

E-ISSN: 2527-5186. P-ISSN: 2615-5958
Jurnal Enggano Vol. 4, No. 2, September 2019: 136-147

PERANAN DAN PEMANFAATAN MIKROALGA *Tetraselmis chuii* SEBAGAI BIOETANOL

**Bertoka Fajar SP Negara, Nining Nursalim, Nurlaila Ervina Herliany,
Person Pesona Renta, Dewi Purnama, Maya Angraini Fajar Utami**

*Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu,
Bengkulu, Indonesia
E-mail: bfsp_negara@yahoo.com*

Received July 2019, Accepted September 2019

ABSTRAK

Bahan bakar fosil merupakan bahan bakar yang berasal dari pelapukan sisa makhluk hidup. Bahan bakar fosil bersifat tidak terbarukan, maka pencarian bahan bakar alternatif yang terbarukan perlu dilakukan salah satunya bioetanol. *Tetraselmis chuii* dapat dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui volume bioetanol yang dihasilkan dari Fermentasi *Tetraselmis chuii*. Kultur *Tetraselmis chuii* selama 6 hari. Hidrolisis dilakukan dengan menambahkan H_2SO_4 0,2 M pada suhu $121^{\circ}C$ dengan tekanan 1 atm selama 30 menit, Fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* selama 5 hari. Penelitian ini menghasilkan gula reduksi *Tetraselmis chuii* dengan kadar gula 4% dan hasil fermentasi *Tetraselmis chuii* menghasilkan 12 ml etanol dengan konsentrasi 1%.

Kata Kunci : *Tetraselmis chuii*, Fermentasi, Hidrolisis, Bioetanol, Etanol

ABSTRACT

THE ROLE AND UTILIZATION OF MICROALGAE *Tetraselmis chuii* AS BIOETHANOL. Fossil fuels are the fuel produced from the weathering of living things. Fossil fuels are non-renewable, therefore the research of renewable energy is needed. Bioethanol could be good solution. *Tetraselmis chuii* can be used as the raw material for bioethanol. The purpose of this study was to determine the volume of ethanol through fermentation of *Tetraselmis chuii*. *Tetraselmis chuii* was cultured for 6 days. The hydrolysis used 0.2 M H_2SO_4 at $121^{\circ}C$ and pressure of 1 atm for 30 minutes, and the fermentation used *Saccharomyces cerevisiae* for 5 days. The results showed that *Tetraselmis chuii* produced 4% sugar and The fermentation produced 1% bioethanol with volume was 12 ml.

Keywords : *Tetraselmis chuii*, Fermentation, Hydrolysis, Bioethanol, Ethanol

PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil adalah bahan bakar yang berasal dari pelapukan sisa makhluk hidup yang membentuk minyak bumi, batu bara dan gas alam. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbarui sehingga akan mengakibatkan menipisnya cadangan bahan bakar fosil di dalam bumi (Suhartoyo dan Rahmad, 2016). Upaya mengurangi konsumsi masyarakat terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM) adalah dengan memanfaatkan energi alternatif terbarukan seperti yang tertuang dalam Peraturan Presiden (Perpres) Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional adalah melalui pengembangan energi terbarukan berbasis nabati atau sering disebut Bahan Bakar Nabati (BBN).

Biofuel yang sudah dikembangkan sebagai substitusi Bahan Bakar Nabati (BBN) saat ini adalah biodiesel dan bioetanol. Bioetanol adalah bahan bakar substitusi bensin (gasolin) yang berasal dari pengolahan (hidrolisis dan fermentasi) glukosa atau karbohidrat (Rahaju, 2013). Bioetanol di Indonesia masih memanfaatkan komoditi pangan seperti ubi kayu dan molase tebu sebagai bahan baku. Pemanfaatan bahan non pangan untuk bahan baku pembuatan bioetanol sangat perlu (Aiman, 2014). Bahan non pangan yang dapat dimanfaatkan sebagai bioetanol salah satunya mikroalga.

Mikroalga mengandung bahan-bahan penting yang sangat bermanfaat, misalnya protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat sehingga bisa dijadikan sebagai sumber bioenergi. Mikroalga mempunyai prospek yang sangat baik untuk dikembangkan sebagai salah satu bahan baku penghasil *biofuel*. Beberapa *biofuel* yang dapat dihasilkan dari mikroalga yaitu biohidrogen, biodiesel, bioetanol, dan biogas (Miranda dkk., 2014).

Tetraselmis chuii merupakan alga bersel tunggal, mempunyai empat buah flagel berwarna hijau (*green flagella*). *Tetraselmis chuii* digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena mudah dikembangbiakan, tidak membutuhkan lahan yang luas dan tidak bersinggungan dengan bahan pangan. Azzahra dkk. (2015) ; Miranda dkk. (2014) dan Quaishum dkk. (2015) telah memanfaatkan *Tetraselmis chuii* sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Beberapa penelitian sebelumnya tidak melakukan proses fermentasi untuk menghasilkan bioetanol, sehingga penelitian ini dilakukan untuk memperoleh bioetanol dari *Tetraselmis chuii* melalui proses fermentasi. Tujuan dari penelitian adalah untuk memperoleh volume bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi *Tetraselmis chuii*. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai ilmu pengetahuan dan pengembangan energi alternatif.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan adalah mikroalga jenis *Tetraselmis chuii* yang berasal dari (BBPBL) Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung.

Kultur *Tetraselmis chuii*

Kultur *Tetraselmis chuii* diawali dengan menyiapkan air laut salinitas 28 ppt dilanjutkan dengan sterilisasi air laut dan pencucian wadah kultur. Sterilisasi air dilakukan dengan menyaring air laut dan menambahkan iodine 10% dan diberi aerasi selama 30 menit.

Kultur *Tetraselmis chuii* menggunakan 3 toples sebagai wadah kultur. Kultur dilakukan dengan jumlah 5.000 mL dengan kepadatan 300.000 sel/mL (Putri *dkk.*, 2013) dan pupuk conwy ditambahkan sebagai nutrisi sebanyak 1mL/1L air laut steril (Rizky *dkk.*, 2012).

Pengamatan Kepadatan Sel *Tetraselmis chuii*

Pengamatan dilakukan 1 kali tiap 24 jam, dengan 2 kali ulangan menggunakan *hemocytometer*. Sampel sebanyak 0,1-0,5 mL dimasukkan dalam *hemocytometer* diamati dibawah mikroskop Menghitung sampel dengan menghitung jumlah sel yang berada pada kotak. Berdasarkan Rizky *dkk.* (2012) kepadatan sel dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Jumlah} \frac{\text{sel}}{\text{ml}} = \frac{A + B + C + D + E}{5} \times 25 \times 10^4$$

Keterangan:

- A, B, C, D, E : Jumlah sel yang dihitung menggunakan *Haemocytometer* tiap kamar
5 : Jumlah kotak yang diamati dalam kamar
25 : Jumlah sel per kotak

Pembuatan Pasta dan Powder *Tetraselmis chuii*

Pembuatan pasta *Tetraselmis chuii* dilakukan saat kultur mencapai puncak populasi. Pembuatan pasta menggunakan NaOH dengan konsentrasi 125 ppm. Pembuatan pasta dimulai dengan memasukkan NaOH ke dalam wadah dan melarutkannya dengan air, dan dilakukan pengadukan selama menuangkan larutan NaOH untuk meratakan NaOH.

Tetraselmis chuii yang sudah diberi NaOH diamkan selama 24 jam. *Tetraselmis chuii* yang mengendap dipisahkan antara air dan endapan, kemudian di masukan air tawar dan tunggu 3 jam hingga terjadi pemisahan antara air dan endapan. Endapan disaring dengan

menggunakan kain satin dan didiamkan selama 24 jam. Endapan diangin-anginkan hingga kering.

Hidrolisis

Powder Tetraselmis chuii dicampurkan dengan larutan H₂SO₄ 0,2 M dengan perbandingan 1:20 (w/v). Campuran *powder Tetraselmis chuii* dan H₂SO₄ dihidrolisis pada suhu 120°C. Selanjutnya dilakukan penetralan menggunakan NaOH hingga pH 6. Hasil hidrolisis diukur kadar gula reduksinya (Negara, 2014).

Fermentasi

Hasil hidrolisis sebanyak 60 mL dimasukkan kedalam erlemeyer 250 mL dan ditambahkan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 1% (w/v), urea 1% (w/v) dan NPK 1% (w/v). Fermentasi dilakukan selama 5 hari pada suhu 30 °C (Jaya dkk., 2018).

Destilasi

Hasil fermentasi didestilasi pada suhu 78°C, selama 1 jam (Muin dkk, 2014) untuk mendapatkan etanol. Etanol yg diperoleh dihitung jumlahnya (mL) dan diukur kadarnya dengan menggunakan alkoholmeter.

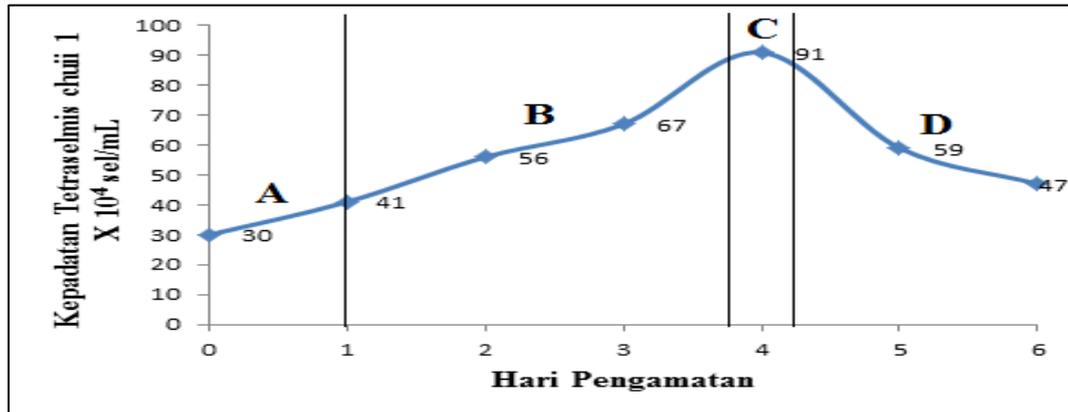
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kultur *Tetraselmis chuii*

Tetraselmis chuii merupakan alga hijau yang memiliki sifat uniseluler dengan bentuk oval sampai berbentuk elips. *Tetraselmis chuii* melakukan fotosintesis dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Menurut Hamandes *et al.* (2015) dinding sel *Tetraselmis chuii* mengandung selulosa dan hemiselulosa. Mikroalga mengalami beberapa fase dalam hidupnya. Fase hidup secara normal meliputi fase adaptasi (pertumbuhan tidak terlihat jelas), fase eksponensial atau pertumbuhan (jumlah sel meningkat secara drastis), fase stasioner (kepadatan sel relatif tidak berubah) dan fase drop atau kematian (kepadatan sel berkurang) (Ru'yatin, 2015).

Berdasarkan hasil kultur, *Tetraselmis chuii* mengalami 4 fase yaitu fase adaptasi, fase pertumbuhan, fase stasioner dan fase kematian. Kepadatan sel *Tetraselmis chuii* mengalami peningkatan sejak hari pertama kultur, setelah terjadi puncak kepadatan sel, maka terjadi penurunan jumlah sel. Fase adaptasi terjadi pada hari ke 0 sampai dengan hari ke 1, fase pertumbuhan terjadi pada hari ke 1 sampai dengan hari ke 3, fase stasioner terjadi pada hari ke 4 dan merupakan puncak dari kepadatan dengan jumlah individu sebanyak 910.000 sel/mL dan fase kematian mulai terjadi pada hari ke 5 hingga kultur selesai (Gambar 1).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri *dkk.* (2013) dengan menggunakan *Tetraselmis* sp. namun pada penelitian ini mengalami fase pertumbuhan yang lebih lama. Fase pertumbuhan pada penelitian Putri *dkk.* (2013) terjadi hanya 1 hari yaitu pada hari ke 2, pada hari ke tiga sudah puncak kepadatan. Hal ini diduga dikarenakan nutrisi yang berbeda.



Gambar 1. Kepadatan *Tetraselmis chuii* A (fase adaptasi), B (fase pertumbuhan), C (fase stasioner) dan D (fase kematian).

Kultur dilakukan dengan kepadatan awal 30×10^4 sel/mL. Fase adaptasi terjadi sesaat setelah kultur dilakukan sampai dengan hari pertama. Terlihat dari belum terjadi peningkatan yang signifikan. Fase adaptasi dipengaruhi oleh jenis dan umur sel mikroorganisme, *Tetraselmis* mengalami masa adaptasi berkisar 1 sampai 3 hari (Ru'yatin *dkk.*, 2015). Menurut Ru'yatin *dkk.*, (2015) fase adaptasi dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi, semakin sedikit nutrisi semakin lama fase adaptasi karena *Tetraselmis chuii* harus menyesuaikan dengan nutrisi yang ada.

Fase pertumbuhan merupakan fase yang penting dimana terjadi peningkatan sel menjadi beberapa kali lipat. Peningkatan jumlah sel secara signifikan disebabkan karena kandungan unsur hara (nutrisi) yang tersedia masih banyak dalam media kultur sehingga memungkinkan *Tetraselmis chuii* melakukan pembelahan sel secara berulang-ulang Putri *dkk.* (2013) dan Matakupan (2009).

Fase stasioner merupakan fase dimana terjadinya puncak kepadatan. Pada puncak kepadatan, jumlah sel relatif sama antara kematian dan pertumbuhan. Hal ini disebabkan sel telah mencapai titik jenuh.

Fase kematian terjadi setelah puncak kepadatan, terjadi penurunan kepadatan secara signifikan dari kepadatan 91×10^4 sel/mL menjadi 59×10^4 sel/mL. Penurunan dan kematian mikroalga terjadi diduga disebabkan oleh kapasitas daya dukung media yang telah melampaui batas (terlalu padat) dan penggunaan nutrisi dari medium oleh sel telah mencapai batas maksimum sehingga terjadi penghambatan proses metabolisme (Amanantin dan Hurhidayati, 2013).

Nutrien menjadi salah satu faktor pendukung kepadatan *Tetraselmis chuii*. Komposisi nutrisi yang lengkap dan konsentrasi nutrisi yang tepat menentukan produksi biomassa dan kandungan gizi mikroalga (Amanatin dan Nurhidayati, 2013). Conwy adalah pupuk yang umum digunakan pada kultur mikroalga tanpa terkecuali *Tetraselmis chuii*. Pupuk Conwy juga telah digunakan untuk kultur mikroalga seperti yang telah dilakukan Dayanto *dkk.* (2013) untuk *Nannochloropsis* sp : Amanatin dan Nurhidayati (2013) untuk *Spirulina* sp. Nutrien yang dibutuhkan *Tetraselmis chuii* dalam jumlah sedikit yaitu Mangan, Seng, Boron, Molibdenum, dan Cobalt.

Panen dilakukan pada saat di puncak kepadatan atau pada saat fase stasioner. Fase stasioner merupakan fase dimana kepadatan paling tinggi, sehingga pemanenan pada fase ini diharapkan didapat biomassa terbanyak selama kultur dilakukan. Pada penelitian ini dilakukan panen pada hari ke 4 dengan menggunakan teknik flokulan. Teknik atau metode yang dapat digunakan untuk panen mikroalga laut adalah sentrifugasi, filtrasi dan flokulasi (Kawaroe *et al.*, 2016). Hasil panen diperoleh 8 gram pasta. Dari 8 gram pasta dikeringkan, didapat 3 gram *powder* dengan kadar air 13,12%.

Kadar Gula Reduksi

Hidrolisis adalah proses pemecahan karbohidrat menjadi gula-gula sederhana. Proses hidrolisis yang dilakukan pada bahan-bahan yang mengandung karbohidrat menghasilkan senyawa gula sederhana, seperti glukosa dan xilosa. Hidrolisis dapat dilakukan dengan menggunakan asam dan enzim. Proses hidrolisis menggunakan asam dapat menggunakan H_2SO_4 seperti yang dilakukan oleh Ho *et al.* (2013) ; Ashokkumar *et al.* (2015) dan Miranda *et al.* (2012), dapat juga menggunakan HNO_3 , $NaOH$, dan HCl yang telah dilakukan oleh Markau *et al.* (2013), Miranda *et al.* (2012), dan Zhou (2012). Hidrolisis menggunakan enzim selulase telah dilakukan oleh Azzahra *dkk.* (2015). Proses hidrolisis pada penelitian ini menggunakan asam. Proses hidrolisis memiliki pengaruh besar terhadap kadar gula yang dihasilkan dan hidrolisis dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain konsentrasi asam, waktu, suhu, jumlah bahan baku, dan kadar karbohidrat.

Hasil dari proses hidrolisis *Tetraselmis chuii* menggunakan H_2SO_4 0,2 M, suhu $121^{\circ}C$ pada tekanan 1 atm selama 30 menit didapat hasil kadar gula 4%. Sedangkan penelitian Miranda *dkk.* (2014) melakukan hidrolisis menggunakan H_2SO_4 dengan konsentrasi 0.25 ; 0.75 ; 1,25 dan 1.75% dengan gula hasil hidrolisis terbaik pada konsentrasi 1.75% yaitu 1,815%. Semakin tinggi konsentrasi H_2SO_4 akan memberikan kesempatan yang lebih bagi selulosa dan hemiselulosa untuk dihidrolisis menjadi gula sederhana (Sukowati *dkk.*, 2014).

Lama proses hidrolisis yang dilakukan mempengaruhi kadar gula hasil hidrolisis. Quaishum *dkk.* (2015) melakukan penelitian dengan perbedaan waktu hidrolisis selama 10 menit, 30 menit dan 50 menit menggunakan H_2SO_4 1%, didapatkan waktu hidrolisis paling baik pada

waktu 30 menit, dengan menghasilkan gula 7,27%. Penelitian Ho *et al.* (2013) menggunakan *Chlorella vulgaris* dengan lama 120 menit menghasilkan 0,472%. Semakin lama waktu hidrolisis maka semakin lama kesempatan H_2SO_4 untuk memecah gula kompleks menjadi gula sederhana, namun setiap jenis dari mikroalga memiliki waktu optimal. Jika proses hidrolisis melebihi waktu optimum maka kadar gula akan menurun. Diduga hal ini terjadi dikarenakan ion H^+ pada asam telah mencapai titik optimumnya dalam melepas ikatan rantai glikosidik pada selulosa (Quaishum *dkk.*, 2015).

Suhu pada proses hidrolisis dapat mempercepat pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana. Miranda *dkk.* (2014) melakukan proses hidrolisis dengan suhu $60^\circ C$ dan $70^\circ C$, dari ke 2 variasi suhu tersebut yang menghasilkan kadar gula lebih tinggi pada suhu $70^\circ C$ dengan kadar gula hasil hidrolisis sebesar 1,815%. Quaishum *dkk.*, (2015) melakukan hidrolisis dengan suhu $100^\circ C$ menghasilkan gula 7,27%. Semakin tinggi suhu yang digunakan pada proses hidrolisis menghasilkan kadar gula lebih tinggi. Hal ini diduga disebabkan suhu mempengaruhi reaksi asam memecah gula.

Meningkatnya biomassa pada proses hidrolisis berpengaruh terhadap gula yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *powder Tetraselmis chuii* sebanyak 3 gram menghasilkan gula 4%. Sedangkan penelitian Quaishum *dkk.*, (2015) menggunakan *powder Tetraselmis chuii* sebanyak 3,5 gram dihasilkan gula yang berbeda yaitu dan 7,27%. Semakin banyak bahan baku yang digunakan, semakin banyak gula kompleks yang dipecah menjadi gula sederhana dan semakin tinggi kadar gula yang dihasilkan.

Karbohidrat pada mikroalga dapat berupa selulosa dan pati dan terletak di dalam dan luar bagian sel. Menurut Sani *dkk.* (2014) kandungan karbohidrat *Tetraselmis chuii* sebesar 12,10%. Penelitian menggunakan *Tetraselmis* telah dilakukan oleh Azzahra *dkk.* (2015) dan Quaishum *dkk.* (2015) dengan hasil hidrolisis 0,28% dan 7,27%. Beberapa peneliti memanfaatkan karbohidrat mikroalga telah dilakukan oleh Ho *et al.* (2013) dan Mendez *et al.* (2014) menggunakan *Chlorella vulgaris* dengan kandungan karbohidrat 12 – 17% (Sugaya *et al.*, 2016) menghasilkan gula 0,09%, 0,472% dan 0,25%. Jaya *dkk.* (2018) menggunakan *Spirogyra* sp. yang memiliki kandungan karbohidrat sebesar 33 – 46% dihasilkan gula 17 %. Semakin tinggi kandungan karbohidrat, semakin besar kemungkinan gula sederhana yang terbentuk.

Kandungan karbohidrat sama, dapat menghasilkan kadar gula yang berbeda. Pada penelitian ini ; penelitian Azzahra *dkk.* (2015) dan penelitian Quaishum *dkk.* (2015) menggunakan bahan baku *Tetraselmis chuii*. Ketiga penelitian menghasilkan gula berturut-turut 4%, 0,28% dan 7,27%. Dari ke 3 penelitian, penelitian Azzahra *dkk.* (2015) memiliki hasil yang paling rendah dan Quaishum *dkk.* (2015) memiliki hasil yang paling tinggi. Perbedaan kadar gula diduga dikarenakan proses hidrolisis yang digunakan, seperti perbedaan suhu, lama waktu proses hidrolisis dan penggunaan asam ataupun enzim.

Bioetanol

Bioetanol dihasilkan dari proses fermentasi. Fermentasi merupakan pengubahan gula menjadi bioetanol dengan bantuan mikroorganisme. Mikroorganisme yang dapat digunakan pada saat melakukan fermentasi adalah bakteri (*Zymomonas mobilis* dan *Eschericia coli*) dan kapang (*Saccharomyces cerevisiae*). *Saccharomyces cerevisiae* dapat merubah gula (Assadad dkk., 2010).

Penelitian ini menggunakan kamir (*Saccharomyces cerevisiae*) sebagai mikroorganisme yang mengubah gula menjadi bioetanol. *Saccharomyces cerevisiae* adalah jamur yang terdiri dari satu sel, dan tidak membentuk hifa, *Saccharomyces cerevisiae* termasuk golongan jamur Ascomycotin dan bereproduksi dengan membentuk tunas (Bahri dkk., 2018). *Saccharomyces cerevisiae* melakukan proses glikolisis sehingga dapat mengubah gula menjadi bioetanol (Handayani dkk, 2016)

Saccharomyces cerevisiae menyukai kondisi aerobik untuk membentuk sel dan produk. *Saccharomyces cerevisiae* akan melakukan respirasi sel serta mengubah substrat gula yang tersedia menjadi CO₂ dan H₂O dengan membentuk sel dalam keadaan aerobik. Ketika sudah membentuk sel pada waktu tertentu, maka *Saccharomyces cerevisiae* akan melakukan proses fermentasi secara maksimal. Proses fermentasi dilakukan dengan cara mengkonversi gula yang tersedia menjadi bioetanol dan karbondioksida.

Fermentasi *Tetraselmis chuii* menghasilkan 1 % bioetanol sebanyak 11 mL. Produksi bioetanol dipengaruhi oleh jumlah gula reduksi yang dihasilkan, pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*, serta kondisi lingkungan pada proses fermentasi.

Semakin tinggi gula reduksi maka semakin tinggi kadar bioetanol terbentuk. Konsentrasi gula yang optimum untuk fermentasi bioetanol adalah 10 – 18%. Konsentrasi gula terlalu tinggi dapat menghambat kerja ragi. Pembentukan bioetanol terhambat apabila kadar bioetanol mencapai 13 – 15 %, karena ragi tidak tahan terhadap kadar bioetanol dan sel ragi akan mati. Kadar gula reduksi pada penelitian Sarfat dkk. (2013) adalah 5,26% menghasilkan bioetanol sebesar 2,38%. Kadar bioetanol hasil penelitian ini lebih rendah dari pada hasil penelitian Sarfat dkk. (2013).

Kadar pada penelitian Jaya dkk. (2018) dengan menggunakan *Spirogyra* sp. yang memiliki gula 17% menghasilkan kadar bioetanol 3,87%. Kim et al. (2014) menggunakan bahan baku *Chlorella vulgaris* dengan kadar gula hasil hidrolisis 0,60%, dihasilkan bioetanol sebesar 0,070%. Perbedaan bioetanol yang dihasilkan karena perbedaan kadar gula. Gula menjadi substrat *Saccharomyces cerevisiae*. Pada penelitian ini aktifitas *Saccharomyces cerevisiae* dalam mengubah gula lebih efektif, karena dari 4% gula dihasilkan 1% bioetanol.

Saccharomyces cerevisiae mengkonversi gula menjadi bioetanol pada kondisi kadar karbohidrat tinggi dan kadar oksigen terbatas. Reaksi pembentukan bioetanol dari glukosa dalam suasana anaerob yakni sebagai berikut:



Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 1% *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan bioetanol 1%. Sedangkan penelitian Ningrum *dkk* (2016), dengan bahan baku *Spirogyra* sp. menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 5% menghasilkan kadar bioetanol 7,53%. Semakin tinggi jumlah *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan maka semakin meningkatkan kadar bioetanol yang dihasilkan karena semakin banyak mikroorganisme yang mengubah gula menjadi bioetanol. Jenis kamir mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan. Ho *et al.*, (2013) menggunakan *Zymomonas mobilis* menghasilkan bioetanol 0,178%. Dibandingkan dengan hasil penelitian ini, penelitian ini lebih tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan. Penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* lebih efektif mengubah gula sederhana menjadi bioetanol daripada *Zymomonas mobilis*.

Waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan. Waktu fermentasi penelitian ini selama 5 hari dan menghasilkan kadar bioetanol 1%. Ningrum *dkk.* (2016) melakukan fermentasi penelitian selama 10 hari dan dihasilkan bioetanol 7,53%. Sedangkan penelitian yang dilakukan Sarfat *dkk.* (2013) dengan lama waktu fermentasi 6 hari terbentuk bioetanol 2,38%. Semakin lama waktu fermentasi semakin tinggi kadar bioetanol yang terbentuk karna *Saccharomyces cerevisiae* akan lebih banyak mengubah gula menjadi etanol.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa *Tetraselmis chuii* memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan baku bioetanol, namun jika akan dimanfaatkan sebagai alternatif bahan bakar minyak perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan proses hidrolisis dan fermentasi agar bioetanol yang dihasilkan lebih tinggi.

KESIMPULAN

Hidrolisis yang dilakukan menghasilkan kadar gula 4%. Fermentasi menghasilkan 1% bioetanol. Hal ini menunjukkan bahwa mikroalga jenis *Tetraselmis chuii* memiliki manfaat yang dapat dijadikan sebagai bahan baku bioetanol.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiman, S. 2014. Perkembangan Tehnologi dan Tantangan Dalam Riset Bioetanol di Indonesia. *JKTI*. 16(20):108-177.
- Amananti, D. R dan T. Nurhidayati. 2013. Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Media Ekstrak Tauge (MET) dengan Pupuk Urea Terhadap Kadar Protein *Spirulina* sp. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. 2(2):182-184.

- Ashokumar, V., Z. Salam., O.N. Tiwari., S. Cahinnasami., S. Mohammed dan F. N. Ani. 2015. An Integrated Approach for Biodiesel and Bioethanol Production from *Scenedesmus bijugatus* Cultivated in a Vertical Tubular Photobioreactor. *Energy Conversion and Management*. 101. 778-786.
- Assadad, L., B. S. B. Utomo dan R. N. Sari. 2010. Pemanfaatan Mikroalga Sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Squalen*. 5(2):51-58.
- Azzahra, N., A. Amri dan S. P. Utami. 2015. Hidrolisis Mikroalga *Tetraselmis Chuii* Menjadi Glukosa Menggunakan Enzim Selulase. *Jom Fteknik*. 2(1):1-4.
- Bahri, S., A. Aji dan F. Yani. 2018. Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia*. 7(2):85-100.
- Dayanto, L. B. D., R. Diantari Dan S. Hudaida. 2013. Pemanfaatan Pupuk Cair Tnf® Untuk Budidaya *Nannochloropsis* sp. *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*. 2(1):163-168.
- Handayani, S. S., S. Hadi dan H. Patmala. 2016. Fermentasi Gula Hasil Hidrolisis Buah Kubi Untuk Bahan Baku Bioetanol. *J. Pijer MIPA*. 11(1):28-33.
- Ho, S.H., S.W. Huang., C.Y. Chen., T. Hasunuma., A. Kondo dan J.S. Chang. 2013. Bioethanol Production Using Carbohydrate-rich Microalgae Biomass as Feedstock. *Biore source Technology*. 135. 191–198.
- Jaya, D., R. Setiyaningtyas dan S. Prasetyo. 2018. Pembuatan Bioetanol Dari Alga Hijau *Spirogyra* sp. *Eksergi*. 15(1):16-19.
- Kawaroe, M., T. Prartono., A. Sunutdin dan D. Saputra. 2016. Marine Microalgae *Tetraselmis suecica* as Flocculant Agent of Bio-flocculation Method. *HAYATI Journal of Biosciences*. 30. 1-5.
- Kim, K. H., I. S. Choi., H. M. Kim., S. G. Wi dan H. J. Bae. 2014. Bioethanol production from the nutrient stress-induced microalga *Chlorella vulgaris* by enzymatic hydrolysis and immobilized yeast fermentation. *Bioresource Technology*. 153. 47-54.
- Markau, G., I. Angelidaki. E. Narantezis dan D. Deorgakakis. 2013. Bioethanol Production by Carbohydrate-Enriched Biomass of *Arthrospira (Spirulina) platensis*. *Energies*. 6. 3937- 3950.
- Matakupan, J. 2009. Studi Kepadatan *Tetraselmis Chuii* Yang Dikultur Pada Intensitas Cahaya Yang Berbeda. *Jurnal TRITON*. 5(2):31-35.

- Mendez, L., A. Mahdy., M. Demuez., M. Ballesteros dan C. González-Fernández. 2014. Effect of High Pressure Thermal Pretreatment on *Chlorella vulgaris* Biomass: Organic Matter Solubilisation and Biochemical Methane Potential. *Fuel*. 117. 674-679.
- Miranda, G., A. Amri, dan S. P. Utami. 2014. Hidrolisis Mikroalga *Tetraselmis chuii* Dengan Variasi Konsentrasi Asam Sulfat dan Temperatur. *Jurnal Jom Ftehnik*. 1(2):1-5.
- Miranda, J. R., P. C. Passarinho dan L. Gouveia. 2012. Pre-treatment Optimization of *Scenedesmus obliquus* Microalga for Bioethanol Production. *Bioresource Technology*. 104. 342-348.
- Negara, B. F. S. P. 2014. Aktivitas, Karakteristik, dan Aplikasi Enzim Agarase Dari Kapang Laut Untuk Hidrolisis *Gelidium* Sp. Sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ningrum, A. S. W., V. Liani dan A. R. Widyasti. 2016. Pengaruh Variasi Asam Dalam Fermentasi Biomassa Berbahan Baku *Alga Spirogyra* Sp. Terhadap Kadar Etanol. *PELITA*. 11(2):21-32.
- Purti, B., A. Vikary dan H. W. Maharani. 2013. Pemanfaatan Air Kelapa Sebagai Pengkaya Media Pertumbuhan Mikroalga *Tetraselmis* sp. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, 2013*. Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Quaishum, S., A. Amri dan S. P. Utami. 2015. Hidrolisis Mikroalga *Tetraselmis chuii* Menjadi Glukosa menggunakan H₂SO₄ dengan Variasi Hidrolisis. *Jom Fteknik*. 2(1):1-5.
- Rahaju, R. S. N., M. Yani., S. H. Sucahyo dan D. A. Santosa. 2013. Seleksi dan Karakterisasi Ganggang Mikro Indigen Air Tawar Sebagai Penghasil Karbohidrat Untuk Energi Terbarukan. *Limnotek*. 20(2):178-190.
- Rizky, Y. A., I. Raya, dan S. Dali. 2012. Penentuan Laju Pertumbuhan Sel Fitoplankton *Chaetoceros calcitrans*, *Chlorella vulgaris*, *Dunaliella salina*, dan *Porphyridium cruentum*. Penelitian. Fakultas MIPA. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Ru'yatin., I. S. Rohyani dan L. Ali. 2015. Pertumbuhan *Tetraselmis* dan *Nannochloropsis* Pada Skala Laboratorium. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 1(2):296-299.

- Sani, R. N., F. C. Nisa., R. D. Andriani dan J. N. Maligan. 2014. Analisis Rendemen dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Mikroalga Laut *Tetraselmis Chuii*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(2):121-126.
- Sarfat, M. S., M. Rahayuningsih., A. Muryani dan D. Setianingsih. 2013. Modifikasi Fermentasi Hidrolisat Asam *Eucheuma Cottonii* Menjadi Bioetanol Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* dan *Pachysolen Tannophilus*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 23 (3):199-209.
- Sugaya, T., Varman, M., Masjuki, H.H., Renganathan, S., 2016. Macroalgae and Microalgae as a Potential Source for Commercial Applications Along With Biofuels Production: a Biorefinery Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 55. 909–941.
- Suhartoyo dan Rahmad. 2016. Efektifitas Biobriket Limbah Biomass Sebagai Bahan Bakar Ramah Lingkungan Skala Rumah Tangga. Hal. 107-112. Prosiding SNATIF Ke -3 Tahun 2016, Universitas Muara Kudus. Yogyakarta. Indonesia.
- Sukowati, A., Sutikno dan S. Rizal. 2014. Produksi Bioetanol Dari Kulit Pisang Melalui Hidrolisis Asam Sulfat. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. 19(3):274-288.
- Zhou, N., Y. Zhang., X. Gong., Q. Wang dan Y. Ma. 2012. Ionic Liquids-based Hydrolysis of *Chlorella* Biomass for Fermentable Sugars. *Bioresource Technology*. 118. 512–517.