

PEMBUATAN BIOETHANOL DARI BIJI DURIAN SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF

FIFI NURFIANA, UMI MUKAROMAH, VICKI CITRA JEANNISA, SUGILI PUTRA

*Teknokimia Nuklir, Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir Badan Tenaga Nuklir Nasional (STTN-BATAN)
Jl. Babarsari Kotak Pos 6101 YKBB, Yogyakarta, 55281*

Abstrak

PEMBUATAN BIOETHANOL DARI BIJI DURIAN SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF.

Dewasa ini, kebutuhan energi dunia semakin meningkat sementara persediaan energi dari bahan bakar fosil yang selama ini diandalkan jumlahnya terbatas. Oleh karena itu, diperlukan sumber energi alternatif yang mampu mengatasi krisis energi tersebut. Salah satu sumber energi alternatif yang sedang dikembangkan adalah bioetanol. Bioetanol dapat diproduksi dengan cara fermentasi glukosa menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Diketahui biji durian mengandung karbohidrat antara 43,6 gram – 46,2 gram tiap 100 gram biji yang dapat diubah menjadi glukosa. Telah dilakukan penelitian Pembuatan Bioetanol dari Biji Durian sebagai Sumber Energi Alternatif. Variabel yang diteliti meliputi : waktu fermentasi, massa tepung biji durian yang digunakan, dan perbandingan jumlah ragi merk “DK” terhadap massa biji durian. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa fermentasi terhenti saat fermentasi telah berlangsung 75 jam (± 3 hari), massa tepung biji durian agar tercapai hasil etanol yang maksimum ialah 125 gram, dan perbandingan *Saccharomyces cerevisiae* dengan massa tepung biji durian adalah 1:25.

Kata kunci : biji durian (Durio zibethinus), fermentasi, ragi Saccharomyces cerevisiae, etanol

Abstract

PRODUCING BIOETHANOL FROM DURIO SEEDS AS ENERGY ALTERNATIVE SOURCE.

Recently, the requirements of energy in the world is increasing while supply of energy from biofuel that be main fuel at this time is limited. That's way, it's needed an alternative source that can solve the energy crisis. Now, once of alternative energy source that was developing is bioethanol. Bioethanol can be produced by glucose fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* yeast. It's known that durio seeds contain 43,6-46,2 gram carbohydrate every 100gram durio seeds that can be converted into glucose. The experiment Producing Bioethanol from Durio Seeds as Alternative Energy Source has been done. Variable that be examined were fermentation periode, mass of durio seeds powder that used, and comparison of yeast mass to durio seeds powder mass. Based on the experiment result that fermentation stop when it was processed 75 hours (± 3 days), durio seeds powder mass that needed to reach maximum ethanol result was 125 gram, and comparison of durio seeds powder mass and *Saccharomyces cerevisiae* yeast was 1:25.

Keywords : Durio seeds powder (Durio zibethinus), fermentation, Saccharomyces cerevisiae yeast, ethanol

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi dan bertambahnya penduduk, kebutuhan energi yang semakin meningkat. Bahan bakar fosil yang ada saat ini tidak dapat diharapkan untuk jangka waktu yang lama. Untuk Indonesia misalnya, pada tahun 2002 lalu cadangan

terbukti minyak bumi sekitar 5 miliar barrel, gas bumi sekitar 90 TSCF, dan batubara sekitar 5 miliar ton. Apabila tidak ditemukan cadangan terbukti baru, minyak bumi diperkirakan akan habis dalam waktu kurang dari 10 tahun, gas bumi 30 tahun, dan batubara akan habis sekitar 50 tahun [1]. Oleh sebab itu, diperlukan sumber energi alternatif baru yang mampu mencukupi

atau paling tidak dapat menghemat penggunaan energi dari bahan bakar fosil tersebut.

Diantara energi alternatif yang baru-baru ini dikembangkan adalah bioethanol. Bioethanol mempunyai beberapa kelebihan dibanding dengan bahan bakar minyak bumi. Bioethanol mudah terbakar dan memiliki kalor-bakar netto yang besar, yaitu kira-kira 2/3 dari kalor bakar netto bensin. Pada T 25 °C dan P 1 bar, kalor bakar netto etanol adalah 21,03 MJ/liter sedangkan bensin 30 MJ/liter. Etanol murni juga dapat larut sempurna dalam bensin dalam segala perbandingan dan merupakan komponen pencampur beroktan tinggi (angka oktan riset 109 dan angka oktan motor 98) [2].

Bioetanol ini dapat dibuat dari zat pati/amilum (C₆H₁₀O₅)_n yang dihidrolisa menjadi glukosa kemudian difermentasi dengan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* pada temperature 27-30 °C (suhu kamar). Hasil fermentasi ini mengandung etanol ± 18 %. Selanjutnya didestilasi pada 78°C (titik didih minimum alkohol), sehingga akan dihasilkan etanol dengan kadar ± 95,6%. Untuk memperoleh etanol absolut maka etanol 95,6% ini ditambah CaO untuk mengikat air [3].

Hal inilah yang mendorong peneliti untuk membuat ethanol dari biji durian (*Durio zibethinus*). Biji durian (*Durio Sp*) mempunyai kadar amilum 43,6 % untuk biji durian segar dan 46,2 % untuk biji yang sudah masak. Ini merupakan angka yang potensial guna pengolahan amilum menjadi etanol. Amilum yang berbentuk polisakarida dapat dihidrolisis menjadi glukosa dalam kadar yang tinggi melalui pemanasan. Glukosa inilah yang selanjutnya difermentasi untuk menghasilkan etanol.

Peneliti berharap etanol dari biji durian ini, dapat menambah nilai guna dari biji durian menjadi sumber energi pengganti *gasoline* sebagai langkah awal melepaskan ketergantungan dari bahan bakar fosil yang keberadaannya semakin berkurang dan mahal di pasar dunia.

TEORI

Potensi dan Kandungan Nutrisi Biji Durian

Manfaat durian selain sebagai makanan buah segar dan olahan lainnya, terdapat manfaat dari bagian lainnya, yaitu: tanamannya sebagai pencegah erosi di lahan-lahan yang miring,

batangnya untuk bahan bangunan/perkakasa rumah tangga, kayu durian setaraf dengan kayu sengon sebab kayunya cenderung lurus, bijinya yang memiliki kandungan pati cukup tinggi, berpotensi sebagai alternatif pengganti makanan (dapat dibuat bubur yang dicampur daging buahnya), kulit dipakai sebagai bahan abu gosok yang bagus, dengan cara dijemur sampai kering dan dibakar sampai hancur.[5]

Pada umur sekitar 8 tahun, tanaman durian sudah mulai berbunga. Musim berbunga jatuh pada waktu kemarau, yakni bulan Juni-September sehingga bulan Oktober-Februari buah sudah dewasa dan siap dipetik.[6] Jumlah durian yang dapat dipanen dalam satu pohon adalah 60-70 butir per pohon per tahun dengan bobot rata-rata 2,7 kg. jumlah produksi durian di Filipina adalah 16.700 ton (2.030 ha), di Malaysia 262.000 ton (42.000 ha) dan di Thailand 444.500 ton (84.700 ha) pada tahun 1987-1988. Di Indonesia pada tahun yang sama menghasilkan 199.361 ton (41.284 ha) dan pada tahun 1990 menghasilkan 275.717 ton (45.372 ha).

Dengan potensi durian yang demikian besar di Indonesia maupun di dunia, akan sangat disayangkan jika biji durian (*Pongge*) yang sering dianggap limbah tidak dimanfaatkan untuk sesuatu yang lebih besar manfaatnya seperti untuk pembuatan bioethanol ini. Kandungan nutrisi dalam 100 gram biji durian seperti yang dikutip dari Michael J Brown, *Durio – A Bibliographic Review*, 1997,hal. 157 ditunjukkan dalam tabel 1. [7]

Dari Tabel 1 di atas terlihat kandungan karbihidrat (amilum) dalam biji durian cukup tinggi yaitu 43,6 % untuk biji segar dan 46,2 % untuk biji yang sudah diolah. Ini merupakan angka yang potensial untuk pengolahan amilum menjadi etanol. Amilum yang berbentuk polisakarida dapat dihidrolisis menjadi glukosa dalam kadar yang tinggi melalui pemanasan. Glukosa inilah yang selanjutnya difermentasi untuk menghasilkan etanol.

Tabel 1. Kandungan nutrisi biji durian

| Zat | Per 100 gram biji segar (mentah) tanpa kulitnya | Per 100 gram biji telah dimasak tanpa kulitnya |
|-------------------|---|--|
| Kadar air | 51,5 g | 51,1 g |
| Lemak | 0,4 g | 0,2-0,23 g |
| Protein | 2,6 g | 1,5 g |
| Karbohidrat total | 43,6 g | 43,2 g |
| Serat kasar | | 0,7-0,71 g |
| Nitrogen | | 0,297 g |
| Abu | 1,9 g | 1,0 g |
| Kalsium | 17 mg | 3,9-88,8 mg |
| Pospor | 68 mg | 86,65-87 mg |
| Besi | 1,0 mg | 0,6-0,64 mg |
| Natrium | 3 mg | |
| Kalium | 962 mg | |
| Beta karotin | 250 µg | |
| Riboflavin | 0,05 mg | 0,05-0,052 mg |
| Thiamin | | 0,03-0,032 mg |
| Niacin | 0,9 mg | 0,89-0,9 mg |

Etanol sebagai Biofuel

Etanol yang disebut juga sebagai etil alkohol, mempunyai sifat berupa cairan yang tidak stabil, mudah terbakar dan tidak berwarna. Etanol merupakan alkohol rantai lurus dengan rumus molekul C_2H_5OH . Dapat juga dinotasikan sebagai CH_3-CH_2-OH yang menandakan adanya gugus metil (CH_3-) berikatan dengan gugus metylene ($-CH_2-$) dan berikatan pula dengan gugus hidroksil ($-OH$).

Etanol adalah salah satu bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan, serta menghasilkan gas emisi karbon yang rendah dibandingkan dengan bensin atau sejenisnya (sampai 85% lebih rendah). Bercermin pada beberapa negara maju yang telah lebih dulu mengembangkan etanol sebagai biofuel, Indonesia pun tak mau ketinggalan untuk turut serta mengembangkan etanol sebagai bahan bakar alternatif.[8]

Sebagai salah satu bukti keseriusan pemerintah dalam mengembangkan bahan bakar alternatif (Biofuel) adalah dengan dikeluarkannya Peraturan Presiden Nomor 5 thun 2006 tentang Kebijakan energi Nasional yang menargetkan penggunaan Biofuel 5 % pada tahun 2025 yang ditindaklanjuti dengan

sejumlah peraturan dan kebijakan untuk pengembangan Biofuel.

Karakteristik etanol sebagai biofuel adalah sebagai berikut:

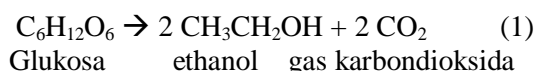
- Memiliki angka oktan yang tinggi
- Mampu menurunkan tingkat opasiti asap, emisi partikulat yang membahayakan kesehatan, dan emisi CO serta CO_2 .
- Mirip dengan bensin, sehingga penggunaanya tidak memerlukan modifikasi mesin.
- Tidak mengandung senyawa timbal.[9]

Proses pembuatan ethanol dapat dilakukan baik secara petrokimia melalui proses hidrasi gugus ethylene, atupun secara biokimia melalui proses fermentasi glukosa menggunakan ragi. Etanol yang digunakan dalam minuman beralkohol dan sebagai bahan bakar biasanya dihasilkan melalui fermentasi. Dalam proses fermentasi, digunakan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) yang mampu mengubah glukosa menjadi etanol dan karbondioksida.

Melalui proses ini, kadar etanol yang dihasilkan dapat mencapai 15 % volume. Untuk membuat etanol dari zat tepung amilum seperti biji-bijian, amilum harus dipecah terlebih dahulu menjadi glukosa. Agar hidrolisis amilum menjadi glukosa menjadi lebih cepat, dapat ditambahkan asam sulfat.

Salah satu cara untuk mendapatkan bioetanol adalah melalui fermentasi bahan beramilum.[10] Biji durian (*Durio Sp*) terbukti mengandung amilum dengan kadar tinggi, yakni 43,6% untuk biji durian segar dan 46,2% untuk biji yang sudah masak. Amilum dipecah menjadi glukosa, untuk selanjutnya difermentasi oleh bakteri *Saccharomyces cerevisiae* menjadi ethanol.

Dalam proses fermentasi terjadi reaksi seperti ditunjukkan persamaan berikut.



Gas yang keluar dari botol fermentasi adalah gas hasil fermentasi yang tidak lain adalah gas karbondioksida yang dapat diketahui volumenya. Hal ini dapat dijadikan sebagai dasar analisis kadar etanol yang dihasilkan tanpa melalui analisis kadar etanol secara langsung.

Dari reaksi stoikiometri di atas diketahui bahwa etanol yang diperoleh akan sebanding dengan gas karbondioksida yang dihasilkan dari proses fermentasi. Jadi jika volume CO_2 diketahui maka akan dapat dihitung jumlah mol etanol yang dihasilkan dengan memperhitungkan tekanan udara dan temperatur sistem. Dengan memvariasikan massa tepung biji durian, waktu fermentasi serta perbandingan massa tepung biji durian dan massa ragi akan diketahui pengaruh berbagai variabel terhadap produksi etanol.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah biji durian, ragi *Saccharomyces cerevisiae* merk "DK", aquadest dan garam Pasteur.

Alat Penelitian

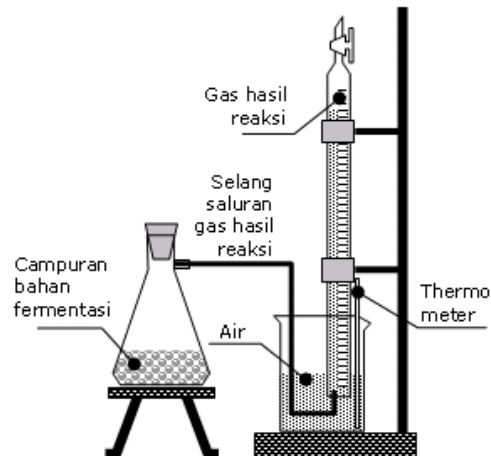
Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain set alat fermentasi dan penampung gas karbondioksida hasil fermentasi (botol, selang, tabung berskala, bak air dan kran), kompor listrik, panci pengukus, beker gelas, gelas ukur, spatula, gelas arloji, neraca ohaus, blender, barometer, termometer dan gelas Pengaduk.

Cara kerja

Preparasi bahan

Penepungan biji urian

Biji durian dicuci bersih. Selanjutnya biji durian tersebut dimemarkan kemudian dikeringkan di bawah terik matahari. Setelah kering dihaluskan (diselep). Hasilnya disimpan di tempat kering dan bersih.



Gambar 1. Rangkaian alat fermentasi

Pembuatan cake biji durian

Tepung biji durian ditimbang sebanyak massa yang diinginkan dan ditambahkan air perbandingan 1:2. Campuran ini dikukus selama 1,5 jam. Akan menghasilkan padatan yang selanjutnya disebut "cake biji durian". Cake biji durian dihaluskan dengan blender.

Fermentasi

Fermentasi tanpa ragi

Cake biji durian yang sudah dihaluskan dimasukkan dalam botol fermentasi, ditambahkan garam Pasteur sebanyak 150 mL dan air sebanyak 1,5 L. Campuran dalam botol tersebut ditutup rapat. Selang pada tutup botol dimasukkan dalam bagian bawah tabung. Diamati perubahan ketinggian air dalam tabung. Kondisi fermentasi dicatat tiap selang waktu tertentu (pagi dan sore hari) selama 5 hari.

Fermentasi dengan variasi massa dan waktu

Cake biji durian yang sudah dihaluskan dimasukkan dalam botol fermentasi, ditambahkan ragi sebanyak 5 gram, garam Pasteur sebanyak 150 mL, air sebanyak 1,5 L dan ditutup rapat. Selang pada tutup botol dimasukkan dalam bagian bawah tabung. Kondisi fermentasi dicatat tiap selang waktu tertentu (pagi dan sore hari) selama 5 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penepungan Biji Durian

Bahan yang digunakan ialah biji durian kering yang sudah ditepungkan bukan biji durian segar sebab durian adalah buah bermusim (hanya berbuah pada bulan Oktober-Februari). Agar produksi skala makro dan penelitian secara mikro ini tidak terhenti atau dapat berlangsung secara kontinyu sepanjang tahun diperlukan pengawetan. Pengawetan tersebut dilakukan melalui proses pengeringan dan penepungan yang diharapkan mampu memberikan stok bahan dalam jangka waktu yang lama dan meningkatkan efisiensi proses fermentasi sebab kandungan air dalam bahan telah berkurang.

Dari proses penepungan dihasilkan tepung biji durian kering, seperti ditunjukkan dalam tabel 2. Efisiensi proses dihitung dengan rumus:

$$Efisiensi = \frac{\text{massa akhir (kering)}}{\text{massa awal (basah)}} \times 100\% \quad (2)$$

Tabel 2. Efisiensi pengeringan biji durian

| No. | Massa awal (basah) | Massa akhir (kering) | Efisiensi |
|---------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------|
| 1. | 1000,65 gram | 408,019 gram | 40,775% |
| 2. | 1000,07 gram | 531,227 gram | 53,119% |
| Efisiensi proses penepungan rata-rata | | | 46,974% |

Selain itu, dengan cara pengawetan seperti ini maka diharapkan semua biji durian akan dapat diolah seluruhnya. Diketahui bahwa biji durian akan busuk (sehingga tidak dapat diolah) atau tumbuh tunasnya dalam waktu hanya beberapa hari saja. Oleh karena itu, pada saat produksi biji durian terlalu besar (musim), biji durian harus diawetkan untuk kemudian diproses.

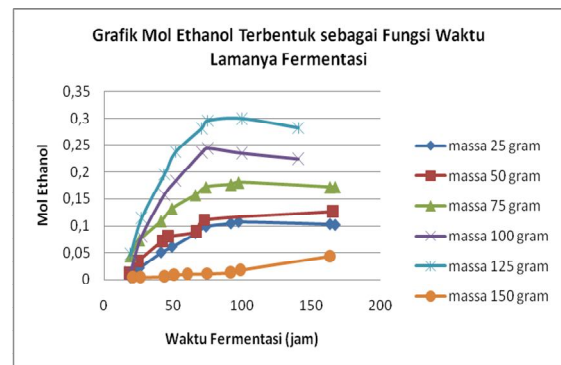
Fermentasi Tanpa Ragi

Fermentasi ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah gas yang keluar dari botol proses adalah benar hanya dari fermentasi ataukah ada gas lainnya (misalnya gas hasil pembusukan). Setelah dilakukan pengamatan terhadap tabung penampung gas, tidak terdapat sedikitpun gas dalam tabung (tabung masih penuh dengan air). Jadi dapat dipastikan bahwa

gas yang keluar dari botol fermentasi adalah gas hasil fermentasi yang tidak lain adalah gas karbondioksida yang dapat diketahui volumenya. Dengan demikian jumlah etanol hasil proses fermentasi dapat diketahui dari jumlah gas karbondioksida yang keluar dari botol proses.

Fermentasi Dengan Variasi Waktu Fermentasi

Berdasarkan grafik pada Gambar 2 terlihat bahwa saat waktu fermentasi sama dengan 0-75 jam, etanol hasil fermentasi semakin meningkat. Dan setelah itu, cenderung konstan. Ini menunjukkan bahwa pada waktu fermentasi 75 jam (± 3 hari), proses fermentasi terhenti atau sudah tidak terjadi fermentasi lagi.



Gambar 2. Grafik hubungan waktu fermentasi dengan mol etanol hasil reaksi

Jumlah mol etanol dihitung dari jumlah mol gas karbondioksida hasil fermentasi berdasarkan stoikiometri. Volume gas CO_2 (V_{CO_2}) dapat diketahui dengan mengukur dimensi tabung penampung gas. Suhu (T) dan tekanan sistem (P) terukur. Dengan menggunakan persamaan gas ideal dapat ditentukan mol gas CO_2 yang dihasilkan (n_{CO_2}). Dari persamaan reaksi (1) terlihat bahwa mol gas karbondioksida (n_{CO_2}) dihasilkan akan sebanding dengan mol etanol (n_{etanol}) yang dihasilkan.

$$P_{CO_2} V_{CO_2} = n_{CO_2} R T \quad (3)$$

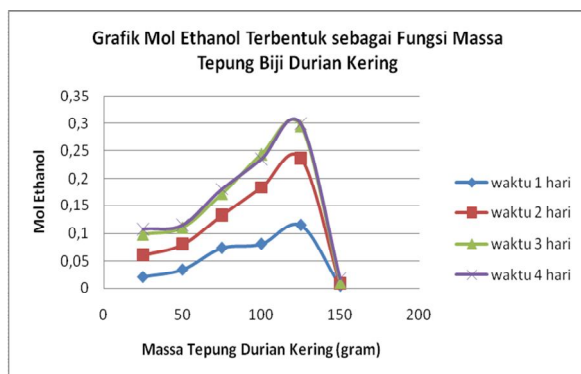
$$n_{CO_2} = \frac{P_{CO_2} V_{CO_2}}{R T} \quad (4)$$

$$n_{etanol} \sim n_{CO_2} \quad (5)$$

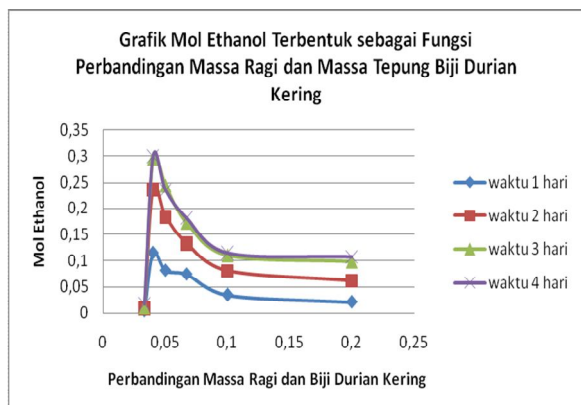
Dengan demikian dalam proses produksi nantinya dapat disimpulkan bahwa waktu fermentasi cukup 3 hari saja.

Fermentasi Dengan Variasi Massa Tepung Biji Durian

Berdasarkan grafik pada Gambar 3 terlihat bahwa dari massa 25-125 gram massa tepung biji durian, grafik mengalami kenaikan yang artinya produksi etanol semakin bertambah. Akan tetapi saat massa tepung biji durian dinaikkan menjadi 150 gram produksi etanol langsung menurun secara signifikan bahkan lebih rendah dari mol etanol yang dihasilkan oleh massa 25 gram tepung biji durian. Ini menunjukkan bahwa massa tepung biji durian optimum untuk massa ragi ± 5 gram, aquadest 1,5 L adalah 125 gram.



Gambar 3. Grafik hubungan massa tepung biji durian dengan mol etanol hasil reaksi



Gambar 4. Grafik mol etanol terbentuk sebagai fungsi perbandingan massa ragi dan massa tepung biji durian kering

Fermentasi Dengan Variabel Perbandingan Massa Ragi Dengan Massa Tepung Biji Durian

Dalam penelitian ini digunakan ragi merk “DK”. Dari grafik pada gambar 4 terlihat bahwa hasil etanol maksimal tercapai saat perbandingan massa ragi dengan massa tepung biji durian kering adalah 0,04 atau satu bagian massa ragi untuk 25 bagian massa tepung biji durian. Ini menunjukkan bahwa produksi etanol optimum saat perbandingan massa tepung biji durian dengan massa ragi adalah 0,04 (1:25).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa fermentasi terhenti saat fermentasi telah berlangsung selama 75 jam (± 3 hari), massa tepung biji durian agar tercapai hasil etanol yang maksimum adalah 125 gram, dan perbandingan massa ragi *Saccharomyces cerevisiae* merk “DK” dan massa tepung biji durian kering adalah 0,04.

SARAN

Penelitian ini masih merupakan penelitian potensi, oleh karena itu perlu dilakukan proses isolasi etanol hasil fermentasi sehingga dapat diketahui jumlah etanol yang akan dihasilkan dari proses ini dengan sesungguhnya.

Penelitian ini masih sebagai tahap awal untuk dapat mengetahui trend dari variable-variable yang diteliti (belum merupakan penelitian optimasi). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian optimasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penelitian dan pembuatan makalah ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

- STTN-BATAN yang telah memberikan fasilitas laboratorium dan peralatan selama penelitian.
- Prof. Dr. Ir. Kris Tri Basuki, M.Sc., selaku Ketua STTN-BATAN Yogyakarta.
- Seluruh civitas akademika STTN-BATAN.

DAFTAR PUSTAKA

1. WARDHANA, WISNU ARYA, 2004, Al Quran dan Energi Nuklir, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
2. MUKAROMAH, UMI, DKK, 2006, Amorphopallus sp Sangat Efektif sebagai Alternatif Sumber Bahan Bakar Bioethanol Pengganti Gasoline, SMA Negeri 1 Pati.
3. FESSENDEN AND FESSENDEN, Alih bahasa Pudjaatmaka AH., 1999, Kimia Organik, Jilid 1, Edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
4. WIKIPEDIA.ORG, diakses tanggal 4 Januari 2009, pukul 06.15 WIB.
5. KADOUNIK.COM, diakses tanggal 4 Januari 2009, pukul 05.15 WIB
6. SITUSHIJAU.CO.ID, diakses tanggal 4 Januari 2009, pukul 06.00 WIB
7. DUREN@JUNTAK.COM, diakses tanggal 4 Januari 2009, pukul 05.00 WIB.
8. www.g2glive.com, diakses tanggal 22 Agustus 2008, pukul 15.20 WIB.
9. www.indeni.org, diakses tanggal 22 Agustus 2008, pukul 16.30 WIB
10. PUTRA, SUGILI, 2006, Petunjuk Praktikum Kimia Organik Pembuatan alkohol, STTN-BATAN, Yogyakarta.

TANYA JAWAB

Pertanyaan

1. Dalam kesimpulan perlu di lengkapi dengan pernyataan persen pencapaian konversi karbohidrat dalam pongge menjadi Etanol. (Sugeng Purnomo-PTPLR)

Jawaban

1. Terima kasih atas saran yang diberikan akan kami lanjutkan pada penelitian selanjutnya.

