

EFEK PERLAKUAN KULIT BIJI BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus* L) TERHADAP PRODUKSI BIOETANOL OLEH *Saccharomyces cerevisiae*

F.R. Wirandasari¹⁾ dan T. Sopandi²⁾

- ¹⁾ Mahasiswa, Program Studi Biologi F.MIPA Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
²⁾ Staf Pengajar, Program Studi Biologi F.MIPA Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui efek perlakuan pendahuluan kulit biji bunga matahari terhadap produksi bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* dan efisiensi fermentasi dalam media hidrolisis kulit biji bunga matahari. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan pendahuluan kulit biji bunga matahari terdiri atas tanpa perlakuan pendahuluan kontrol, di kukus selama 3 jam dengan suhu 121⁰C, hidrolisis H₂SO₄, dan hidrolisis NaOH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kulit biji bunga matahari berpengaruh signifikan (P<0,05) terhadap produksi bioetanol, kadar karbon, kadar nitrogen dan efisiensi fermentasi. Perlakuan paling baik adalah perlakuan hidrolisis H₂SO₄.

Kata kunci : *Saccharomyces cerevisiae*, Bioetanol, Nitrogen, Karbon, Kulit Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L), Efisiensi fermentasi.

ABSTRACT

The research aimed of this study to sought determine effect pre-treatment of peel seeds, sunflower on bioethanol and fermentation efficiency in hydrolysis medium of peel sunflower seeds. The study was carried out experimentally using a completely randomized design. Skin pretreatment sunflower seeds on the production of bioethanol by *Saccharomyces cerevisiae* consists of pre-treatment controls, in stream for 3 hours at 121⁰C, hydrolysis H₂SO₄ and NaOH hydrolysis. The result of this study should pre-treatment have (P<0,05) effect of bioethanol production.

Key words: *Saccharomyces cerevisiae*, Bioethanol, Nitrogen, Carbon, Leather Sunflower Seed (*Helianthus annuus* L), fermentation efficiency

PENDAHULUAN

Ketersediaan bahan bakar berbasis fosil sangat terbatas. Selain itu, tingkat penggunaan bahan bakar tersebut juga dapat menimbulkan pencemaran udara dari gas. Pengadaan bahan bakar nabati bioetanol merupakan alternatif pengadaan bahan bakar cair. Dampak lingkungan yang terjadi saat ini mendorong untuk mencari energi terbaru lainnya, seperti biomasa.

Lignoselulosa limbah dapat berlimpah, memiliki potensi besar dalam produksi industri, seperti bioetanol, glukosa dan protein. Produksi bioetanol yang selama ini dilakukan di Indonesia melalui proses fermentasi media karbohidrat khususnya pati oleh *Saccharomyces cerevisiae* (Panahari & Yudianto, 2007). Namun demikian, bahan baku untuk produksi bioetanol tersebut ketersediaannya terbatas karena digunakan sebagai bahan pangan. Lignoselulosa merupakan bahan baku alternatif untuk produksi bioetanol. Namun demikian *Saccharomyces cerevisiae* tidak dapat mengkonversi lignoselulosa menjadi etanol karena mempunyai alternatif limbah selulosa yang rendah.

Kulit biji bunga matahari merupakan limbah dari industri menjadi biji bunga matahari yang

ketersediaan cukup produktif. Kulit biji bunga matahari selama ini belum dimanfaatkan sebagai produksi bahan bakar. Kulit biji bunga matahari (*Helianthus annuus* L) terbukti mengandung protein sebesar 40-45%. Protein dipecah menjadi glukosa, selanjutnya difermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* menjadi etanol. Pemanfaatan kulit biji bunga matahari ini memiliki kandungan dalam setiap seratus gram minyak kulit biji bunga matahari, terdapat lemak dengan total seratus yang terdiri dari lemak jenuh 9,8 dan lemak tidak jenuh (oleat) sebanyak 11,7. Selebihnya terdapat linoleat sebanyak 72,9 dan sisanya tidak mengandung kolesterol. Pemanfaatan bunga matahari terutama adalah sebagai sumber minyak. Minyak bunga matahari cocok dipakai untuk menggoreng dan menggentalkan salad. Minyak bunga matahari akan kaya asam linoleat (C18:2), suatu asam lemak tidak jenuh yang baik bagi kesehatan manusia (Cholid, 2012).

Pemanfaatan kulit biji bunga matahari (*Helianthus annuus* L) sebagai bahan baku fermentasi harus di beri perlakuan pendahuluan karena *Saccharomyces cerevisiae* tidak dapat mendegradasi lignoselulosa, beberapa jenis

perlakuan pendahuluan telah dimanfaatkan untuk limbah lignoselulosa seperti tongkol jagung, air jerami padi.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Februari-Juni 2013 yang bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Biologi FMIPA dan Laboratorium Kimia Organik Fakultas Teknik kampus II UNIPA Surabaya Jl.Dukuh Menanggal XII Surabaya dan Balai Penelitian dan Konsultansi Industri (BPKI) Jl. Ketintang XVII/14 Surabaya.

Metode Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) untuk 4 jenis perlakuan dengan perlakuan diulang sebanyak 5 kali. metode penelitian ini ada 4 jenis perlakuan pendahuluan kulit biji bunga matahari sebelum di fermentasi melakukan potongan, meliputi:

Tepung kulit biji bunga matahari tanpa perlakuan pendahuluan

Kulit biji bunga matahari yang sudah ditimbang dan dikeringkan dengan menggunakan oven, diblender sampai halus merata lalu serbuk kulit biji bunga matahari ditimbang sebanyak 200 gram, masukkan serbuk kulit biji bunga matahari ke dalam gelas beaker 500 ml dan tuangkan 1 liter air aquades, ditutup dengan aluminium foil selama 24 jam. Setelah didiamkan selama 24 jam, difiltrasi dan diberi larutan nutrisi sampai merata dan dibagi 5 perulangan pada botol erlenmeyer 250 ml sebanyak 50 ml dan masukkan inokulum *S. cerevisiae*.

Tepung kulit biji bunga matahari dikukus selama 3 jam dengan suhu 121⁰ C

Kulit biji bunga matahari yang sudah ditimbang dan dikeringkan dengan menggunakan oven, diblender sampai halus merata lalu serbuk kulit biji bunga matahari yang dibutuhkan sebanyak 200 gram dan serbuk kulit biji bunga matahari yang digunakan sebanyak 50 gram, masukkan serbuk kulit biji bunga matahari ke dalam botol selai masing-masing 4 buah botol selai, 4 buah botol selai yang berisi serbuk kulit biji bunga matahari dikukus selama 3 jam dengan suhu 121⁰C setelah di kukus, masukkan 1 liter air aquades, ditutup dengan aluminium foil selama 24 jam. Setelah didiamkan selama 24 jam difiltrasi dan diberi larutan nutrisi sampai merata dan dibagi 5 perulangan pada botol erlenmeyer 250 ml sebanyak 50 ml dan masukkan inokulum *S.cerevisiae*.

Tepung kulit biji bunga matahari di hidrolisis 0,1 % H₂SO₄

Kulit biji bunga matahari yang sudah ditimbang dan dikeringkan dengan menggunakan oven, diblender sampai halus merata lalu serbuk kulit biji bunga matahari yang dibutuhkan sebanyak 200 gram dan serbuk kulit biji bunga matahari yang digunakan sebanyak 50 gram, masukkan serbuk kulit biji bunga matahari ke dalam botol selai masing-masing 4 buah botol selai, 4 buah botol selai yang berisi serbuk kulit biji bunga matahari diberi larutan hidrolisis 0,1% H₂SO₄. setelah diberi larutan hidrolisis 0,1 % H₂SO₄ dan diauktoklaf, masukkan 200 liter air aquades, diaduk hingga merata, difiltrasi dan diberi larutan nutrisi sampai merata dan dibagi 5 perulangan pada botol erlenmeyer 250 ml sebanyak 50 ml dan masukkan inokulum *S. cerevisiae*.

Tepung kulit biji bunga matahari di hidrolisis 0,1% NaOH

Kulit biji bunga matahari yang sudah ditimbang dan dikeringkan dengan menggunakan oven, diblender sampai halus merata lalu serbuk kulit biji bunga matahari yang dibutuhkan sebanyak 200 gram dan serbuk kulit biji bunga matahari yang digunakan sebanyak 50 gram, masukkan serbuk kulit biji bunga matahari ke dalam botol selai masing-masing 4 buah botol selai, 4 buah botol selai yang berisi serbuk kulit biji bunga matahari diberi larutan hidrolisis 0,1% NaOH. setelah diberi larutan hidrolisis 0,1 % NaOH dan diauktoklaf, masukkan 200 liter air aquades, diaduk hingga merata, difiltrasi dan diberi larutan nutrisi sampai merata dan dibagi 5 perulangan pada botol erlenmeyer 250 ml sebanyak 50 ml dan masukkan inokulum *S. cerevisiae* (Apriyantoro, 2008).

Prosedur Penelitian

Sebanyak 100 gram kulit biji bunga matahari dikupas dan dibuang biji bunga matahari (daging biji bunga matahari). Kemudian ditimbang dengan timbangan analitik untuk mengetahui berat awal yang masing-masing 50 gram. Setelah di timbang kulit biji bunga matahari di masukkan ke dalam oven pada suhu 80-90⁰C sampai konstan selama 2 hari. Setelah di oven selama 2 hari di timbang lagi untuk mengetahui berat akhir. Kulit biji bunga matahari setelah di oven kemudian digiling dan diayak sampai halus menjadi bubuk serbuk kulit biji bunga matahari. Serbuk bubuk kulit biji bunga matahari di timbang masing-masing 200 gram. Dibagi 4 perlakuan hidrolisis dengan 0,1% H₂SO₄, 0,1% NaOH, 1 ml Efisiensi fermentasi, 1 ml efisiensi perlakuan pendahuluan dan dikukus pada suhu 121⁰C selama 3 jam tanpa perlakuan pendahuluan dan di saring lalu di ukur dengan pH dengan mengetahui analisis gula reduksi.

Serbuk kulit biji bunga matahari bahan masing-masing dibagi menjadi 50 ml, selanjutnya sebagian di rendam air dan ditambahkan sumber nitrogen meliputi NPK, UREA, KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ setelah ditambah sumber nitrogen maka sumber tersebut ditambah dengan inokulum *Saccharomyces cerevisiae* lalu masukkan ke inkubasi selama 7 hari pada suhu $28\text{-}30^\circ\text{C}$ dan disaring lagi di distilasi, diukur kadar analisis etanol menghasilkan efisiensi fermentasi.

Analisis Statistika

Data kadar gula reduksi dan kadar etanol dapat di analisis dari statistika dengan menggunakan analisis ragam, rancangan penelitian menggunakan RAL (rancangan acak lengkap). Pada pembatasan antar perlakuan yang diuji lanjut dengan uji BNT 5%.

Hasil penyajian analisis statistika menggunakan varian satu arah. Untuk mengetahui tabel perbedaan antar perlakuan dalam uji legal dengan uji beda nyata frekuensi antara statistika di dalam menggunakan SPSS 16.

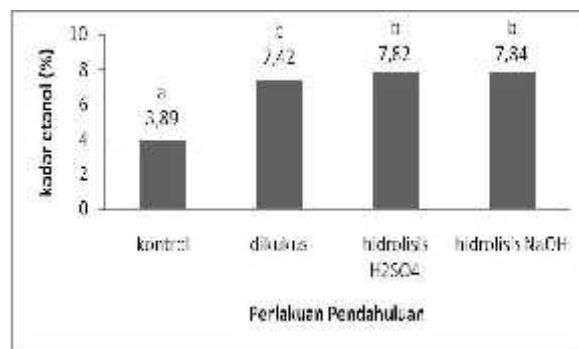
HASIL PENELITIAN

Respon Kadar Air Pada Kulit Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L)

Kulit biji bunga matahari (*Helianthus annuus* L) yang sudah di oven selama 2 hari dengan tujuannya kadar air untuk proses pembusukan dan ketengikan. Kerusakan bahan makanan pada umumnya merupakan proses mikrobiologis secara kimiawi dan enzimatis atau kombinasi (Yerichan, 2010). Respon kadar air kulit biji bunga matahari selama di oven memberi respon pembentukan warna kulit biji bunga matahari yang sebelumnya berwarna putih setelah dua hari masa oven kulit biji bunga matahari berwarna yang bervariasi. Data berat awal dan berat akhir, Kadar Air dan rata-rata Terhadap Kulit Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L). Data hasil penelitian ini dapat menjelaskan kadar air dan rata-rata kulit biji bunga matahari secara berurutan sebagai berikut:

Pengaruh Konsentrasi Kulit Biji Bunga Matahari Kadar Etanol

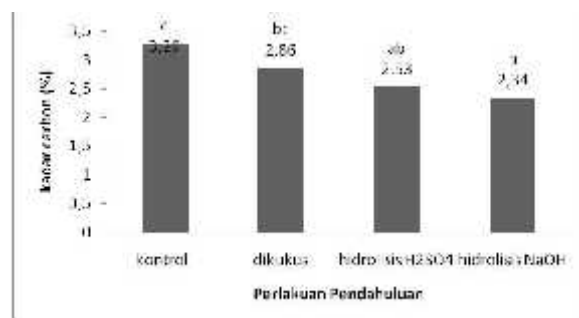
Data dan analisis statistika produksi etanol oleh *S. cerevisiae* pada kulit biji bunga matahari yang dibagi berbagai perlakuan pendahuluan. Gambar 1. menunjukkan bahwa kadar etanol ($P < 0,05$) pada perlakuan kontrol ($3,89 \pm 0,16\%$) signifikan ($P < 0,05$) lebih rendah di dibandingkan, perlakuan di kukus ($7,42 \pm 0,62\%$), H_2SO_4 ($7,82 \pm 0,9\%$), dan perlakuan NaOH ($7,84 \pm 0,60\%$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pendahuluan kulit biji bunga matahari berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap produksi bioetanol.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi air pada kadar etanol kulit biji bunga matahari terhadap produksi bioetanol oleh *S. cerevisiae*, diberi notasi huruf yang sama tidak berpengaruh signifikan ($P > 0,05$)

Kadar Karbon

Data dan analisis statistika kadar karbon pada media hasil fermentasi *S. cerevisiae* untuk produksi bioetanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pendahuluan berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap kadar karbon. Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar karbon pada media dengan perlakuan pendahuluan kontrol ($2,34 \pm 0,05\%$) signifikan ($P < 0,05$) lebih rendah dibandingkan kadar karbon pada perlakuan di kukus ($2,34 \pm 0,05\%$) dan perlakuan pengukusan ($2,86 \pm 0,02\%$) tetapi tidak berbeda signifikan ($P < 0,05$) dengan kadar karbon pada media hasil fermentasi biji kulit matahari yang dihasil perlakuan hidrolisis H_2SO_4 ($2,53 \pm 0,38\%$).

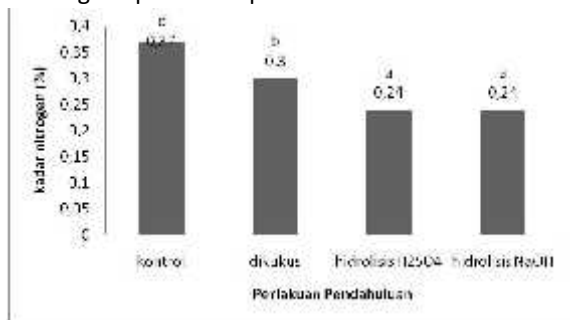


Gambar 2. Pengaruh konsentrasi air pada kadar etanol kulit biji bunga matahari terhadap produksi bioetanol oleh *S. cerevisiae*, yang diberi notasi huruf yang sama tidak berpengaruh signifikan ($P > 0,05$)

Kadar Nitrogen

Data dan analisis statistika kadar nitrogen pada media hasil fermentasi *S. cerevisiae* untuk produksi bioetanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pendahuluan biji bunga matahari berpengaruh signifikan terhadap kadar nitrogen media hasil fermentasi *S. cerevisiae*. Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar nitrogen substrat hasil

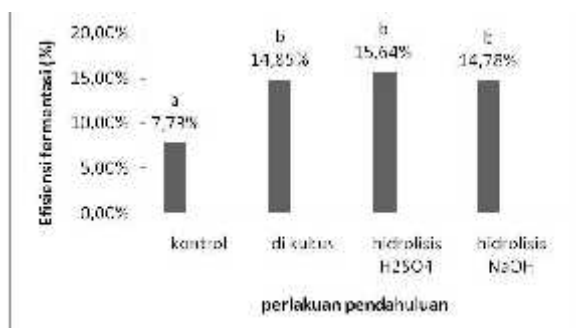
fermentasi yang diberi perlakuan hidrolisis NaOH dan H₂SO₄ signifikan ($P < 0,05$) lebih kecil di bandingkan perlakuan pendahuluan di kukus dan perlakuan pendahuluan kontrol. Namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$) antara kadar nitrogen pada hidrolisis H₂SO₄ dan hidrolisis NaOH, sedangkan kadar nitrogen fermentasi yang dihasilkan perlakuan pendahuluan pengukusan berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) lebih kecil di bandingkan perlakuan pendahuluan kontrol.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi air pada kadar nitrogen kulit biji bunga matahari terhadap produksi bioetanol oleh *S. cerevisiae*, diberi notasi huruf yang sama tidak berpengaruh signifikan ($P > 0,05$)

Efisiensi Fermentasi

Hasil analisis statistika dan perhitungan efisiensi fermentasi dapat di sajikan pada lampiran 8 dan 15. Gambar 5.3 yang menunjukkan bahwa hasil efisiensi fermentasi perlakuan pendahuluan H₂SO₄ berpengaruh signifikan pada ($P > 0,05$) lebih besar di bandingkan perlakuan pendahuluan hidrolisis NaOH. Efisiensi fermentasi perlakuan pendahuluan kontrol berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) lebih rendah pada efisiensi fermentasi perlakuan pendahuluan pengukusan, H₂SO₄ dan hidrolisis NaOH.



Gambar 4. Pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap efisiensi fermentasi produksi bioetanol kulit biji bunga matahari oleh *S. cerevisiae*, rata-rata angka efisiensi fermentasi yang didampingi huruf (a,b) yang sama tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

PEMBAHASAN

Perlakuan pendahuluan lignoselulosa untuk produksi bioetanol oleh *S. cerevisiae* berfungsi untuk mendegradasi media lignoselulosa menjadi media karbon dan nitrogen kulit biji bunga matahari terhadap produksi bioetanol oleh *S. cerevisiae* (Echeverria, 2006). Lignoselulosa menghasilkan selulosa dan hemiselulosa terhadap mikroorganisme yang mampu menghidrolisis selulosa sebagai bahan sumber energi dan pangan seperti fungi (Subekti, 2006), karena lignoselulosa menghasilkan kulit biji bunga matahari yang mengandung karbohidrat, mineral yang menyebabkan kadar etanol dihasilkan lebih banyak oleh *S. cerevisiae*. *S. cerevisiae* ini digunakan fermentasi agar menghasilkan kadar etanol lebih banyak.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pendahuluan kulit biji bunga matahari berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap produksi bioetanol. Perlakuan pengukusan terhadap degradasi lignoselulosa berfungsi meningkatkan area permukaan yang mudah diakses oleh degradasi (Sun and Cheng, 2002 dalam Millati, et al, 2011) dan mendapatkan kadar etanol optimal (Minarni, et al, 2013). Perlakuan NaOH berfungsi netralisasi menghilangkan sisa asam yang tinggi akibat proses hidrolisis karena proses hidrolisis fermentasi, maka pH diatur antara pH 4-4,5 yang merupakan pH optimum oleh pertumbuhan *S. cerevisiae* (Oktavia, Sumiyati, dan Sutrisno, 2012). Perlakuan H₂SO₄ berfungsi untuk hidrolisis dan terdegradasi pada lignoselulosa (Saha and Cotta, 2008 dalam Millati, et al, 2011).

Karbon dapat digunakan oleh *S. cerevisiae* sebagai nutrisi untuk pertumbuhan dan produksi etanol. Nutrisi dapat terdegradasi hasil etanol akibat penyimpanan sel amobil tanpa nutrisi dapat disebabkan adanya enzim metabolisme (Elevri, 2006). Hasil penelitian menunjukkan kadar karbon yang terdapat dalam media hasil fermentasi kulit biji bunga matahari yang di kukus, hidrolisis H₂SO₄ dan hidrolisis NaOH signifikan lebih rendah dibandingkan kontrol. Konsumsi karbon digunakan pertumbuhan optimum pada media oleh *S. cerevisiae* dan konsentrasi pertumbuhan media berpengaruh signifikan lebih kecil di bandingkan konsentrasi pertumbuhan media yang terhambat pada pertumbuhan *S. cerevisiae* (Said, 1987). Konsumsi karbon di gunakan sebagai karbohidrat yang menghasilkan banyaknya selulosa dan di hidrolisis secara kimia membentuk enzimatis (Hartoto, 1992).

Nitrogen oleh *S. cerevisiae* dapat digunakan sebagai nutrisi untuk produksi bioetanol. Nutrisi lebih banyak dihasilkan oleh khamir karena jumlah nitrogen lebih besar daripada konsumsi karbon yang menghasilkan sumber energi terdapat pada karbohidrat. Karbohidrat ini termasuk oleh *S. cerevisiae* untuk pertumbuhan fermentasi dan

menghasilkan nitrogen (Sefriana, 2012). Konsumsi nitrogen digunakan jumlah nitrogen yang di konsumsi ragi sebagai kebutuhan nitrogen. Kebutuhan nitrogen di butuhkan jumlah nitrogen yang digunakan untuk pertumbuhan gula katabolisme. Nitrogen terdapat nilai konsentrasi fermentasi yang jumlah nitrogen sebesar 120 sampai 140 g/l. Rata-rata konsumsi nitrogen lebih rendah di bandingkan konsentrasi asam amino. Fermentasi pada konsentrasi nitrogen terdapat produksi hidrogen sulfida dan terdegradasi gula yang sudah terukur kebutuhan nitrogen oleh *S.cerevisiae* (Jiranek, *et al*, 1995).

Efisiensi fermentasi produksi bioetanol oleh *S. cerevisiae* digunakan sebagai molase yang menghasilkan selulosa pada etanol terhadap kulit biji bunga matahari. Molase ini terdegradasi oleh selulosa yang terdapat pada mikroba yang aktif sebagai pembentukan glukosa menjadi etanol adalah khamir terdapat pada *S. cerevisiae* pertumbuhan efisiensi fermentasi ini berpengaruh terhadap produksi etanol, karena pertumbuhan khamir ini terdapat pada faktor nutrisi dan faktor lingkungan, seperti bioetanol dan bahan energi (Wansuksri, 2010).

KESIMPULAN

Perlakuan pendahuluan kulit biji bunga matahari berpengaruh signifikan terhadap produksi bioetanol, terhadap kadar karbon dan kadar nitrogen oleh *S. cerevisiae*. Kadar karbon oleh *S. cerevisiae* tertinggi di peroleh pada media kulit biji bunga matahari yang di peroleh pada perlakuan pendahuluan H₂SO₄. Kadar nitrogen oleh *S. cerevisiae* tertinggi di peroleh pada media kulit biji bunga matahari yang di peroleh perlakuan pendahuluan H₂SO₄.

DAFTAR PUSTAKA

Coleo, T.C, O. Souza, N. Sellin, SH.W. Medeiros, C. Marangoni. 2012. *Analysis Of The Reflux Ration On The Batch Distilation Of Bioethanol Obtained From Lignocelluloic Residue*. Brazil:Unville

Del Campo, I, Alegria, I.,Zazpe, M., Echeverria, I. 2006. *Diluted Acid Hydrolysis Pre-treatment*

Of Agri-Food Wastes For Bioethanol Production. Industrial Crops and Products, 24:214-221.

Elevri, P.A dan S.R. Putra. 2006. *Produksi Etanol Menggunakan Saccharomyces cerevisiae yang Dimobilisasi Dengan Agar Batang*. Akta Kaminiao 1 (2) : 105-114

Jiranek, V, P. Langridge, and P.A. Henscke. 1995. *Amino Acid and Ammonium Utilization by Saccharomyces cerevisiae Wine Yeasts From a Chemically Defined Medium*. [Journal]

Musyarofah, E. 2007. *Hidrolisis Empelur Sagu (Metroxylon sp) Secara Asam dan Pemanfaatannya Untuk Fermentasi Etanol Oleh Saccharomyces cerevisiae* [Skripsi]. Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah.

Nurfiana, fifi, Umi Mukaroma, Vicki Citra Jeannis, Sugili putra. 2009. *Pembuatan Bioetanol Dari Biji Durian Sebagai Sumber alternatif*. Seminar nasional V SDM Teknologi Nuklir. STTN-BATAN. Yogyakarta. 5 November 2009.

Oktavia, Hervina Tri, Sri Sumiyati, Endro Sutrisno. 2012. *Pemanfaatan Limbah air Cucian Beras Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Padat Secara Fermentasi Oleh Saccharomyces cerevisiae*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Purba, Elida. 2009. *Hidrolisis Pati Ubi Kayu (Manihot esculenta) dan Pati Ubi Jalar (Ipomonea batatas) menjadi Glukosa Secara Cold Process dengan Acid Fungal Amilase dan Glukoamilase*. Lampung: Universitas Lampung.

Saha and Cotta, dalam Miliati et al. 2011. *Biological pretreatment of lignocelluloses with white-rot fungi and its applications: A review*. BioResources 6: 5224-5259 [Jurnal]

Sun and cheng, 2002 dalam Miliati et al. 2011.

Biological pretreatment of lignocelluloses with white-rot fungi and its applications: A review. BioResources 6: 5224-5259 [Jurnal]

Sun and Cheng, J. 2002. *Hydrolysis of Lignocellulosic Materials For Ethanol Production*, Bioresource Technology, 83, hal. 1-1.

