

VARIASI TEMPERATUR LIQUIFIKASI PATI SORGUM MENJADI BIOETANOL DENGAN PROSES SKARIFIKASI DAN FERMENTASI SERENTAK

Hesty Erissa, Chairul, Said Zul Amraini

Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Jl. HR Subrantas Km 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293
Email : hestyerissa@yahoo.co.id, No. Hp: 085284538094

ABSTRACT

*Sorghum is a very potential plant to be developed in Indonesia, because it has good environmental adaptation ability. Part of sorghum that used as a raw material of bio ethanol is sorghum seeds, by soaked in NaOH to remove proteins that can inhibit enzyme function. One of the use is through liquefaction and saccharification fermentation simultaneously (SFS). Liquefaction uses amylase and saccharification uses glucoamylase with yeast *Pichia stipitis* as fermentation agent. The purposes of this research are to determine the effect of liquefaction temperature to the sugar concentration produced and determine the best fermentation time. Liquefaction temperature was varied from 75⁰C, 85⁰C to 95⁰C and fermentation time was varied from 12, 24, 48, to 72 hours at pH 5. Sample measured by alcohol meter and sugar analyzed by spectrophotometer UV-VIS. The result showed that the highest sugar concentration reached from the liquefaction by amylase is 5,211 gr/l at 85⁰C. While the best fermentation time is 48 hours with bio ethanol concentration is 40 gr/l at 85⁰C.*

Keywords: Bioethanol, liquefaction temperature, Pichia stipitis, Sorghum Seeds.

1. PENDAHULUAN

Energi fosil khususnya minyak bumi merupakan sumber energi utama dan sumber devisa negara bagi Indonesia. Ketergantungan terhadap minyak bumi dapat menimbulkan permasalahan yang serius karena menipisnya cadangan minyak bumi, kenaikan harga akibat laju permintaan minyak bumi lebih besar dari produksinya, dan emisi gas rumah kaca akibat pembakaran energi fosil, oleh karena itu pemanfaatan minyak bumi harus dioptimalkan serta mencari energi alternatif sebagai pengganti minyak bumi. Sumber energi alternatif

bisa jadi berasal dari tanaman yang dapat dikonversi menjadi bioetanol. Dalam *Outlook Energi Indonesia 2010* diperkirakan konsumsi bioetanol pada tahun 2009 sebesar 1,3 juta barel meningkat menjadi 50,5 juta barel pada tahun 2030 dengan laju pertumbuhan rata-rata 19% per tahun. Sejalan dengan target kebijakan energi nasional bahwa tahun 2011-2015 penggunaan bioetanol dapat menggantikan bensin sebesar 15% dari total konsumsi bensin, sementara itu target tahun 2016-2025 semakin meningkat yaitu sebesar 20%

[DESDM, 2005]. Untuk mencapai target ini cara yang harus dilakukan adalah dengan memproduksi bioetanol melalui proses fermentasi sederhana.

Bioetanol dapat diproduksi dari tanaman penghasil karbohidrat atau gula. Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk memproduksi karbohidrat atau gula dari tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk sumber bahan pangan maupun energi. Keanekaragaman jenis tanaman yang potensial sebagai sumber pangan dan energi tumbuh subur dan tersebar luas di Indonesia, yaitu berupa tanaman biji-bijian seperti padi, jagung, sorgum dan gandum serta tanaman penghasil nira seperti tebu, sorgum manis, kelapa, dan aren. Dari sekian banyak jenis tanaman, sorgum memiliki 1 potensi dan nilai sangat tinggi un sumber pangan maupun energi [Hoeman, 2011].

Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) merupakan tanaman biji-bijian yang banyak dibudidayakan di daerah beriklim panas dan kering seperti Indonesia. Tanaman sorgum memiliki keunggulan tahan terhadap kekeringan dibanding jenis tanaman sereal lainnya. Tanaman ini mampu beradaptasi pada iklim tropis hingga daerah beriklim basah. Tanaman sorgum dapat tumbuh pada lahan marginal. Budidayanya mudah dengan biaya yang relatif murah, dapat ditanam monokultur maupun tumpang Sari, produktifitas sangat tinggi dan dapat diratun (dapat dipanen lebih dari satu kali dalam sekali tanam dengan hasil yang tidak jauh berbeda, tergantung pemeliharaan tanamannya). Selain itu tanaman sorgum lebih resisten terhadap serangan hama dan penyakit sehingga resiko gagal relatif kecil. Tanaman

sorgum berfungsi sebagai bahan baku industri yang ragam kegunaannya besar dan merupakan komoditas ekspor dunia [Supriyanto, 2010].

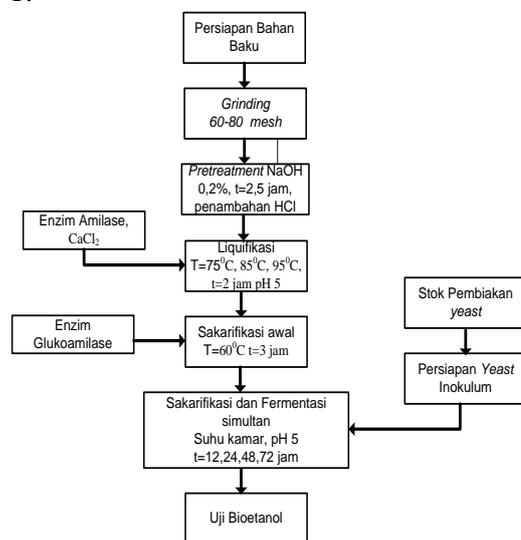
Penelitian ini akan memanfaatkan sorgum dengan cara mengkonversikan pati sorgum menjadi bioetanol. Biji sorgum yang digiling, patinya kurang sempurna diliquifikasi dengan amilase. Hambatan proses hidrolisis enzimatis terhadap pati sorgum yang baru digiling disebabkan oleh *protein body* yang melekat pada butir patinya. Matrik protein, sebagai *protein body* yang menyelimuti butir pati sorgum termasuk golongan *poliphenol*. Senyawa kompleks tersebut dapat dipecahkan dengan aktifitas enzim *protease* atau larutan alkali [Anggriani, 2009]. Penggunaan enzim *protease* untuk persiapan media fermentasi dari tepung sorgum dapat diganti dengan larutan alkali seperti NaOH, dilanjutkan dengan tahap liquifikasi menggunakan enzim amilase yang dapat mengubah pati menjadi gula dengan temperatur 80-90⁰C. Tahapan terakhir adalah proses SFS (Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak) menggunakan *fermentation agent* yaitu *Pichia stipitis*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur liquifikasi pati sorgum terhadap kadar gula yang dihasilkan pada proses konversi pati sorgum menjadi bioetanol dengan penambahan NaOH pada tahap *pretreatment* dan menentukan waktu fermentasi yang terbaik pada proses konversi pati sorgum menjadi bioetanol.

2. METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji sorgum, *Potato Dekstro* Agar (PDA),

Pichia stipitis, Enzim amilase dan glukoamilase, NaOH, CaCl₂, HCl, Buffer Sitrat 0,1 M pH 5, reagen Nelson-Somogyi, Nutrisi berupa yeast extract, KH₂PO₄, MgSO₄.7H₂O, (NH₄)₂SO₄, aquadest, NaOH, HCl.

Metodologi yang akan dilakukan pada penelitian ini terdiri dari tahap persiapan, tahap penelitian dan tahap analisa. Diagram prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Tahap Penelitian

Bahan baku untuk produksi bioetanol didapatkan dari biji sorgum yang menghasilkan pati. Pati harus dihancurkan untuk memecahkan susunan patinya agar bisa berinteraksi dengan air secara baik. Pada proses grinding, biji sorgum yang telah disiapkan dicuci kemudian dikeringkan dan dilakukan penggilingan dan diayak dengan ukuran 60-80 mesh hingga berbentuk tepung sorgum. Tahap pretreatment NaOH berfungsi untuk menembus matriks protein yang mengandung glutelin, albumin, dan globulin.

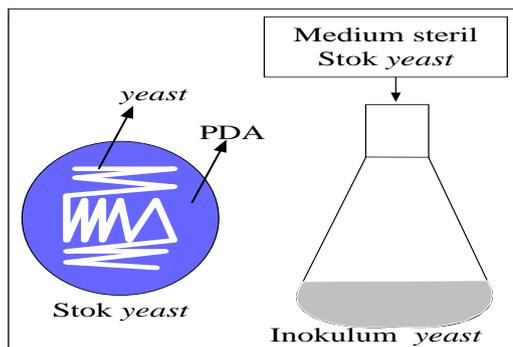
Semakin besar konsentrasi NaOH yang digunakan maka semakin besar kerja NaOH dalam proses peluruhan matriks dan protein body, dengan demikian kinerja enzim saat hidrolisis lebih optimal untuk memecah pati sehingga pada akhir proses sakarifikasi Reducing Sugar (RS) yang dihasilkan semakin besar yang berdampak pada kenaikan nilai DE (Dextrose Equivalent). Jika nilai DE meningkat maka semakin banyak jumlah glukosa yang tersedia sehingga konsentrasi etanol yang dihasilkan dari konversi glukosa oleh yeast saat proses fermentasi semakin besar. Konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 0,2% dengan waktu perendaman selama 2,5 jam. Pada proses ini digunakan HCl untuk menetralkan pH.

Proses liquifikasi digunakan untuk mengkonversi pati menjadi gula melalui proses pemecahan menjadi gula kompleks. Pada proses ini tepung sorgum dicampur dengan air hingga menjadi bubur lalu ditambahkan enzim amylase sebanyak 0,2 µL. Kemudian dipanaskan pada temperatur 75°C, 85°C dan 95°C. Proses Liquifikasi selesai ditandai bubur yang diproses menjadi lebih cair seperti sup. Analisa kadar gula pada masing-masing temperatur 75°C, 85°C dan 95°C dengan menggunakan metode nelson-somogyi.

Proses sakarifikasi merupakan pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana. Pada proses ini dilakukan penambahan enzim glukoamilase 0,2 µL.

Pada tahap fermentasi, pati telah berubah menjadi gula sederhana (glukosa dan sebagian fruktosa) dimana proses selanjutnya melibatkan penambahan enzim yang diletakkan

pada *yeast* agar dapat bekerja pada suhu optimum. Sebelum digunakan dalam proses fermentasi, *yeast* harus dibiakkan agar dapat digunakan untuk inokulum *yeast*. Dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pembuatan Inokulum *Yeast*

Proses Fermentasi dimulai dengan menambahkan sejumlah inokulum *yeast* ke dalam medium fermentasi (pati sorgum) dengan perbandingan komposisi yaitu 1:10. Fermentor yang digunakan adalah erlenmeyer yang berukuran 250ml. Fermentasi dilakukan pada suhu kamar 30°C. Waktu pengambilan sampel divariasikan 12 jam, 24 jam, 48 jam, 72 jam untuk mengetahui waktu optimum fermentasi. Kontak antara medium fermentasi dengan oksigen dibatasi dengan cara menutup rapat tempat fermentasi (erlenmeyer) menggunakan kapas dan kain kasa kemudian dilapisi dengan aluminium foil. Terjadinya fermentasi dapat dilihat dengan adanya gelembung gas yang keluar dari dasar erlenmeyer menuju ke permukaan cairan. Hasil fermentasi diambil dan dimasukkan dalam *sentrifuge tube*. Pisahkan cairan bersih dan endapan dalam tabung *sentrifuge*, kemudian analisa

konsentrasi etanol yang dihasilkan dengan menggunakan alkoholmeter.

Pada penelitian ini parameter yang dianalisis, yaitu: konsentrasi bioetanol dan konsentrasi gula substrat. Konsentrasi gula substrat berupa gula awal dan gula akhir dianalisis dengan metode nelson-somogyi. Prosedur pembuatan reagen dan pembuatan kurva standar glukosa dapat dilihat pada lampiran C dan D. Untuk menentukan konsentrasi etanol digunakan alat yaitu alkoholmeter juga dikenal dengan nama hidrometer alkohol. Alat ini sebenarnya digunakan dalam industri minuman keras (bir, wine) untuk mengukur kandungan alkohol dalam minuman tersebut. Di bagian atas alkohol meter tersebut dilengkapi dengan skala yang menunjukkan kadar alkohol. Prinsip kerjanya berdasarkan berat jenis campuran. Penggunaan alkoholmeter sangat sederhana. Pertama masukkan bioetanol ke dalam gelas ukur atau tabung atau botol yang tingginya lebih panjang dari panjang alkohol meter. Kemudian masukkan batang alkoholmeter ke dalam gelas ukur. Alkohol meter akan tenggelam dan batas airnya akan menunjukkan berapa kandungan alkohol di dalam larutan tersebut antara alkohol dengan air.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Konsentrasi Gula Awal Dari Pati Sorgum

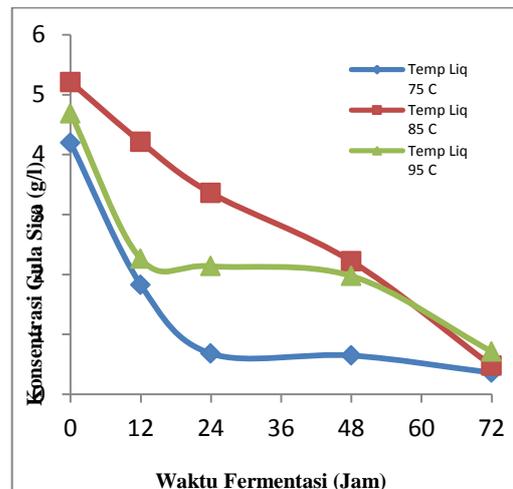
Analisa konsentrasi gula awal biji sorgum menggunakan metode Nelson somogyi dengan spektrofotometer sinar tampak. Pada temperatur liquifikasi 75°C diperoleh konsentrasi gula sebesar 4,197 g/l, sementara itu pada temperatur

liquifikasi 85⁰C diperoleh konsentrasi gula sebesar 5,211 g/l dan temperatur liquifikasi 95⁰C yaitu sebesar 4,689 g/l. Terlihat bahwa dengan semakin meningkatnya temperatur liquifikasi tidak memberikan peningkatan terhadap konsentrasi gula. Dari hasil yang diperoleh diketahui bahwa konsentrasi gula tertinggi adalah pada temperatur liquifikasi 85⁰C yaitu 5,211 g/l. Hal ini dipengaruhi oleh kinerja enzim amilase yang bekerja optimum pada temperatur 85⁰C, sesuai dengan referensi Uminingsih [2010] bahwa enzim amilase bekerja pada rentang temperatur 80-90⁰C.

Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Gula Sisa Hasil Fermentasi dengan Variasi Temperatur Liquifikasi

Fermentasi pati sorgum menggunakan *yeast Pichia stipitis* dilakukan secara *batch* dengan variasi temperatur liquifikasi dan waktu fermentasi. Hasil fermentasi masih mengandung gula yang dianalisa dengan menggunakan metode nelson somogyi dengan spektrofotometer sinar tampak. Hubungan antara temperatur liquifikasi dan waktu fermentasi terhadap gula sisa dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi gula semakin berkurang. Hal ini karena glukosa telah dikonversi menjadi bioetanol. Perubahan glukosa menjadi bioetanol sangat dipengaruhi oleh kinerja enzim dan *yeast Pichia stipitis*.

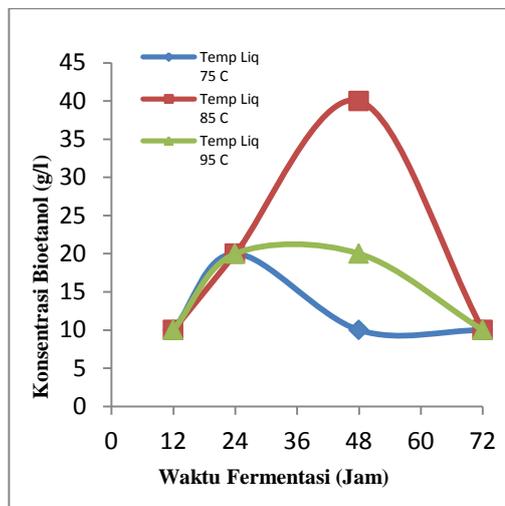


Gambar 3 Hubungan antara waktu fermentasi terhadap konsentrasi gula sisa.

Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol Hasil Fermentasi dengan Variasi Temperatur Liquifikasi

Proses produksi bioetanol dari biji sorgum dilakukan menggunakan metode SSF dengan variasi temperatur liquifikasi dan waktu fermentasi. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh dari variasi temperatur liquifikasi dan waktu fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.

Lama waktu fermentasi tidak selalu menyebabkan konsentrasi etanol menjadi tinggi akan tetapi semakin menurun, hal ini menunjukkan *yeast* tidak bekerja dengan baik untuk menghasilkan etanol secara optimal. Fase tersebut selain disebabkan oleh konsentrasi gula yang semakin berkurang juga dipengaruhi oleh pembentukan etanol produk dari fermentasi dapat menghambat pertumbuhan *yeast*, kemudian kemungkinan adanya reaksi lanjutan dari bioetanol menjadi produk lanjutan seperti asam asetat.

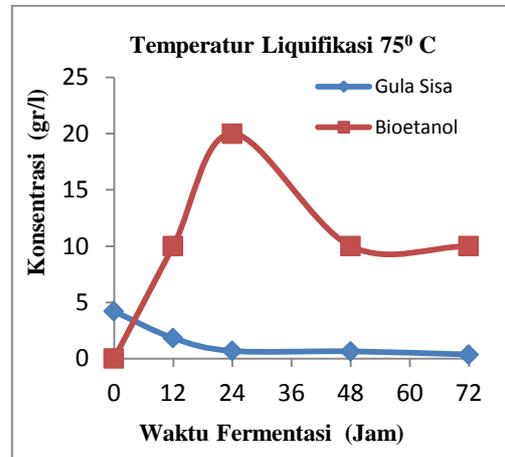


Gambar 4 Hubungan antara waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol

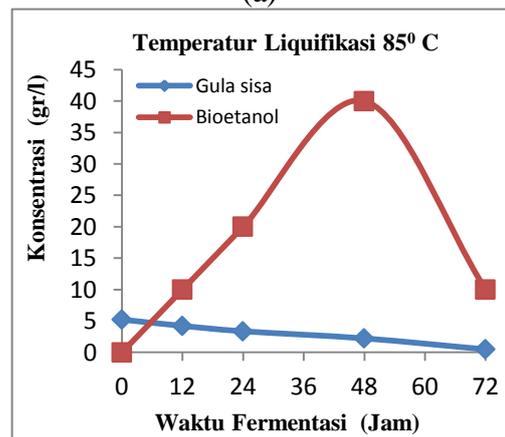
Hubungan antara konsentrasi Gula Sisa dengan Konsentrasi Bioetanol

Hubungan antara konsentrasi gula sisa dengan konsentrasi Bioetanol dapat ditunjukkan pada Gambar 5. Dapat dilihat konsentrasi bioetanol pada awal fermentasi selalu meningkat seiring berkurangnya konsentrasi gula kemudian setelah mencapai titik maksimum konsentrasi bioetanol semakin menurun. Hal ini selain dipengaruhi oleh konsentrasi gula yang semakin berkurang, juga dipengaruhi oleh proses hidrolisis yang lebih rendah dibandingkan laju fermentasinya. Ketika laju fermentasi cepat sementara terjadi kekurangan substrat gula, sebagian *yeast Pichia Stipitis* cenderung untuk mengonsumsi bioetanol, kemudian adanya reaksi lanjut dari bioetanol yang teroksidasi menjadi asam asetat. Kadar bioetanol dan kadar gula reduksi yang semakin menurun diduga tumbuhnya mikroba penghasil senyawa lain yang menyebabkan

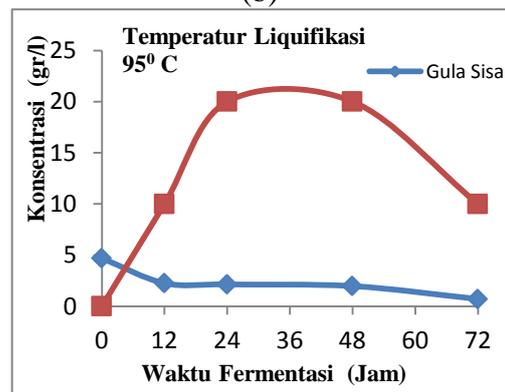
keadaan substrat berubah menjadi semakin asam.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5 Hubungan konsentrasi gula sisa dan konsentrasi bioetanol

Konversi Gula dari Pati Sorgum

Data hasil perhitungan konversi gula dari pati sorgum dapat dilihat pada Lampiran E.3. Konversi gula tertinggi diperoleh pada waktu 72 jam dengan temperatur 75⁰C yaitu sebesar 91,41%. Penurunan konsentrasi gula terjadi karena *yeast Pichia stipitis* memerlukan substrat untuk pertumbuhan, baik memperbanyak maupun mempertahankan sel. Gula digunakan oleh *yeast* untuk beraktivitas sehingga menghasilkan etanol.

Perbandingan Konsentrasi Bioetanol dalam Penelitian ini dengan Penelitian Lainnya

Perbandingan konsentrasi bioetanol dapat dilihat pada Tabel 4.4. Dari Tabel 4.4 terlihat bahwa pada penelitian ini menghasilkan konsentrasi bioetanol lebih rendah dibandingkan dengan beberapa penelitian lainnya yaitu Anggriani [2009], melakukan proses sakarifikasi dan fermentasi serentak pati sorgum dengan menggunakan *yeast Saccharomyces cerviceae*, diperoleh hasil bioetanol paling tinggi yaitu 9,30% begitu juga Uminingsih [2010] memperoleh kadar bioetanol yaitu 10,40%. Perolehan ini sangat jauh berbeda dengan hasil penelitian ini yaitu hanya memperoleh 4% bioetanol, hal ini dapat dipengaruhi oleh agen fermentasi yang digunakan. Pada fermentasi pati sorgum yang dilakukan Anggriani [2009] dan Uminingsih [2010] menggunakan agen fermentasi yaitu *yeast Saccharomyces cerviceae* sementara itu pada penelitian ini menggunakan *yeast Pichia Stipitis*. Selain itu diketahui konversi gula pada penelitian

Anggriani [2009] sebesar 58,76%, pada penelitian ini konversi gula diperoleh lebih besar yaitu sebesar 91,41%, penurunan konsentrasi etanol pada konsentrasi gula yang tinggi akan menghambat pertumbuhan sel. Jadi hal ini kemungkinan disebabkan karena lemahnya kinerja *yeast Pichia stipitis* pada konsentrasi gula yang tinggi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa bioetanol dapat diproduksi dari bahan baku sorgum dengan proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak menggunakan enzim amilase dan glukoamilase serta *yeast pichia stipitis*. Temperatur liquifikasi yang menghasilkan kadar gula tertinggi pada proses konversi pati sorgum menjadi bioetanol adalah pada temperatur 85⁰C yaitu 5,211 g/l. Waktu fermentasi terbaik pada proses konversi pati sorgum menjadi bioetanol adalah 48 jam pada temperatur liquifikasi 85⁰C dengan konsentrasi bioetanol yaitu 4% atau 40 gr/l.

Sebaiknya sorgum yang telah dipanen secepatnya dilakukan perlakuan awal jangan terlalu lama didiamkan, karena akan mempengaruhi hasil pada saat fermentasi. Untuk mendapatkan kadar bioetanol yang lebih tinggi sebaiknya dilakukan proses terpisah antara hidrolisis dan fermentasinya agar kemungkinan bioetanol yang terbentuk sebagai inhibitor pada proses hidrolisis enzim dapat dihindarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggriani, D dan Susilo, EA., 2009, Hidrolisis Biji Sorgum Menjadi Bioetanol Menggunakan NaOH-Papain dengan Metode Sakarifikasi dan fermentasi Simultan, Skripsi, Institut teknologi Sepuluh Nopember.
- Bailey, J.E., dan Ollis, D. F., 1986, *Biochemical Engineering Fundamentals*, edisi ke 2., McGraw Hill Book Company Inc., New York. 622.
- Chafid,A dan Kusumawardhani G., 2010, Modifikasi Tepung Sagu Menjadi Maltodekstrin Menggunakan Enzim A-Amylase, Skripsi, Universitas Diponegoro.
- DESDM., 2005. *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2005-2025*.
<http://www.esdm.go.id> 16 Mei 2012.
- Hoeman, Soeranto., 2011, Seminar Perkembangan Teknologi Sorgum Dari Riset Sampai Industri,
<http://www.batan.go.id> 16 Mei 2012.
- Outlook Energi Indonesia. 2010. Permasalahan Energi Di Masa Mendatang.
<http://www.bppt.go.id>. 16 Mei 2012.
- RHLBT., 2011, Sorgum Tanaman Harapan Masa Depan,
<http://www.greenmining.or.id>, 19 Maret 2012
- Supriyanto. 2005. Aplikasi *Molecular sieve* Pada Proses Dehidrasi di Pilot Plant Etanol, BPPT. *Journal Sains dan Teknologi Indonesia*, Volume 7: 115–118
- Uminingsih,DT dan Sari,YP, 2009, *Pretreatment Alkali Pada Hidrolisis Biokonversi Biji Sorgum Menjadi Etanol Secara Simultaneous Saccharification and Fermentation*, Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.