

**PENGARUH pH, DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP PRODUKSI
ETHANOL DARI *Sargassum crassifolium***

Mulyadi Taslim¹, Meggy Mailoa², Muhammad Rijal³

¹Laboratorium MIPA, Institut Agama Islam Negeri Ambon

²Pascasarjana Ilmu Perikanan dan Kelautan Unpatti Ambon

³Jurusan Pendidikan Biologi, IAIN Ambon

E-mail: mulyadi_taslim@gmail.com

Abstrak: *Sargassum* banyak mengandung polisakarida alginat yang dimanfaatkan untuk industri makanan-minuman, kosmetik, dan farmasi. Selain itu mengandung jenis polisakarida lain yaitu selulosa (bagian dari dinding sel), manitol (sebagai karbohidrat tersimpan) dan fucoidan. Kandungan selulosa pada *Sargassum* berkisar antara 23,97-35,22% sehingga dapat diolah menjadi bahan dasar dalam pembuatan bioethanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH medium 7 dan lama fermentasi 72 jam memberikan hasil yang terbaik dalam meningkatkan produksi dan kadar bioethanol berbahan dasar *Sargassum crasifolium*

Kata Kunci: Ph, Lama Fermentasi, Bioethanol, *Sargassum Crasifolium*

**THE INFLUENCE OF pH, AND LONG FERMENTATION TO ETHANOL
PRODUCTION OF *Sargassum crassifolium***

Abstract: *Sargassum* do contain many a polysaccharide alginat that is occupied for makanan-minuman making is a sunset industry, cosmetics, and pharmacy. In addition there is a containing a kind of a polysaccharide he raised some of cellulose (part of a cell wall), manitol (as carbohydrates record of the wicked) and fucoidan. The moisture content of cellulose on *sargassum* in size ranges from 23,97-35,22 % so that it can be processed into a basic source of some in the manufacture of bioethanol. The research results show that carried out medium a pH of 7 and long fermentation 72 hours pay the price of their the best in promoting business production and the nature of all that bioethanol as a raw material outside *Sargassum crasifolium*

Kata Kunci: pH, Long Fermentation, Bioethanol, *Sargassum Crasifolium*

Secara umum kebutuhan energi di dunia sampai saat ini masih bergantung pada sumber daya fosil terutama minyak dan gas bumi serta batu bara. Sumber daya alam tersebut telah terbentuk ribuan tahun lalu. Tingkat konsumsi manusia terhadap energi fosil lebih tinggi

dibandingkan dengan laju pembentukannya. Padahal sumber daya energi tersebut termasuk sumber daya yang tak terbarukan (*non renewables*) yang berarti bila dilakukan pengambilan terus menerus maka pada suatu saat ketersediaannya di alam akan habis. Apabila penggunaan bahan bakar terus dieksploitasi maka dikhawatirkan akan terjadi krisis bahan bakar yang berdampak keras terhadap kualitas hidup masyarakat seperti yang kita rasakan saat ini (Pusdatin, 2012). Usaha pengembangan dan pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan sangat tergantung kepada masalah kelayakan ekonomi. Permasalahan ini akan lebih tampak bila usaha penerapannya dikembangkan di negara-negara yang sedang berkembang. Namun penerapan teknologi tertentu masih belum layak secara ekonomi apabila diterapkan untuk wilayah pedesaan. Oleh karena itu perlu dipikirkan pengembangan teknologinya yang tepat guna agar tingkat adaptasinya dapat lebih tinggi bagi keadaan pedesaan dan pertanian di Indonesia (Mangunwidjaja, 2005).

Sudah saatnya penggunaan sumber energi terbarukan berupa bahan bakar nabati (BNN) atau bioenergi ditingkatkan, menggantikan bahan bakar fosil yang semakin berkurang. Salah satu contoh bahan bakar nabati cair yaitu pengganti bensin yang bernama bioetanol. Bioetanol adalah cairan yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan nabati yang mengandung komponen kimia dari golongan karbohidrat yaitu berupa pati, amilum, serat, selulosa dan lainnya oleh mikroorganisme seperti kapang, khamir ataupun bakteri melalui proses konversi komponen kimia tersebut menjadi glukosa yang kemudian didestilasi menjadi cairan kimia yang disebut etanol (Khaidir dkk, 2012). Etanol merupakan senyawa organik yang terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen sehingga dapat dilihat sebagai turunan senyawa hidrokarbon yang mempunyai gugus hidroksil dengan rumus kimia C_2H_5OH . Etanol atau etil alkohol dikenal dengan alkohol adalah zat cair, tak berwarna, berbau spesifik, mudah terbakar dan menguap, dapat bercampur dalam air dengan segala perbandingan dan memiliki sifat menyerupai premium (Khairani, 2007).

Bioetanol dapat dihasilkan dari bahan-bahan nabati dan pemanfaatan bahan-bahan hayati tersebut telah banyak diteliti dan dikembangkan dalam memproduksi bioetanol seperti: singkong, jagung, sagu, aren, tebu dan biji-bijian yang pada dasarnya mengandung molekul karbohidrat yang dapat dikonversi menjadi bioetanol. Hal lain yang paling unik dan menarik dari pembuatan bioetanol pun kini marak diteliti dan dibuat dengan memanfaatkan limbah organik yang tidak terpakai lagi seperti kulit pisang, ampas tebu, ampas sagu, kulit ubi dan juga tongkol jagung serta limbah organik lainnya. Bukan hanya itu saja, bahkan sekarang ini organisme laut pun mendapat sorotan tajam oleh peneliti dengan memanfaatkan rumput laut (Alga) sebagai bahan baku pembuatan bioetanol salah satunya yaitu alga cokelat dari spesies *Sargassum*.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif eksperimen laboratorium (*laboratorium eksperiment*), yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH media dan lama fermentasi terhadap produksi dan kadar bioethanol dari *S. crassifolium*. Variabel terikat yang diukur adalah produksi bioethanol dalam satuan (ml). Perlakuan dalam penelitian ini adalah: pH Medium (B₁= PH 5; B₂= PH 6; B₃= PH 9) dan Lama Fermentasi (C₁= Lama Fermentasi= 24 jam; C₂= Lama Fermentasi= 48 jam; dan C₃= Lama Fermentasi 72 jam).

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Agustus 2017. Tempat pengambilan sampel *S. crassifolium* yaitu di Desa Liang, Kecamatan Salahutu, Kabupaten Maluku Tengah; tempat melakukan preparasi sampel dilakukan di Laboratorium MIPA Institut Agama Islam Negeri Ambon untuk reparasi sampel; tempat melakukan proses destilasi hasil fermentasi dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unpatti; dan analisis kadar etanol bertempat di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang. Adapun prosedur penelitian ini meliputi:

1. Persiapan Subtrat Fermentasi

a. Persiapan sampel *Sargassum crassifolium*

Sargassum crassifolium yang digunakan berasal dari perairan laut desa Liang. Persiapan sampel *S. crassifolium* dilakukan dengan cara mengambil *S. crassifolium* sebanyak yang dibutuhkan dengan menggunakan gunting, kemudian sampel dicuci dengan air tawar, setelah itu keringkan dengan bantuan sinar matahari selama 12 jam. *S. crassifolium* yang sudah kering dipotong-potong dengan ukuran 1 cm kemudian diblender. Tahapan selanjutnya yaitu mengoven sampel *S. crassifolium* yang telah digiling pada suhu 50°C selama 4 jam (Aryani, dkk. 2013).

b. Delignifikasi

Delignifikasi dilakukan dengan menimbang sebanyak 100 gram serbuk *S. crassifolium* ditambah dengan 500 ml NaOH 2% ke dalam Erlenmeyer kemudian dipanaskan dan diaduk dengan stirrer selama 3 jam pada suhu 80°C. Selanjutnya larutan dipisahkan dengan cara disaring. Serbuk *S. crassifolium* yang telah terpisah dibilas dengan air (Richana, 2011).

c. Hidrolisis

Proses hidrolisis dilakukan dengan cara, filtrat hasil delignifikasi yang telah dimasukkan kedalam Erlenmeyer dengan menambahkan larutan HCl 21% sebanyak 500 ml, kemudian larutan hidrolisis dimasukkan kedalam oven dengan suhu 80°C selama 3 jam (Richana, 2011).

d. Persiapan starter

Starter yang digunakan adalah ragi roti yang ditumbuhkan dalam subtrat pertumbuhan. Ragi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu ragi komersil yang dijual dipasaran dengan merek pakmaya. Substrat pertumbuhan terdiri dari 1000 ml aquades

yang ditambahkan dengan 100g gula pasir (konsentrasi 10%) yang disiapkan di dalam gelas beaker. Setelah semua bahan-bahan dimasukkan, kemudian dihomogenkan terlebih dengan *magnetic stirrer* kemudian disterilkan dengan menggunakan autoclave pada suhu 121 °C selama 15 menit. Substrat ditunggu hingga dingin. Setelah dingin, sampai kira-kira mencapai suhu 30-33 °C, ragi dimasukkan ke dalam substrat, selanjutnya diinkubasi kedalam incubator pada suhu 30 °C selama 8 jam (Azizah. dkk, 2012). Banyak ragi pada pembuatan starter adalah 3%.

e. Inokulasi starter

Setelah starter diinkubasi selama 8 jam, maka starter tersebut siap untuk diinokulasikan di dalam substrat fermentasi. Starter dimasukkan dalam medium fermentasi pada kondisi yang aseptis. Jumlah starter yang dimasukkan adalah sebanyak 10% (Richana, 2011).

2. Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan menyaring filtrat dari proses hidrolisis, kemudian hasil saringan berupa cairan dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditambahkan NaOH atau HCl sampai pH menjadi 5, 6 dan 7 untuk variasi pH (Ariyani. dkk, 2012), lalu menambahkan starter sebanyak 300ml sesuai konsentrasi starter. Proses fermentasi dilakukan sesuai dengan waktu perlakuan, yaitu mulai dari 48 jam, 72 jam, dan 96 jam (Azizah. dkk, 2012).

3. Destilasi

Pengujian kadar alkohol diawali dengan proses destilasi. Hasil fermentasi didestilasi untuk memisahkan etanol dengan larutan lainnya. Destilasi dilakukan pada suhu 80°C (Ariyani. dkk, 2012).

4. Pengujian Kadar Etanol

Pengujian kadar etanol dilakukan dengan metode *Chromatography Gas* (GC). Hasil dari metode *Chromatography Gas* (GC) ini yaitu berupa kromatogram, dimana dari kromatogram tersebut dapat diketahui: Waktu retensi, % luas area, dan % tinggi atau kadar. Analisis dengan GC dilakukan dengan menginjeksi 1µL sampel. Kemudian profil kromatograf sampel dibandingkan dengan *references standard* pada program GC-MS dengan menekan *similary search* (Fitriana, 2009).

HASIL PENELITIAN

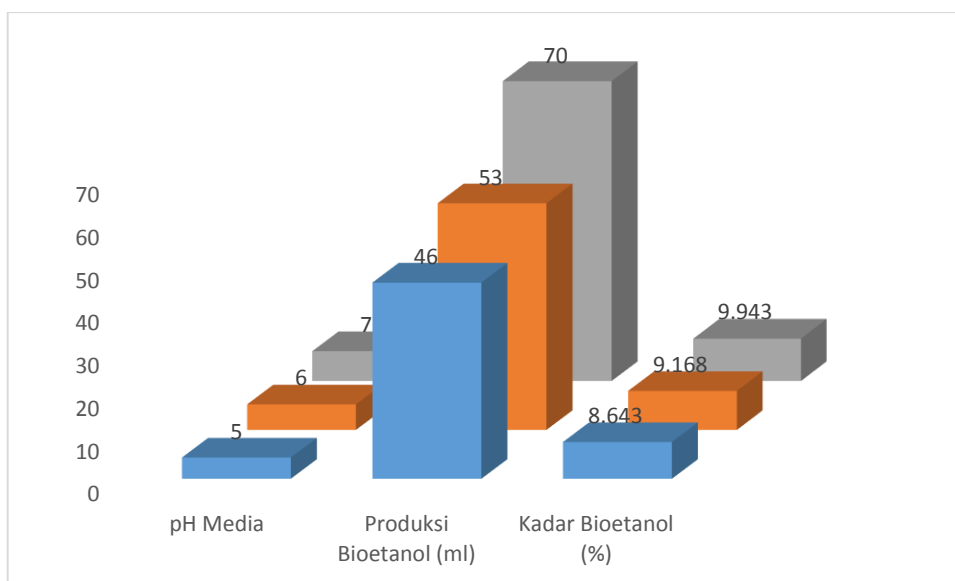
Pemanfaatan bahan-bahan hayati telah banyak diteliti dan dikembangkan dalam memproduksi bioetanol seperti singkong, jagung, sagu, aren, tebu dan biji-bijian yang pada dasarnya mengandung molekul karbohidrat yang dapat dikonversi menjadi bioetanol. Hal lain yang paling unik dan menarik dari pembuatan bioetanol pun kini marak diteliti dan dibuat dengan memanfaatkan limbah organik yang tidak terpakai lagi seperti kulit pisang, ampas tebu, ampas sagu, kulit ubi dan juga tongkol jagung serta limbah organik lainnya. Bukan hanya itu saja, bahkan sekarang ini organisme laut pun

mendapat sorotan tajam oleh peneliti dengan memanfaatkan rumput laut sebagai bahan baku pembuatan bioetanol salah satunya yaitu alga cokelat dari spesies *Sargassum crassifolium*

Sargassum crassifolium merupakan salah satu jenis alga cokelat yang kaya akan manfaat serta memiliki nilai ekonomis tinggi, memiliki umur panen yang relatif singkat, tersebar luas di perairan laut Indonesia dengan potensi produksinya cukup tinggi namun produksinya masih banyak berasal dari hasil panen persediaan dari alami. *S. crassifolium* banyak mengandung polisakarida alginat yang dimanfaatkan untuk industri makanan-minuman, kosmetik, dan farmasi. Polisakarida lainnya adalah selulosa (bagian dari dinding sel), manitol (sebagai karbohidrat tersimpan) dan fucoidan. Selulosa pada *Sargassum* berkisar antara 23,97-35,22%. Selulosa yang dimanfaatkan adalah produk turunannya yaitu *carboxymethyl cellulose* (cmc) yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan penstabil, pengental, dan pengemulsi. Kandungan selulosa yang tinggi pada *sargassum* merupakan salah satu potensi untuk dijadikan sebagai bahan dalam memproduksi bioethanol (Kadi & Atmadja, 1996). Penggunaan variasi pH media dengan penggunaan konsentrasi ragi 1% dan lama fermentasi 24 jam dengan hasil sebagai berikut Tabel 1. Pengaruh pH Media Terhadap Produksi (ml) dan Kadar Bioethanol (%)

pH Media	Produksi Bioetanol (ml)	Kadar Bioethanol (%)
5	46	8.643
6	53	9.168
7	70	9.943

Berdasarkan Tabel 1 tersebut diketahui bahwa produksi dan kadar bioetanol untuk 100 g berat kering *S. crassifolium* yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan dengan penggunaan konsentrasi ragi dan lama fermentasi yang tetap adalah berbeda, dengan volume dan kadar terendah diperoleh pada perlakuan pH 5, sedangkan volume dan kadar bioethanol tertinggi diperoleh pada perlakuan pH 7. Data tentang perbandingan volume dan kadar bioethanol dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut



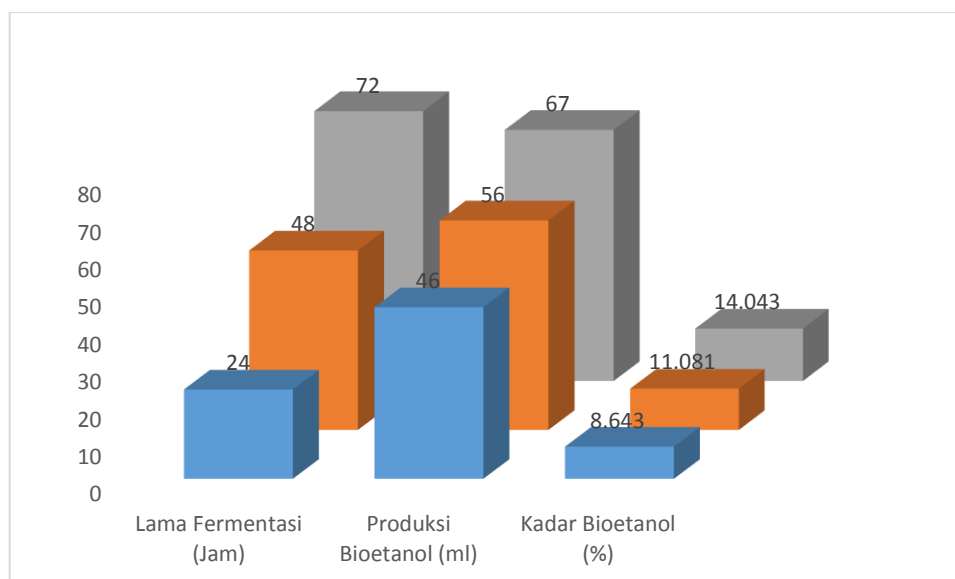
Gambar 1. Hubungan pH Media dengan Produksi (ml) dan Kadar Bioethanol (%)

Berdasarkan Gambar 1 tersebut, terlihat bahwa volume dan kadar bioethanol pada tiap-tiap perlakuan berbeda. Volume dan konsentrasi bioethanol pada perlakuan pH = 5 adalah 46 ml dan 8.643%; volume dan konsentrasi bioethanol pada perlakuan pH = 4 adalah 53 ml dan 9.168%; dan volume serta konsentrasi bioethanol pada perlakuan pH = 7 adalah 70 ml dan 9.943%. Selain perlakuan pH media, dalam penelitian ini juga digunakan variasi lama fermentasi dengan penggunaan konsentrasi ragi dan pH media tetap dengan hasil sebagai berikut

Tabel 2. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Produksi (ml) dan Kadar Bioethanol (%)

Lama Fermentasi (Jam)	Produksi Bioetanol (ml)	Kadar Bioetanol (%)
24	46	8.643
48	56	11.081
72	67	14.043

Berdasarkan Tabel 2 tersebut diketahui bahwa produksi dan kadar bioethanol untuk 100 g berat kering *S. crassifolium* yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan dengan penggunaan konsentrasi ragi dan pH media yang tetap adalah berbeda, dengan volume dan kadar terendah diperoleh pada perlakuan lama fermentasi 24 jam, sedangkan volume dan kadar bioethanol tertinggi diperoleh pada perlakuan lama fermentasi 72 jam. Data tentang perbandingan volume dan kadar bioethanol dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut



Gambar 2. Hubungan Lama Fermentasi (Jam) dengan Produksi (ml) dan Kadar Bioethanol (%)

Berdasarkan Gambar 2 tersebut, terlihat bahwa volume dan kadar bioethanol pada tiap-tiap perlakuan berbeda. Volume dan konsentrasi bioethanol pada perlakuan lama fermentasi = 24 jama adalah 46 ml dan 8.643%; volume dan konsentrasi bioethanol pada perlakuan lama fermentasi 48 jam adalah 56 ml dan 11.081%; dan volume serta konsentrasi bioethanol pada perlakuan lama fermentasi 72 jam adalah 67 ml dan 14.043%.

Ethanol merupakan senyawa Hidrokarbon dengan gugus Hydroxyl (-OH) dengan 2 atom karbon (C) dengan rumus kimia C_2H_5OH . Secara umum Ethanol lebih dikenal sebagai Etil Alkohol berupa bahan kimia yang diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung karbohidrat (pati). Bahan baku tersebut merupakan tanaman yang biasa ditanama oleh masyarakat ataupun tumbuh secara alami pada habitat tertentu. *S. crassifolium* merupakan jenis tumbuhan air yang tumbuh di laut dengan membentuk koloni yang besar serta mengapung pada permukaan air asin. Sargassum sendiri masuk ke dalam tumbuhan jenis alga coklat yang selain mengandung iodium yang tinggi, juga mengandung selulosa serta pati yang tinggi. Kandungan karbohidrat total *S. crassifolium* adalah 33,3% yang merupakan komponen terbesar diantara yang lainnya. Tingginya kandungan karbohidrat pada sargassum, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan bahan bakar yang ramah lingkungan, yang diistilahkan dengan bioethanol. Secara umum ethanol biasa digunakan sebagai bahan baku industri turunan alkohol, campuran untuk miras, bahan dasar industri farmasi, kosmetika dan kini sebagai campuran bahan bakar untuk kendaraan bermotor. Pembuatan bioethanol melalui proses fermentasi yang dibantu oleh mikroorganism seperti *S. cereviceae* pada interval waktu tertentu dan derajat keasaman medium. Olehnya itu, penelitian ini menggunakan 3

perlakuan (konsentrasi ragi, pH, dan lama fermentasi) untuk melihat dampaknya terhadap produksi dan kadar bioethanol yang dihasilkan dari *S. crassifolium*.

1. Pengaruh pH Medium Fermentasi dan Lama Fermentasi Terhadap Produksi Bioethanol (ml)

Bioethanol (C_2H_5OH) merupakan salah satu *biofuel* yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan sifatnya yang terbarukan. Merupakan bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan yang memiliki keunggulan karena mampu menurunkan emisi CO_2 hingga 18%, dibandingkan dengan emisi bahan bakar fosil seperti minyak tanah (Anonim, 2007a). Bioethanol dapat diproduksi dari berbagai bahan baku yang banyak terdapat di Indonesia, sehingga sangat potensial untuk diolah dan dikembangkan karena bahan bakunya sangat dikenal masyarakat. Tumbuhan yang potensial untuk menghasilkan bioethanol antara lain tanaman yang memiliki kadar karbohidrat tinggi, seperti tebu, nira, aren, sorgum, ubi kayu, jambu mete (limbah jambu mete), garut, batang pisang, ubi jalar, jagung, bonggol jagung, jerami, dan bagas (ampas tebu). Penggunaan *S. crassifolium* sebagai bahan baku dalam pembuatan bioethanol belum dilakukan, pada hal kandungan karbohidratnya paling tinggi bila dibandingkan dengan komposisi kimia lainnya. Menurut Tri Handayani, Sutarno, Ahmad Dwi Setyawan (2004) menyatakan bahwa kandungan karbohidrat dari *S. crasifolium* adalah 36,93% lebih besar bila dibandingkan dengan protein dan lemak yang masing-masing 5,19% dan 1,63%. Hal yang sama dikemukakan oleh Fahri, M (2010) yang menyatakan bahwa secara umum *S. crassifolium* mempunyai kandungan nutrisi cukup lengkap. Secara kimia rumput laut terdiri dari air (27,8%), protein (5,4%), karbohidrat (33,3%), lemak (8,6%) serat kasar (3%) dan abu (22,25%). Selain karbohidrat, protein, lemak dan serat, rumput laut juga mengandung enzim, asam nukleat, asam amino, vitamin (A, B, C, D, E dan K) dan makro mineral seperti nitrogen, oksigen, kalsium dan selenium serta mikro mineral seperti zat besi, magnesium dan natrium. Kandungan asam amino, vitamin dan mineral rumput laut mencapai 10-20 kali lipat dibandingkan dengan tanaman darat. Bila dibandingkan antara kandungan protein, lemak, dan karbohidrat maka komponen karbohidrat lebih besar bila dibandingkan dengan keduanya, sehingga atas dasar tersebut maka *S. crasifolium* dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioethanol

Dengan menggunakan perlakuan konsentrasi ragi, pH medium fermentasi, dan lama fermentasi diperoleh hasil bahwa ada pengaruh perlakuan terhadap produksi bioethanol dengan perlakuan yang terbaik adalah (konsentrasi ragi 3%, pH 7, dan lama fermentasi 72 jam). Penggunaan ragi dalam penelitian berfungsi sebagai mikroorganisme yang melakukan fermentasi glukosa menjadi ethanol. Di dalam ragi terkandung *S. cereviceae* yang memiliki kemampuan besar dalam merombak gula menjadi ethanol. Menurut Oura (2009), menyatakan bahwa *S. cereviceae* dikenal sebagai baker's yeast yang memiliki kemampuan paling tinggi dalam memfermentasi gula menjadi ethanol pada kondisi anaerob fakultatif. Hal yang sama dikemukakan oleh Trianik Widyani-grum

et al (2016) yang menyatakan bahwa penggunaan *S. cereviceae* dapat mempercepat perombakan glukosa menjadi ethanol, dan semakin tinggi konsentrasi *S. cereviceae* yang digunakan, maka produksi bioethanol semakin besar karena dipengaruhi oleh banyaknya sel yang melakukan proses perombakan glukosa menjadi ethanol. Selama nutrisi dalam medium tersedia, maka mikroorganisme yang bersangkutan akan terus melakukan perombakan dan akan berakhir seiring dengan menurunnya nutrisi di dalam medium.

Selain penggunaan ragi, perlakuan pH medium fermentasi akan memberikan pengaruh terhadap produksi bioethanol. pH merupakan kondisi asam-basa medium suatu mikroorganisme yang dapat mempengaruhi pertumbuhan (aktivitas pembelahan sel) dari mikroorganisme tertentu. Menurut Endro Saputro dan Tri Sumiyati (2016), menyatakan bahwa pH sangat berperan penting dalam pertumbuhan mikroorganisme fermentasi. pH berkenaan dengan derajat keasaman medium yang akan menentukan aktivitas mikroorganisme selain ketersediaan nutrisi. pH yang paling baik dalam kombinasi perlakuan adalah 8, hal ini bertentangan dengan pendapat Oura (2009) yang menyatakan bahwa pH yang paling baik untuk pertumbuhan *S. cereviceae* berkisar antara 4,0 – 4,5. Perbedaan pH yang ditemukan oleh peneliti dengan penelitian sebelumnya diduga karena penelitian sebelumnya tidak menggunakan variasi perlakuan dengan factor lain, peneliti sebelumnya hanya menggunakan satu factor variabel bebas yaitu pH, sedangkan peneliti menggunakan 3 faktor yang dikombinasikan yaitu konsentrasi ragi, pH medium, dan lama fermentasi. Adanya perbedaan perlakuan ini, diduga memberikan dampak terhadap kebutuhan nilai pH yang dibutuhkan oleh *S. cereviceae* yang terdapat di dalam ragi.

Selain faktor konsentrasi ragi dan pH medium fermentasi, lama fermentasi merupakan salah satu bagian dari kombinasi perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap produksi bioethanol yang dihasilkan dengan menggunakan *S. crasifolium* sebagai bahan baku. Lama fermentasi yang memberikan hasil yang paling baik adalah 72 jam, artinya bahwa fase logaritmik berlangsung pada waktu tersebut. Fase logaritmik adalah fase pertumbuhan tercepat yang dialami oleh mikroorganisme karena ketersediaan nutrisi yang lebih banyak dibandingkan dengan keberadaan sel mikroba. Banyaknya nutrisi mengakibatkan ketersediaan energi mikroba dalam jumlah yang besar untuk merombak glukosa menjadi ethanol. Pendapat ini sejalan dengan hasil temuan dari Endro Saputro dan Tri Sumiyati (2016) yang menyatakan bahwa produksi ethanol dipengaruhi oleh lama fermentasi, dimana lama fermentasi berkenaan dengan waktu logaritmik yang dimiliki oleh mikroba untuk berada dalam jumlah yang banyak dalam merombak glukosa menjadi ethanol. Jika terlalu lama waktu fermentasi, maka produksi ethanol dapat berkurang karena terjadinya kematian sel mikroba yang disebabkan oleh kekurangan nutrisi atau karena keracunan CO₂ yang merupakan produk samping dari proses fermentasi anaerobik.

Salah satu cara untuk mendapatkan bioethanol adalah melalui proses fermentasi secara anaerobik pada bahan yang mengandung amilum (Sugili Putra, 2006). *Sargassum*

crasifolium terbukti mengandung amilum dengan kadar yang tinggi bila dibandingkan dengan kandungan protein dan lemak. Selama proses fermentasi, amilum akan dipecah menjadi glukosa, untuk selanjutnya difermentasi oleh *S. cereviceae* sampai menghasilkan ethanol. Dalam proses fermentasi terjadi reaksi sebagai berikut:



Amilum yang merupakan molekul kompleks yang tersusun oleh monomer-monomer glukosa dan dihubungkan oleh ikatan glikosidik dapat dipecah menjadi glukosa dengan perlakuan pemberian senyawa asam atau penambahan enzim (Fifi Nurfiana dkk, 2009). Penambahan senyawa asam atau penggunaan enzim berfungsi untuk memecah ikatan glikosidik yang menghubungkan unit-unit glukosa. Glukosa yang terbentuk dari proses perombakan amilum, selanjutnya akan diubah menjadi alcohol oleh mikroba pada kondisi anaerobik. Selama proses fermentasi, selain alcohol juga dihasilkan gas karbondioksida (Rijal, 2015).

Setiap bahan baku yang digunakan dalam pembuatan bioethanol akan mendapatkan hasil yang berbeda, baik dari volume maupun kadar ethanol. Hal ini disebabkan oleh tingginya kadar amilum ataupun glukosa yang terurai dari amilum oleh aktivitas enzim atau hidrolisi dengan menggunakan senyawa asam. Volume mencerminkan banyaknya jumlah ethanol yang dihasilkan dalam satu ml yang dapat diukur setelah proses destilasi, sedangkan kadar mencerminkan kandungan ethanol dalam bentuk persentase yang menunjukkan jumlahnya per 100 ml contoh. Pembentukan bioethanol dari bahan baku yang mengandung amilum, seperti *S. crasifolium* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: suhu, pH, konsentrasi ragi, lama fermentasi, kadar gula, nutrisi ragi, konsentrasi senyawa asam, dan konsentrasi enzim (Diah Restu dan Anastasia Rafika, 2013).

Hasil penelitian yang telah dilakukan dengan perlakuan pH medium fermentasi dan lama fermentasi menunjukkan adanya pengaruh terhadap kadar ethanol yang dihasilkan. Kadar ethanol tertinggi diperoleh pada perlakuan (pH = 7 dan lama fermentasi = 72 jam). pH medium mempengaruhi kadar ethanol yang dihasilkan dalam memfermentasi glukosa yang berasal dari perombakan amilum *S. crasifolium*. pH merupakan kondisi asam basa medium fermentasi yang berhubungan dengan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme. pH yang terlalu rendah (asam) atau terlalu tinggi (basa) dapat memicu tingkat kematian sel mikroba. Tingkat kematian mikroorganisme yang tinggi akan berpengaruh terhadap kecepatan fermentasi, karena jumlah mikroba akan berkurang dalam mengurai glukosa menjadi ethanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH yang paling baik terhadap kadar ethanol adalah 7. Bila dibandingkan dengan hasil penelitian yang relevan, menunjukkan bahwa kadar ethanol yang paling baik adalah dengan menggunakan pH medium pada kondisi asam (pH = 3 - 4) untuk bahan baku

berupa kulit pisang, biji durian, dan singkong. Hasil penelitian yang ditemukan bertentangan dengan penelitian sebelumnya karena pH yang menunjukkan hasil terbaik dalam penelitian ini adalah pH dalam kondisi netral. Hal ini diduga karena perbedaan bahan baku yang digunakan yang memerlukan nilai pH yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan organik lainnya.

Perombakan glukosa menjadi ethanol juga dipengaruhi oleh lama fermentasi, karena terkait dengan interval waktu yang dibutuhkan oleh mikroba untuk merombak substrat menjadi produk. Mikroba memiliki fase pertumbuhan yang berkenaan dengan waktu pertumbuhan. Mikroba akan bertambah dalam jumlah yang tinggi pada fase logaritmik, sehingga kemampuannya dalam menggunakan nutrisi akan semakin besar dan hal ini akan berdampak terhadap produk yang dihasilkan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Fifi Nurfiyana, dkk (2009) dan Diah Rsetu dan Anastasia rafika (2013) menunjukkan bahwa interval waktu 24 jam-72 jam memberikan hasil tertinggi terkait kadar ethanol berbahan baku biji durian dan kulit pisang kepo. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan temua peneliti yang menemukan bahwa waktu 72 jam memberikan hasil baik terkait kadar ethanol berbahan dasar *S. crasifolium*.

KESIMPULAN

1. Ada pengaruh variasi pH terhadap peningkatan volume (ml) bioethanol dari *S. crasifolium* dengan pH yang terbaik adalah 7
2. Ada pengaruh lama fermentasi terhadap peningkatan volume (ml) bioethanol dari *S. crasifolium* dengan lama fermentasi terbaik adalah 72 jam

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan melakukan kombinasi perlakuan antara konsentrasi ragi dengan pH medium, konsentrasi ragi dengan lama fermentasi, dan konsentrasi ragi dengan pH serta lama fermentasi. Selain itu, perlu adanya penambahan variabel lain yaitu pengukuran kadar gula tereduksi setelah proses delignisasi secara kimiawi atau penggunaan enzim yang berasal dari mikroba tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani Endang, dkk. 2013. Produksi Bioetanol Dari Jerami Padi (*Oryza sativa* L). *Journal of Chemical Science*, 2 (2).
- Atmadja, W.S., A. Kadi, Sulistidjo, dan Rachmaniar. 1996. *Pengenalan Jenis-jenis Rumput Laut*. Jakarta: Puslitbang Oseanologi LIPI.
- Azizah N, dkk. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol Dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas, *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, Vol. 1, No. 2.

- Bold, H.C., Wayne, M.J. 1985. *Introduction to the Algae. Second Edition*. New Jersey: Prentice Hal, Inc Englewood Cliffs,
- Castro, R, dkk. 2004. Water-soluble Seaweed Extract Modulate the Pantoea Agglomerans Lipopolysaccharide (LPS) Fish Shelfish Immunol. 10: 555-558.
- Fitriana Lili. 2009. Analisis Bioetanol Hasil Fermentasi Dari Pati Sagu (*Metroylon sago*) Asal Papua. *Skripsi* Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Papua.
- Jasminandar, Y. 2009. Penggunaan Ekstrak (*Gracilaria verrucosa*) Untuk Meningkatkan Sistem Ketahanan Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Tesis* Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor..
- Khairani, Rini. 2007. *Tanaman Jagung Sebagai Bahan Bio-fuel* <http://www.Macklintmipunpad.net/Biofuel/Jagung/Pati.pdf>. diakses tanggal 14 Agustus 2016
- Khaidir, Setyaningsih, Haerudin. 2012. Dehidrasi bioetanol menggunakan zeolit alam termodifikasi. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Institut Pertanian Bogor.
- Mangunwidjaja, D dan Sailah, I. 2005. *Pengantar Teknologi Pertanian*. Depok: Penebar Swadaya.
- Nurfiana F. dkk. 2009. *Pembuatan Bioetanol Dari Biji Durian Sebagai Sumber Energi Alternatif*. *Teknokimia Nuklir*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir Badan Tenaga Nuklir Nasional (STTN-BATAN).
- Handayani, W. 1999. *Ekstraksi dan Karakterisasi Alginat dari Rumput Laut Sargassum spp.* (Laporan Penelitian). Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian UGM.
- Hidayat, A. 1994. *Budidaya Rumput Laut*. Usaha Nasional, Surabaya
- Rahmawati Ani, "Pemanfaatan Limbah Kulit Ubi Kayu (*Manihot utilisima* Pohl) dan Kulit Nanas (*Anana Comosus* L) Pada Produksi Bioetanol Menggunakan *Aspergillus wentii*", *Jurnal Pembuatan Bioetanol* (online), diakses pada 16 Agustus 2016.
- Richana Nur. 2011. *Bioetanol; Bahan Baku Teknologi Produksi Dan Pengendalian Mutu*. Bandung: Nuansa Cendikia.
- Pujiani dkk. 2014. Biokeonversi Selulosa Dari Tongkol Jagung Menjadi Bioetanol. *Jurnal Alkohol* (online). diakses pada 1 September 2016
- Pujianingsih, I. r. 2005. *Teknologi Fermentasi Dan Peningkatan Kualitas Pakan*. Fakultas Peternakan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Pusdatin. 2010. *Buku Pegangan Statistik Ekonomi Energi Indonesia DESDM 2010*. http://www.esdm.go.id/publikasi/indonesia-energy-outlook/ringkasan-eksekutif/doc_download/1255-ringkasan-eksekutif-indonesia-energy-outlook-2010.html. diakses tanggal 1 September 2016
- Santi S. Sinta. 2008. Pembuatan alkohol dengan Proses Fermentasi Buah Jambu Mete Oleh Khamir *Sacharomyces cereviceae*. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, Vol 8, No 2, (Desember 2008).

- Saputra R D, dkk. 2012. Kajian Rumput Laut *Sargassum duplicatum* J. G. Agardh sebagai Penghasil Bioetanol dengan Proses Hidrolisis Asam dan Fermentas. *Journal Of Marine Research*. Volume 1, Nomor 2, Tahun 2012, Halaman 145-151
- Sari N R, dkk. 2014. Kondisi Optimum Produksi Bioetanol Dari Rumput Laut Coklat (*Sargassum duplicatum*) Menggunakan *Trichoderma viride* Dan *Pichia angophorae*. Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pengolahan Produk Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan. Institut Pertanian Bogor. *JPB Perikanan* Vol.9 Desember
- Sugiono. 2013. *Statistik untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suprihatin. 2010. *Teknik Fermentasi*. Surabaya: UNESA University Press.
- Rahmawati Ani. 2013. Pemanfaatan Limbah Kulit Ubi Kayu (*Manihot utilisima* Pohl) dan Kulit Nanas (*Anana Comosus* L) Pada Produksi Bioetanol
- Riadi Lieke. 2013. *Teknologi Fermentasi Edisi 2*. Yogyakarta: Graham Ilmu.
- Yowono Triwibowo. 2005. *Biologi Molekuler*. Jakarta: Erlangga
- Zen. 1988. *Energi, Sumberdaya, Lingkungan Hidup dalam Pembangunan Berkesinambungan*. Jakarta: Penerbit Dian Rakyat.