak mentah Indonesia juga karena penemuan cadangan minyak baru yang terus menurun. Hal tersebut juga menyebabkan Indonesia menjadi negara pengimpor minyak mentah sampai sekarang. Setidaknya, ada tiga jalan keluar dari hal ini. *Pertama*, mencari ladang minyak baru; *kedua*, menggunakan energi secara efisien; dan *ketiga*, mengembangkan sumber energi terbarukan, seperti sinar matahari, panas bumi, air, angin, dan bahan bakar nabati (*biofuel*). Hal yang paling mungkin dilakukan sekarang adalah mengembangkan sumber energi terbarukan, contohnya bioetanol dari singkong.

Keunggulan Etanol Dibandingkan Bensin

Kontinuitas penggunaan bahan bakar fosil (*fossil fuel*) memunculkan dua ancaman serius: (1) faktor ekonomi, berupa jaminan ketersediaan bahan bakar fosil untuk beberapa dekade yang akan datang,

masalah suplai, harga, dan fluktuasinya; (2) polusi akibat emisi pembakaran bahan bakar fosil ke lingkungan. Polusi yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar fosil memiliki dampak langsung maupun tidak langsung kepada derajat kesehatan manusia. Polusi langsung bisa berupa gas-gas berbahaya, seperti CO, NOx, dan hidrokarbon yang tidak terbakar, serta unsur metalik seperti timbal (Pb). Sedangkan polusi tidak langsung mayoritas berupa ledakan jumlah molekul CO₂ yang berdampak pada pemanasan global (*Global Warming Potential*). Kesadaran terhadap ancaman serius tersebut telah mengintensifkan berbagai riset yang bertujuan menghasilkan sumber-sumber energi ataupun pembawa energi yang lebih terjangkau keberlanjutannya dan lebih ramah lingkungan.

Penggunaan etanol sebagai bahan bakar mulai diteliti dan diimplementasikan di AS dan Brazil sejak terjadinya krisis bahan bakar fosil di kedua negara tersebut pada tahun 1970-an. Brazil tercatat sebagai salah satu negara yang memiliki keseriusan tinggi dalam implementasi bahan bakar etanol untuk keperluan kendaraan bermotor dengan tingkat penggunaan bahan bakar etanol saat ini mencapai 40% secara nasional. Di AS, bahan bakar relatif murah, E85, yang mengandung etanol 85% semakin populer di masyarakat dunia.

Etanol bisa digunakan dalam bentuk murni atau sebagai campuran untuk bahan bakar bensin maupun hidrogen. Interaksi etanol dengan hidrogen bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi sel bahan bakar ataupun dalam mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) konvensional.

Terdapat beberapa karakteristik internal etanol yang menyebabkan penggunaan etanol pada mesin lebih baik daripada bensin. Etanol memiliki angka *research octane* 108.6 dan *motor octane* 89.7. Angka tersebut (terutama *research octane*) melampaui nilai maksimal yang mungkin dicapai oleh bensin walaupun setelah ditambahkan aditif tertentu. Sebagai catatan, bensin yang dijual Pertamina memiliki angka *research octane* 88 dan umumnya *motor octane* lebih rendah dari pada *research octane*. Untuk rasio campuran etanol dan bensin mencapai 60:40%, tercatat peningkatan efisiensi hingga 10%.

Etanol memiliki satu molekul OH dalam susunan molekulnya. Oksigen yang berikatan di dalam molekul etanol tersebut membantu penyempurnaan pembakaran antara campuran udara dan bahan bakar di dalam silinder. Ditambah dengan rentang keterbakaran (*flammability*) yang lebar, yakni 4.3 – 19 vol% (dibandingkan dengan gasoline yang memiliki rentang keterbakaran 1.4 – 7.6 vol%), pembakaran campuran udara dan bahan bakar etanol menjadi lebih baik. Hal ini dipercaya sebagai faktor penyebab relatif rendahnya emisi CO dibandingkan dengan pembakaran udara dan bensin, yakni sekitar 4%. Etanol jugamemiliki

panas penguapan yang tinggi, yakni 842 kJ/kg (Giancoli, 1998).

Tingginya panas penguapan ini menyebabkan energi yang dipergunakan untuk menguapkan ethanol lebih besar dibandingkan bensin. Konsekuensi lanjut dari hal tersebut adalah temperatur puncak di dalam silinder akan lebih rendah pada pembakaran etanol dibandingkan dengan bensin.

Produksi Bioetanol Berbasis Kemasyarakatan

Sampai saat ini produksi bioetanol dalam bentuk FGE (*Fuel Grade Etanol*) besar dilakukan oleh pabrik berskala besar. Saat ini masyarakat hanya sekedar menjadi penonton dan menikmati bioetanol yang diproduksi oleh para industriawan besar dan dengan kata lain rakyat hanya sekedar menjadi petani singkong penghasil bioetanol. yang selanjutnya menyettor singkong sebagai bahan baku ke pabrik etanol milik para konglomera. Yang menjadi pertanyaan apakah tidak mungkin bioetanol menjadi bagian dari desa mandiri energi?

Jawabannya adalah tidak. Fakta menunjukkan, masyarakat sebenarnya dari dulu sudah menguasai teknik pembuatan bioetanol dari proses fermentasi. Sejak puluhan tahun lalu masyarakat telah melakukan proses penyulingan untuk mendapatkan minuman berkadar etanol tinggi berskala kecil.

Sebenarnya ada teknik pengolahan singkong yang sederhana untuk dijadikan bioetanol. Proses ini cukup mudah diterapkan pada masyarakat dan hanya membutuhkan alat yang sederhana. Proses pengolahan ubi kayu segar berkadar pati 28%, yang ditargetkan menghasilkan 7 liter bioetanol berlangsung sebagai berikut:

- a) Kupas kasar ubi kayu segar sebanyak 50 Kg. Cuci dan giling dengan mesin penggiling listrik, mesin bensin, ataupun diesel.
- b) Saring hasil penggilingan untuk memperoleh bubur singkong.
- c) Masukkan bubur kayu ke dalam drum yang terbuka penuh bagian atasnya.
- d) Tambahkan air 40-50 liter dan aduk sambil dipanasi diatas perapian.
- e) Tambahkan 1,5 ml enzim alfa-amilase. Panaskan selama 30-60 menit pada suhu sekitar 90°C.
- f) Dinginkan hingga suhu menjadi 55-60°C.
- g) Tambahkan 0,9 ml enzim glukosa-amilase
- h) Jaga temperatur pada kisaran 55-60°C selama 3 jam, lalu dinginkan hingga suhu di bawah 35°C.
- i) Tambahkan 1 gr ragi roti, urea 65 gr, dan NPK 14 gr. Biarkan selama 72 jam dalam keadaan tertutup, tetapi tidak rapat agar gas CO₂ yang terbentuk bisa keluar.

- j) Pindahkan cairan yang mengandung 7-9 % bioetanol itu ke dalam drum lain yang didesain sebagai penguap (*evaporator*).
- k) Masak di atas perapian hingga uapnya keluar menuju alat destilasi. Nyalakan aliran air di *kondensator* (pengembun) uap bioetanol.
- l) Tahan temperatur bagian atas kolom destilasi pada suhu 79° C ketika cairan bioetanol mulai keluar. Fraksi bioetanol 90-95% akan berhenti mengalir secara perlahan-lahan.

Kelemahan dari cara pembuatan bioetanol ini adalah relatif memakan waktu yang cukup lama sehingga kapasitas produksi untuk skala masyarakat relatif kecil. Tetapi, jika banyak masyarakat menjadi bagian integral dalam kegiatan produksi bahan bakar ini, hasil yang didapat akan berlipat ganda sehingga akan menekan konsumsi bahan bakar fosil.

Pengolahan yang dilakukan sendiri oleh masyarakat mendorong terbentuknya masyarakat yang mandiri energi, setidaknya untuk keadaan-keadaan yang mendesak. Masyarakat di pelosok-pelosok Indonesia tidak harus selalu menggantungkan kiriman bahan bakar dari Pertamina karena mereka punya alternatif bahan bakar lain. Dengan begitu, krisis energi yang sewaktu-waktu bisa melanda Indonesia karena cadangan bahan bakar fosil yang makin menipis bisa diantisipasi dengan hal ini.

Bioetanol dan Tingkat Penghasilan Petani Singkong

Bioetanol yang diproduksi dari skala kemasyarakatan hingga industri yang besar pasti membutuhkan bahan baku singkong dari petani. Singkong yang dianggap sebagai komoditi inferior jika dibandingkan dengan beras dan jagung, harganya cenderung fluktuatif karena masa tanam dan masa panen petani hampir bersamaan. Pada panen raya, harga singkong dapat anjlok sehingga sangat merugikan petani.

Dengan adanya usaha produksi bioetanol berskala kemasyarakatan dan industri besar, diharapkan banyak singkong yang akan terserap sehingga harganya akan lebih kompetitif. Adanya pengaturan masa tanam dan panen juga diperlukan agar suplai bahan baku ke industri bioetanol tersedia cukup secara kontinu. Dengan demikian, petani singkong akan lebih sejahtera dan Indonesia akan mempunyai solusi energi alternatif yang terbaharukan

BAHAN DAN METODA PENELITIAN

Bahan-bahan

Singkong diperoleh dari pasar besar jl seram palangka araya. Ragi tape yang digunakan merk *NKL solo* dalam bentuk tablet putih besar. NPK, Aquades, kertas pH, Glukosa standart, NaOH, fehling A dan fehling B, HCL 0.1 N, Indikator MB.



Gambar 1. Alat Destilasi Untuk Penelitian



Gambar 2. Alat Yang digunakan pada Fermentasi

Alat-alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Erlenmeyer, Buret, Beaker glass, Pemanas, Statif klem, Pendingin balik, Gelas ukur, Labu takar, Termometer, Selang, Corong, Pompa vakum, Pipet, Adaptor, Kompom listrik, Gelas arloji, Pendingin Leibig, Labu leher tiga, Kertas saring, Neraca analitis, Cawan porselen, Pengaduk, alat fermentasi berupa galon selang dan botol air minum.

Cara kerja

Analisa Pendahuluan

Analisa Kadar Pati: a. Pembuatan larutan glukosa standart, Larutan glukosa standart dibuat dengan jalan melarutkan 2 gram glukosa anhidrid dengan aquadest sampai 1000 ml. b. Standarisasi Larutan Fehling, Larutan Fehling A dan Fehling B sebanyak 5 ml diambil dengan menggunakan pipet volume kemudian dicampur dan ditambahkan 15 ml larutan glukosa standart dari buret.

Campuran dididihkan selama beberapa menit, dalam keadaan mendidih penetesan larutan glukosa dilanjutkan sampai warna biru hilang. Catat volume titran. Setelah itu campuran ditambahkan 2 - 3 tetes

indikator Metylen Blue sampai terbentuk warna merah bata. Volume glukosa standart yang dibutuhkan di catat (F).

Penentuan Kadar Pati dalam singkong :10 gram sampel di tambah dengan katalis HCl 1 N sebanyak 100 ml dipanaskan dalam labu leher tiga selama 1 jam pada suhu 100°C kemudian di dinginkan dan di saring, lalu dinetralkan dengan NaOH. Ambil sampel sebanyak 5 ml, diencerkan sampai 100 ml, kemudian diambil sebanyak 5 ml, masukkan dalam campuran fehling A dan fehling B (masing-masing 5 ml) dengan pipet volume dan glukosa standart sebanyak 15 ml dari buret. Campuran di panaskan sampai mendidih dan penetesan glukosa standart dilanjutkan sampai warna biru hilang. Setelah itu campuran di tambah 2 - 3 tetes indikator Metylen Blue dan titrasi sampai warna merah bata, catat kebutuhan glukosa standart (M). (Kadar pati = 90% kadar glukosa)

Proses Fermentasi

Menimbang singkong yang sudah dikukus selama 1/2 jam seberat 1 kg. kemudian masukkan dalam toples lalu menambahkan nutrient NPK, ragi tape yang sudah

dihaluskan, masing masing sesuai variabel yang telah ditentukan mengatur pH sekitar 5-6 pada suhu $\pm 30^{\circ}\text{C}$ dan menutup rapat toples tanpa adanya arasi selama kurun waktu yang telah ditentukan untuk memastikan proses berjalan aerob dan mencegah kontaminasi., setelah mencapai waktu yang telah ditentukan, maka akan terbentuk cairan diatas permukaan bubur singkong tersebut, kemudian disedot dengan pompa vakum lalu masukkan ke dalam erlenmayer dan siap untuk dianalisa.

Respon yang diamati adalah uji kadar pati awal dalam sampel singkong, serta kadar alkohol akhir hasil fermentasi, kadar pati awal dianalisa sebelum proses fermentasi, pengambilan hasil fermentasi untuk variabel waktu adalah 10 hari, 14 hari, 18 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penambahan Ragi Tape Terhadap Yield

Pada gambar 3 didapatkan hasil yang maksimal pada penambahan ragi tape 90 gr dan menurun cukup drastis pada penambahan ragi tape 100 gr. Semakin banyak ragi tape yang ditambahkan maka etanol yang dihasilkan juga semakin banyak karena dengan semakin banyak ragi yang ditambahkan, maka bakteri yang mengurai glukosa menjadi etanol pun semakin banyak tapi pada penambahan ragi 100 gr cenderung turun hal ini disebabkan adanya ragi yang mati pada saat proses fermentasi berlangsung, ini ditandai dengan ditemukannya serbuk putih kekuningan pada hasil akhir fermentasi sehingga mikroba yang berperan dalam fermentasi ini pun menjadi kurang maksimal, Jasad renik yang terisolasi oleh para ilmuwan dari berbagai ragi tape merek-merek dari tempat-tempat yang berbeda dan pasar-pasar di Indonesia adalah suatu kombinasi *Amylomyces rouxii*, *Rhizopus oryzae*, *Endomycopsis burtonii*, *Mucor sp.*, *Candida utilis*, *Saccharomycopsis fibuligera*, *Sacharomyces cerevisiae*, dan beberapa bakteri: *Pediococcus sp.*, *Baktil sp* (Gandjar et. al., 1983; Gandjar & Evrard, 2002; Ko, 1972; Ko 1977; Ko 1986; Saono et. al., 1974; Saono et. al., 1982; Basuki 1985; Steinkraus, 1996), Adonan di dalam ragi tape bersifat amyolytic kuat dan menurunkan

pangkat sebagian besar karbohidrat dari beras atau beras diuraikan ke dalam gula-gula yang sederhana yang lalu yang diuraikan lebih lanjut oleh ragi-ragi hingga mengandung alkoho, karena ragi merupakan komponen penting dalam proses fermentasi alcohol ini maka dengan berkurangnya jumlah ragi dalam media maka akan menurunkan konversi alcohol, sehingga menurunkan *yield*.

Pengaruh Penambahan NPK Terhadap Yield

Pada proses fermentasi nutrient sangat diperlukan walaupun dalam jumlah kecil. komponen esensial yang kami tambahkan dalam bentuk senyawa N dan P, maka kami gunakan pupuk NPK (16% N, 16% P). pada gambar 4 Semakin banyak NPK atau nutrient yang ditambahkan dalam media fermentasi maka etanol yang dihasilkan semakin besar dengan hasil maksimal pada penambahan NPK 20 gr itu terjadi karena suplai nutrient untuk pertumbuhan bakteri semakin tercukupi. Bakteri membutuhkan nutrient esensial seperti nitrogen dan phosphate untuk tumbuh, dengan demikian maka etanol yang dihasilkan juga lebih maksimal.

Pengaruh Lama Fermentasi Tape Terhadap Yield

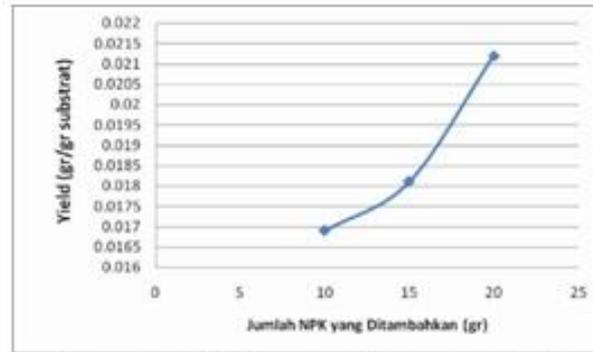
Disebabkan karena adanya isolasi yang tidak sempurna pada toples yang membuat proses anaerob yang tidak sempurna, yang membuat proses sedikit aerob sehingga memungkinkan tumbuhnya *Acetobacter aceti* yang dapat mengkonversi alkohol menjadi asetat yang ditandai rasa masam pada sampel sehingga menurunkan *yield*.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa persen error rata-rata cukup besar yaitu 95.69 %. Bahwa itu menunjukkan ragi tape yang di gunakan kurang efektif untuk menghasilkan *yield* yang sesuai teori. dapat kita lihat ragi hanya mempunyai sedikit kandungan mikroba yang mampu mengubah senyawa gula menjadi ethanol diantaranya *S.cerevisiae*. Dari kadar pati yang diperoleh ternyata juga cukup kecil yaitu hanya 21,6 %, sehingga mempengaruhi *yield* secara keseluruhan.

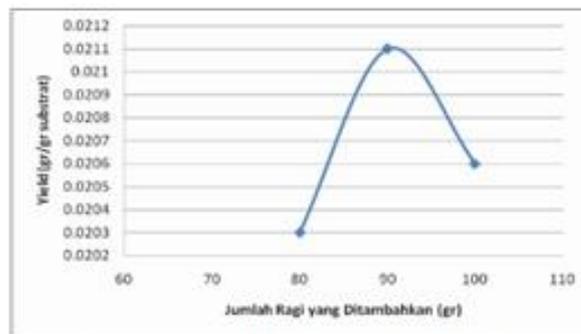
Perbandingan Yield Praktis Terhadap Teoritis Untuk Variabel Rasio Ragi

Tabel 3. Perbandingan *yield* praktis terhadap teoritis untuk variabel rasio ragi

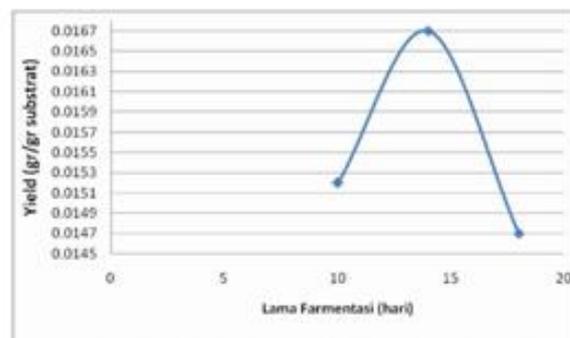
Ragi (gr)	Yield percobaan (gr/gr substrat)	yield teoritis (gr/gr substrat)	persen error(%)
80	0.0203	0.48	95.77
90	0.0211	0.48	95,60
100	0.0206	0.48	95.71



Gambar 3. Grafik penambahan ragi (gr) vs yield (gr/gr substrat)



Gambar 4 Grafik penambahan PK (gr) vs Yield (gr/gr substrat)



Gambar 5 Grafik waktu fermentasi(hari)

Perbandingan Yield Praktis Terhadap Teoritis Untuk Variabel NPK

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa persen error yang didapat cukup besar yaitu 96.10 %, hal tersebut menunjukkan bahwa proses fermentasi yang dilakukan kurang maksimal, dengan adanya penambahan nutrient essensial seperti N dan P dari pupuk NPK (16%N, 16%P) diharapkan mampu memberikan yield yang mendekati teoritis. namun mengingat susahnya menjaga kondisi

lingkungan selama fermentasi juga memberikan dampak yang besar terhadap yield keseluruhan terutama pengontrolan pH yang sangat susah mengingat fermentasi yang kami lakukan dalam fase padat (SSF), dimana pH cenderung turun dengan terbentuknya senyawa asam organik seperti asam asetat, dan laktat sehingga yield secara keseluruhan sangat kecil dengan persen error yang cukup besar.

Tabel 4. Perbandingan *yield* praktis terhadap teoritis untuk variabel NPK

NPK	<i>Yield</i> Percobaan (gr/gr substrat)	<i>yield</i> teoritis (gr/gr substrat)	persen error(%)
10	0.0169	0.48	96.48
15	0.0181	0.48	96,23
20	0.0212	0.48	95.58

Tabel 5. Perbandingan *yield* praktis terhadap teoritis untuk variabel rasio ragi

waktu	<i>Yield</i> percobaan (gr/gr substrat)	<i>yield</i> teoritis (gr/gr substrat)	persen error(%)
10	0,0152	0.48	96,83
14	0,0167	0.48	96.52
18	0,0147	0.48	96.94

Perbandingan *Yield* Praktis Terhadap Teoritis Untuk Variabel Waktu

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa persen error untuk variabel waktu ini pun cukup besar yaitu 96.63 %, walaupun waktu fermentasi yang kami lakukan cukup lama mencapai 18 hari, namun *yield* yang dihasilkan masih jauh dari *yield* teoritis. Hal ini disebabkan beberapa faktor terutama adanya kontaminan mikroba penghasil asetat yang mengkonversi ethanol yang terbentuk menjadi asetat yaitu A. aceti dimana akan tumbuh apabila lingkungan dalam fermentor sedikit aerob akibat dari isolasi yang tidak sempurna. Hal ini merupakan hal yang sangat merugikan terutama mengurangi konversi alkohol sehingga *yield* secara keseluruhan yang didapat kecil.

SIMPULAN

Yield maksimum untuk variabel penambahan ragi adalah pada penambahan sebesar 90 gr. *Yield* maksimum untuk variabel penambahan nutrient adalah pada penambahan sebesar 20 gr. *Yield* maksimum untuk variabel lama fermentasi adalah pada fermentasi selama 14 hari. Perbandingan *yield* praktis terhadap teoritis untuk variabel penambahan ragi memiliki persen error 96,33%. Perbandingan *yield* praktis terhadap teoritis untuk variabel penambahan NPK memiliki persen error 96,66%. Perbandingan *yield* praktis terhadap teoritis untuk variabel lama fermentasi memiliki persen error 97,24%.

DAFTAR PUSTAKA

Dwiari, S. R. (2008). Teknologi Pangan. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

Indrawati, Gandjar. Tapai from Cassava and Cereals. Department of Biology, Faculty of Mathematics & Natural Sciences, University of Indonesia, Depok Campus, Jakarta.

Saono, S., R.R. Hull & B. Dhamcharee. (1986). *A Concise Handbook of Indigenous Fermented Foods in the ASCA Countries*. Indonesian Institute of Sciences, Jakarta, Indonesia.

Susono, S., I. Gandjar, T. Basuki & H. Karsono. (1974). *Mycoflora of ragi and some other traditional fermented foods from Indonesia*. Annales Bogorienses V: 187-204.

Giancoli, C Douglas. (1998). *Fisika Jilid I Edisi Kelima*. Yunilza anum, Penerjemah. Jakarta: Erlangga. Terjemahan Dari : *Phisic Principle and Aplication, Fifth Edition*.

Prihandana, Rama dkk. 2008. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: AgroMedia Pustaka

Prihandana, Rama, Roy Hendroko. (2008). *Energi Hijau*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Ranola, Roberto F. (2009). *Enhancing The Viability of Cassava Feedstock for Bioethanol In The Philipphines*. Jurnal (terhubung berkala). <http://www.issaas.org/journal/v15/02/journal-issaas-v15n2>.