

STUDI PENGARUH *PRETREATMENT* HIDROTERMAL TERHADAP FERMENTASI SIMULTAN PADA RUMPUT LAUT (*Ulva lactuca*) MENJADI BIOETANOL

Okky Amelia Sandra*, Wahyunanto Agung Nugroho, Rini Yulianingsih

Jurusan keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl.Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, E-mail: okysandra24@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *pretreatment* hidrotermal terhadap rumput laut *Ulva lactuca*. 100 gram *Ulva lactuca* dicampur dengan aquades dengan perbandingan 1:3 dan dikecilkan ukurannya menggunakan *blender*. Hasil dari proses tersebut diberikan perlakuan hidrotermal dengan variasi suhu 100 °C, 110 °C, 121 °C dan lama waktu 10 menit, 20 menit, 30 menit dan selanjutnya dilakukan fermentasi menggunakan *yeast Saccharomices cerevisiae*. Berdasarkan hasil penelitian, *pretreatment* hidrotermal tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Kadar etanol kontrol mempunyai hasil lebih tinggi yaitu sebesar 0,0232 ml/DM *U.lactuca* dibandingkan dengan hasil terbaik dengan perlakuan hidrotermal yaitu sebesar 0,0140 ml/DM *U.lactuca*. Perlakuan hidrotermal tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar gula reduksi. Hal ini dibuktikan dengan hasil kadar gula reduksi dengan perlakuan hidrotermal pada waktu 30 menit dengan variasi suhu (100 °C, 110 °C, 121 °C) yang terus meningkat. Hasil terbaik pada suhu 121 °C dengan waktu 30 menit yaitu sebesar 2,9%, hasil kadar gula reduksi kontrol sebesar 2,24% yang membuktikan bahwa perlakuan hidrotermal memberikan sedikit pengaruh terhadap peningkatan kadar gula reduksi.

Kata kunci: *pretreatment*, hidrotermal, fermentasi, *Ulva lactuca*, bioetanol

Studies On The Effect Of Hydrothermal Pretreatment Of The Seaweed (*Ulva lactuca*) Simultaneous Bioethanol Fermentation

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of hydrothermal pretreatment on the seaweed (*Ulva lactuca*). 100 grams of *Ulva lactuca* is mixed with distilled water with ratio 1: 3 and is size reducing with blender. The result from the process then processed with hydrothermal treatment with variation temperature (100 °C, 110 °C, 121 °C) and time (10 min, 20 min, 30 min), then are fermented using *Saccharomices cerevisiae*. The result of this study shows that hydrothermal pretreatment is not provides any significant effect on ethanol production. The ethanol content from control (no hydrothermal treatment) has a higher yield (0.0232 ml / DM *U.lactuca*) than the best results from hydrothermal treatment (0.0140 ml / DM *U.lactuca*). Hydrothermal treatment is not provides any significant effect on reduced sugar content. It is shown by the result of reduced sugar content with hydrothermal treatment (30 min process) at variation temperature (100 °C, 110 °C, 121 °C) is increase continuously. The best result of reduced sugar content at 121 °C with 30 min hydrothermal treatment is 2.9%, while which from the control is 2.24%. It proves that the hydrothermal treatment gives a little effect on reduced sugar content.

Key words: *pretreatment*, hydrothermal, fermentation, *Ulva lactuca*, bioethanol

PENDAHULUAN

Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral (2006) mencatat bahwa terjadinya pertumbuhan yang cukup substansial dalam permintaan energi final di Indonesia pada kurun waktu 1990-2005, yaitu dengan rata-rata pertumbuhan konsumsi sebesar 4,08% per tahun. Oleh karena itu segera dilakukan upaya pengadaan energi alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak yang bersumber dari fosil. Salah satu bentuk energi terbarukan adalah energi biomassa. Energi biomassa merupakan suatu bentuk energi yang berasal dari bahan-bahan organik melalui beberapa proses. Bioetanol merupakan salah satu energi alternatif yang dapat diperbarui dan diproduksi dari biomassa melalui fermentasi menggunakan *yeast*/khamir. Dengan luas wilayah yang 2/3 merupakan laut, Indonesia mempunyai potensi untuk mengembangkan etanol dari bahan baku rumput laut. Salah satu jenis rumput laut tersebut yaitu *Ulva lactuca*.

Kandungan lignin pada *Ulva lactuca* menurut Santi (2012) sebesar 2,9% dari 0,5 gram *Ulva lactuca* yang telah dikeringkan, sedangkan kandungan selulosanya sebesar 19,58%. Dengan kandungan lignin yang rendah maka tidak diperlukan proses yang panjang untuk mendegradasi lignin karena lignin akan terurai ketika proses *size reducing*. Parameter pengamatan yang digunakan yakni suhu dan waktu proses hidrotermal dengan autoklaf, kadar gula setelah proses hidrotermal dengan metode Nelson-Shomogyi, dan kadar etanol dengan metode *Gas Chromatography*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *pretreatment* hidrotermal terhadap rumput laut *Ulva lactuca* dan mengetahui hasil perlakuan terbaik akibat adanya perlakuan lama proses hidrotermal dan variasi suhu pada proses hidrotermal.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *blender* Cosmos CB-180, autoklaf, tabung Erlenmeyer 250 ml, *waterbath shaker*, *incubator*, dan mikro pipet. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut *Ulva lactuca* yang berasal dari Pantai Kondang Merak-Malang, biakan murni *Saccharomyces cerevisiae* dari koleksi Laboratorium Mikrobiologi Pangan FTP Universitas Brawijaya, pepton, glukosa, *yeast extract*, aquades dan alkohol 70%.

Pembuatan Starter *Saccharomyces cerevisiae*

Pembuatan starter etanol dilakukan dengan menumbuhkan 1 ose kultur *Saccharomyces cerevisiae* pada media sintetik cair (PGYB) dengan komposisi glukosa 20 g/L, *yeast extract* 10 g/L, dan pepton 20 g/L. Sel ditumbuhkan dalam inkubator suhu 30 °C selama 24 jam (V.V.R. Bandaru *et al.*, 2006). Sebanyak 3% starter *S.cerevisiae* dimasukkan ke dalam 50 ml medium cair untuk selanjutnya dilakukan proses fermentasi pada *waterbath shaker* dengan suhu 30 °C (Kumalasari, 2011), kecepatan agitasi ukuran sedang, dan waktu 72 jam (Sari dkk, 2008).

Proses Pretreatment

1. *Ulva lactuca* dicuci bersih untuk menghilangkan air laut, pasir dan benda asing yang menempel pada makroalga tersebut.
2. Proses pengecilan ukuran *Ulva lactuca* dilakukan dengan menggunakan *blender* Cosmos CB180 yang dapat dikatakan sebagai proses pretreatment awal. Proses pengecilan ukuran bertujuan untuk mendegradasi lignin serta memudahkan ketika proses fermentasi.
3. Hasil dari proses pengecilan ukuran diencerkan dengan penambahan *aquadest* perbandingan 1:3.
4. Ditambahkan glukosa sebanyak 30 g/L untuk nutrisi *Saccaromyces cerevisiae*
5. Setelah itu *Ulva lactuca* tersebut diberi perlakuan *pretreatment* hidrotermal. Proses hidrotermal tersebut dilakukan dengan menggunakan autoklaf dengan variasi waktu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit serta dengan variasi suhu yaitu 100 °C, 110 °C, dan 121 °C. selanjutnya dilakukan analisa kadar gula menggunakan metode NelsonShomogyi.

Fermentasi *Ulva lactuca*

Pengaruh proses *pretreatment* hidrotermal terhadap proses fermentasi dapat diketahui dengan mengacu pada kadar etanol yang dihasilkan, maka medium *Ulva lactuca* tersebut difermentasi oleh yeast

Saccharomyces cerevisiae. Sebelum dilakukan fermentasi, medium tersebut diukur pH-nya dengan pH meter. Fermentasi tersebut dilakukan dalam *waterbath shaker* pada suhu 30 °C, kecepatan agitasi ukuran sedang, selama 72 jam (Wignyanto, 2001). Setelah 72 jam dilakukan analisis kadar etanol dengan menggunakan gas kromatografi.

Rancangan Percobaan

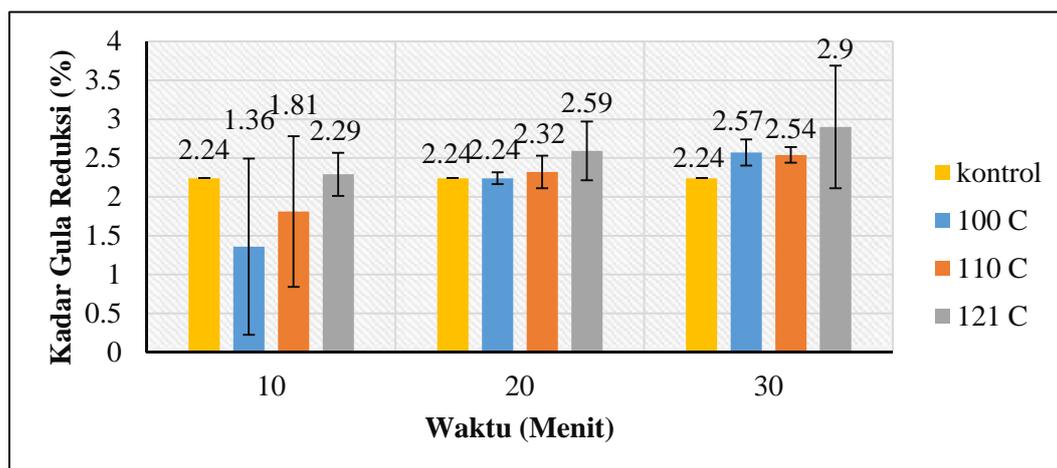
Penelitian ini menggunakan rancang acak lengkap (RAL) dengan dua faktor perlakuan. faktor pertama adalah suhu hidrotermal yang terdiri dari 3 variasi yaitu 100 °C, 110 °C, dan 121 °C. Sedangkan faktor kedua adalah waktu hidrotermal yang terdiri dari tiga variasi yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Selain itu terdapat kontrol yaitu *Ulva lactuca* tanpa diberi perlakuan hidrotermal.

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam satu arah (*Oneway Analysis of Variance = Oneway ANOVA*) dengan metode RAL secara faktorial. Selanjutnya dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf uji 5% dan 1%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh *Pretreatment* Hidrotermal Terhadap Kadar Gula Reduksi

Terdapat kecenderungan peningkatan kadar gula reduksi terhadap suhu dan lama proses hidrotermal. Pengaruh *pretreatment* hidrotermal terhadap kadar gula reduksi ditunjukkan pada **Gambar 1**. Pada lama proses 10 menit mempunyai kisaran nilai kadar gula reduksi antara 1,36% hingga 2,29%. Nilai kadar gula reduksi semakin meningkat pada lama proses hidrotermal 20 menit yang mempunyai kisaran nilai 2,24% hingga 2,59%. Sedangkan pada lama proses hidrotermal 30 menit mempunyai kisaran yang pali besar yaitu 2,57% hingga 2,9%. Tetapi pada lama waktu 10 menit mempunyai kisaran nilai kadar gula reduksi yang lebih rendah dibandingkan kontrol (bahan tanpa *pretreatment* hidrotermal). Hal ini dikarenakan pada suhu dan lama waktu tersebut, autoklaf belum bekerja secara maksimal dalam memutus rantai polimer selulosa. *Pretreatment* hidrotermal pada penelitian ini dimaksudkan sebagai hidrolisis secara fisik sehingga untuk memecah selulosa menjadi glukosa. Sehingga diperlukan suhu yang tinggi dan lama proses hidrotemal yang panjang untuk mendapatkan hasil kadar gula reduksi yang cukup tinggi. *Pretreatment* hidrotermal dengan lama waktu 30 menit mempunyai hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Kadar gula reduksi tertinggi sebesar 2.9% diperoleh pada suhu 121 °C dengan lama waktu 30 menit. Hal ini terjadi karena diduga pada waktu dan suhu tersebut autoklaf telah bekerja maksimal dalam memecah struktur selulosa menjadi glukosa.



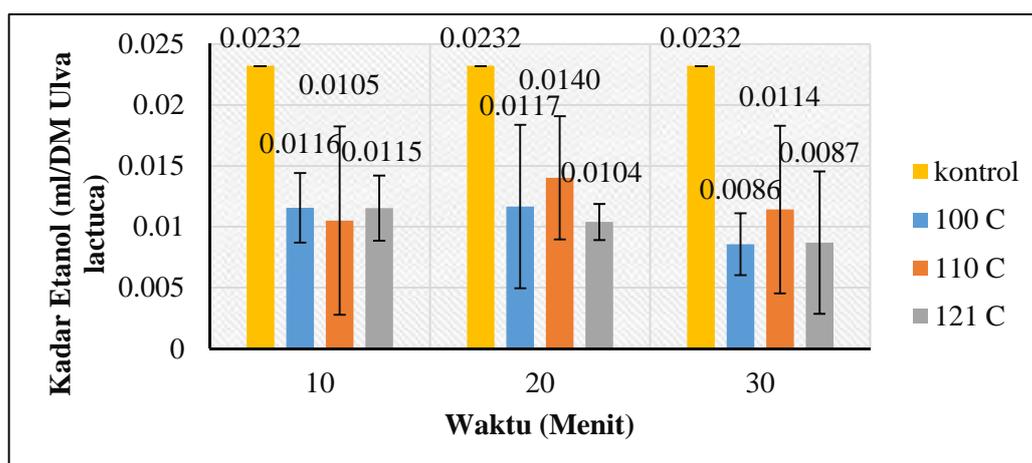
Gambar 1. Pengaruh *Pretreatment* Hidrotermal Terhadap Kadar Gula Reduksi

Perlakuan *pretreatment* hidrotermal yang diharapkan adalah perlakuan yang dapat menjadikan kandungan kadar gula reduksi meningkat dari bahan sebelum dilakukan proses *pretreatment* hidrotermal. Kecenderungan data pada penelitian meningkat sesuai dengan penelitian Musanif (2008), hidrolisis secara

kimiawi dan fisik akan memutus rantai polimer secara acak, sedangkan hidrolisis enzimatis akan memutus rantai polimer secara spesifik pada percabangan tertentu. Menurut Sun & Cheng (2005) *pretreatment* seharusnya memenuhi kebutuhan berikut: meningkatkan pembentukan gula atau kemampuan menghasilkan gula pada proses berikutnya melalui hidrolisis enzimatis, menghindari degradasi atau kehilangan karbohidrat, menghindari pembentukan produk samping yang dapat menghambat proses hidrolisis dan fermentasi. Pengaruh suhu dan waktu *pretreatment* hidrotermal terhadap kadar gula reduksi dapat dilihat pada Gambar 1. Menurut penelitian Andansari dkk. (2014), Semakin besar suhu dan semakin lama waktu yang diperlukan, maka konsentrasi gula reduksi juga semakin besar. Selain itu, semakin lama waktu reaksi akan menyebabkan proses hidrolisis semakin sempurna

Pengaruh *Pretreatment* Hidrotermal Terhadap Kadar Etanol

Kadar etanol tertinggi diperoleh pada lama proses hidrotermal 20 menit dengan kisaran nilai antara 0,0017 ml/DM *Ulva lactuca* hingga 0,0141 ml/DM *Ulva lactuca*. Sedangkan pada lama proses hidrotermal 30 menit mempunyai kisaran nilai kadar etanol antara 0,0087 ml/DM *Ulva lactuca* hingga 0,0114 ml/DM *Ulva lactuca*. Pengaruh suhu dan lama waktu *pretreatment* hidrotermal terhadap kadar etanol hasil fermentasi ditunjukkan pada **Gambar 2**. Kadar etanol pada waktu 30 menit mempunyai kecenderungan nilai menurun padahal pada lama proses 30 menit mempunyai kecenderungan kadar gula reduksi meningkat. Hal ini dikarenakan pada kadar gula reduksi tertinggi *Saccharomyces cerevisiae* tidak maksimal dalam mengubah glukosa menjadi etanol. Pada Gambar 1 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa kadar gula reduksi meningkat pada waktu 30 menit dengan variasi suhu 100 °C, 110 °C, dan 121 °C sedangkan kadar gula reduksi pada kontrol lebih rendah, namun kadar etanol yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Dapat diartikan bahwa pada konsentrasi gula reduksi dengan kisaran nilai 2,24% merupakan konsentrasi yang sesuai bagi *Saccharomyces cerevisiae* karena pada konsentrasi tersebut diperoleh kadar etanol terbesar yaitu pada lama proses 20 menit. Penurunan kadar etanol mulai terjadi pada perlakuan dengan lama proses 30 menit. Nilai kadar etanol pada lama proses 10 menit mempunyai kecenderungan menurun dengan kisaran nilai 0,0116 ml/DM *Ulva lactuca* hingga 0,0115 ml/DM *Ulva lactuca*. Perlakuan *pretreatment* hidrotermal diharapkan memberikan pengaruh terhadap fermentasi simultan rumput laut *Ulva lactuca* yang ditandai dengan peningkatan kadar etanol hasil dari proses fermentasi. Kadar etanol kontrol dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan kadar etanol *Ulva lactuca* dengan perlakuan *pretreatment* hidrotermal. kadar etanol kontrol sebesar 0,0232 ml/DM *Ulva lactuca* sedangkan kadar etanol tertinggi dengan perlakuan *pretreatment* hidrotermal yaitu 0,0141 ml/DM *Ulva lactuca*. Hal ini dapat diartikan bahwa perlakuan suhu dan lama waktu tidak memberikan pengaruh pada fermentasi simultan *Ulva lactuca*.



Gambar 2. Pengaruh Suhu dan Lama Waktu *Pretreatment* Hidrotermal terhadap Kadar Etanol Hasil Fermentasi

Hasil penelitian tersebut sesuai dengan penelitian Wigyanto dkk (2001) yang menunjukkan bahwa konsentrasi gula reduksi awal yang paling sesuai bagi *Saccharomyces cerevisiae* di antara keempat

konsentrasi tersebut adalah 10% sedangkan konsentrasi gula reduksi 12% dan 14% terlalu pekat atau terlalu tinggi bagi *Saccharomyces cerevisiae* sehingga aktivitas sel *Saccharomyces cerevisiae* terhambat. Menurut Judoamidjoyo, dkk (1990) jika konsentrasi gula terlalu tinggi atau jika konsentrasi media terlalu pekat berakibat mengganggu metabolisme sehingga menghambat pembelahan sel selanjutnya berpengaruh terhadap etanol yang dihasilkan. *Pretreatment* hidrotermal yang dilakukan menyebabkan pengurangan kadar etanol yang dihasilkan pada proses fermentasi. Nikolaisen *et.al.* (2011) mengemukakan bahwa *pretreatment* hidrotermal dan *wet oxidation* tidak membawa pengaruh terhadap *G.longissima* begitu pula pada *Ulva lactuca* dan *pretreatment* tersebut menyebabkan penurunan jumlah potensial etanol. Jadi optimasi pada *pretreatment Ulva lactuca* tidak memberikan pengaruh terhadap *Ulva lactuca*.

KESIMPULAN

Hasil penelitian pengaruh *pretreatment* hidrotermal terhadap fermentasi simultan pada rumput laut *Ulva lactuca* menjadi bioethanol, dapat diambil kesimpulan bahwa pada perlakuan variasi suhu dan lama waktu *pretreatment* hidrotermal tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap fermentasi simultan *Ulva lactuca*. Nilai kadar etanol tertinggi diperoleh pada suhu hidrotermal 110 °C dan waktu 20 menit yaitu sebesar 0,0140 ml/DM *Ulva lactuca* sedangkan nilai gula reduksi tertinggi diperoleh pada suhu hidrotermal 121 °C dan waktu 30 menit yaitu sebesar 2,9%.

DAFTAR PUSTAKA

- Andansari SE, Roesyadi AS, dan Rusdiana D. 2014. *Konversi Rumput Laut Menjadi Monosakarida Secara Hidrotermal*. Jurnal Teknik POMITS Vol.3, No.2, (2014). ISSN:23373539.
- Bandaru VVR, Somalanka SR, Mendu DR, Madivherla NR, and Chityala A. 2006. *Optimization of Fermentation Conditions for The Production of Ethanol From Sago Starch by Co-immobilized Amyloglucosidase and Cells of Zymomonas mobilis Using Response Surface Methodology. Enzym Microbial*. Techno 1., 38. 209-214.
- Judoamidjoyo D, Said AA, dan Said EG.1990. *Teknologi Fermentasi*. PAU Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kementerian Energi dan Sumber daya Mineral. 2006. *Produksi Bioenergi*. Dilihat 8 Juli 2014. <<http://www.esdm.go.id>>.
- Kumalasari, I J. 2011. *Pengaruh Variasi Suhu Inkubasi terhadap Kadar Etanol Hasil Fermentasi Kulit dan Bonggol Nanas (Ananassativus)*. Skripsi. UMS. Semarang.
- Musanif J. 2008. *Bioetanol*. Jurnal *Bio-fuel*. Institut Teknologi Bandung.
- Nikolaisen LJ, Daugbjerg P, Bech KS, Dahl J, Busk J, Brødsgaard T, Rasmussen MB, Bruhn A, Bjerre AB, Nielsen HB, Albert KR, Ambus P, Kadar Z, Heiske S, Sander B, and Schmidt ER, 2011. *Energy Production from Marine Biomass (Ulva lactuca)*. PSO Project No.2008-1-0050. Danish Technological Institute.
- Santi AR. 2012. *Komposisi Kimia dan Profil Polisakarida Rumput Laut Hijau*. Jurnal akuatika, Vol. III No.2, 105-114.
- Sari IM.,Noverita, dan Yulneriwarni. 2008. *Pemanfaatan jerami padi dan alang Dalang dalam fermentasi etanol menggunakan kapang (Trichoderma viride dan khamir Saccharomycess cerevisiae, Vis Vitalis*. Jurnal Vol.(5) (2):55D62.
- Sun Y and Cheng J. 2005. *Dilute Acid Pretreatment of Rice Straw and Bermuda Grass for Ethanol Production*. *Bioresour. Technol.* 96: 1599–1606.
- Wignyanto, Suharjono, dan Novita. 2001. *Pengaruh Konsentrasi Gula Reduksi Sari Hati Nanas Dan Inokulum Saccharomyces Cerevisiaepada Fermentasi Etanol*. Jurnal Teknologi Pertanian, Vol. 2, No. 1, April 2001 : 68-77.