

JURNAL METAMORFOSA

Journal of Biological Sciences

eISSN: 2655-8122

<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

Potensi Rumput Laut *Gracilaria Canaliculata* Sonder Asal Pantai Menganti Kebumen Dan Pantai Karang Bolong Cilacap Sebagai Penghasil Bioetanol

Potential Of Seaweed *Gracilaria canaliculata* Sonder From Menganti Beach Kebumen And Karang Bolong Beach Cilacap As Raw Material For Bioethanol

Rizal Berlian Novella¹, Dwi Sunu Widyartini^{*2}, Romanus Edy Prabowo³

¹²³⁾ *Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Kampus Unsoed Grendeng, Jl. dr. Soeparno 63 Purwokerto 53122.*

**Email: dwi.widyartini@unsoed.ac.id*

INTISARI

Rumput laut merupakan salah satu sumber devisa negara dan sumber pendapatan bagi masyarakat pesisir. Selain dapat digunakan sebagai bahan makanan, minuman dan obat-obatan, rumput laut yang kaya akan selulosa sangat berpotensi untuk diproses menjadi bioetanol. Bioetanol digunakan sebagai bahan baku pembuatan turunan etanol. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui biomassa dan kandungan bioetanol pada rumput laut *G. canaliculata* asal pantai berbeda. Penelitian ini menggunakan metode survei dengan pengambilan sampel secara *purposive sampling* di perairan Pantai Menganti, Kebumen dan Pantai Karang Bolong, Cilacap. Analisis data korelasi menggunakan program PRIMER 7 untuk mengetahui faktor lingkungan yang paling berkorelasi pada biomassa, sedangkan Uji-t dengan program SPSS untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kandungan bioetanol *G. canaliculata*. Hasil penelitian ini menunjukkan ada korelasi faktor lingkungan pantai dengan biomassa *G. canaliculata*, yang paling berkorelasi yaitu kandungan nitrat. Nilai korelasi nitrat di perairan Pantai Menganti, Kebumen sebesar 0,852 sedangkan di perairan Karang Bolong, Cilacap nilai korelasi nitrat sebesar 0,79. Hasil uji-t tidak terdapat perbedaan yang signifikan kandungan bioetanol *G. canaliculata* asal Pantai Menganti, Kebumen dengan Pantai Karang Bolong, Cilacap. *G. canaliculata* asal Pantai Menganti, Kebumen menghasilkan rata-rata kandungan bioetanol sebesar 7,07%, sedangkan asal Pantai Karang Bolong, Cilacap menghasilkan rata-rata kandungan bioetanol sebesar 7,21%. Semakin tinggi kandungan nitrat perairan maka semakin tinggi menghasilkan bioetanol, sangat potensial untuk pengembangan rumput laut

Kata kunci: *bioetanol, G. canaliculata, rumput laut*

ABSTRACT

Seaweed is a source of foreign exchange and income for coastal communities. Besides being able to be used as food, drink, and medicine, seaweed which is rich in cellulose, has the potential to be processed into bioethanol. Bioethanol is used as a raw material for the manufacture of ethanol derivatives. The study aimed to determine the biomass and bioethanol content of *G. canaliculata* seaweed from different coasts. This study used a survey method with purposive sampling in the waters of Menganti Beach, Kebumen, and Karang Bolong Beach, Cilacap. The correlation data analysis used the PRIMER7 program to determine biomass's most correlated environmental factors. In contrast, the t-test was used with the SPSS program to determine whether there were differences in the bioethanol content of *G. canaliculata*. This study indicates a correlation between coastal environmental factors and the biomass of *G. canaliculata*, the most correlated is the nitrate content. The highest correlation value of nitrate in Menganti Beach,

Kebumen is 0.852, while in the waters of Karang Bolong, Cilacap, the highest correlation value of nitrate is 0.79. The results of the t-test showed no significant difference in the bioethanol content of *G. canaliculata* from Menganti Beach, Kebumen, and Karang Bolong Beach, Cilacap. *G. canaliculata* from Menganti Beach, Kebumen produced an average bioethanol content of 7.07%, while those from Karang Bolong Beach, Cilacap produced an average bioethanol content of 7.21%. The higher the nitrate content of the water, the higher the production of bioethanol, very potential for the development of seaweed.

Keywords: bioethanol, *G. canaliculata*, seaweed

PENDAHULUAN

Bioetanol merupakan senyawa alkohol yang mempunyai dua atom karbon (C_2H_5OH) yang dibuat dari fermentasi dengan bahan baku yang memiliki kandungan gula, pati atau selulosa yang tinggi. Metode produksi yang dapat digunakan adalah dengan bantuan enzim untuk pemecahan gula dari pati, fermentasi gula, dan penyulingan (Wiranata *et al.*, 2018). Rumput laut merupakan sumber daya laut yang sangat potensial menghasilkan selulosa. Hasil metode *literature review* oleh Alaydin *et al.* (2020) dirangkum potensi selulosa dari beberapa jenis rumput laut merah (Rhodophyta), menunjukkan kadar selulosa paling banyak dihasilkan pada rumput laut *Gracilaria sp.* sehingga cukup besar potensinya sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

Salah satu rumput laut yang banyak tumbuh di pantai selatan adalah rumput laut *G. canaliculata*. Menurut Anggadiredja (2006), *G. canaliculata* (Rhodophyta) seringkali dijumpai pada daerah beriklim tropis dan sub tropis. Talus *G. canaliculata* berbentuk silindris dan terkadang ditemukan garis melingkari talus. Tipe percabangan dikotom dan trikotom dengan bentuk ujung tumpul, memiliki tekstur yang keras namun rapuh dan mudah patah, panjang percabangan dapat mencapai 9,4 cm dan lebar 0,3-0,5 cm (Selvavinayagam & Dharmar, 2018).

Kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan *Gracilaria* adalah pada perairan jernih dengan gelombang air laut tinggi. Tumbuh sepanjang tahun pada substrat bebatuan karang, kecepatan arus 20-40 cm/s, kedalaman air 0,3-4 m, kecerahan 2,5-5 m, suhu air 26-30°C, derajat keasaman 6,5-9,5, kandungan fosfat air 0,1-3,5 ppm, kandungan nitrat air 0,9-3,5 ppm (Asni, 2015). Intensitas cahaya semakin tinggi,

menunjukkan peningkatan laju pertumbuhan (Diana, 2016). Berdasarkan penelitian Nur *et al.* (2016) dan Mandusari & Wibowo (2018), kondisi lingkungan mempengaruhi kualitas biomassa dan kandungan selulosa rumput laut.

Pantai Menganti Kebumen terdapat di sebelah selatan Pulau Jawa yang mengarah langsung ke laut lepas. Pantai Karang Bolong Cilacap terdapat di sebelah timur Pulau Nusakambangan yang posisinya menghadap timur sehingga tidak langsung mengarah ke laut lepas. Kedua wilayah pesisir ini memiliki substrat dasar perairan bertipe pasir, patahan karang berpasir, dan batuan karang. Menurut Widyartini *et al.* (2014), substrat pasir dan campuran bersifat kurang stabil, sedangkan substrat karang bersifat stabil sehingga rumput laut dapat melekat kuat pada substrat dan tidak mudah terhempas pada saat gelombang besar.

Pantai dengan keterlindungan semi terbuka cenderung memiliki kecepatan arus dan gelombang yang tinggi, sehingga hanya rumput laut yang dapat melekat pada substrat karang saja yang mampu bertahan dari kuat dan tingginya gelombang air. Pantai dengan keterlindungan yang cukup terlindung, cenderung memiliki kecepatan arus dan gelombang yang rendah sehingga rumput laut dapat bertahan dari kuat arus dan gelombang air (Kholilullah, 2016).

Biomassa rumput laut di suatu perairan tergantung pada faktor lingkungan perairan (Widyartini *et al.*, 2014). *G. canaliculata* dengan terpenuhi nutrisi pertumbuhan maka selulosa dalam dinding sel memiliki kualitas yang baik. Tujuan penelitian ini untuk menentukan korelasi lingkungan dengan biomassa dan kandungan bioetanol rumput laut *G. canaliculata* asal Pantai Menganti Kebumen dan Pantai Karang Bolong Cilacap. Manfaat

penelitian ini dapat sebagai informasi ilmiah mengenai potensi rumput laut *G. canaliculata* asal Pantai Menganti Kebumen dan Pantai Karang Bolong Cilacap sebagai bahan baku penghasil bioetanol, sehingga dapat dijadikan referensi untuk penelitian dan pengelolaan secara alami yang berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode survei. Pengambilan sampel dilaksanakan di Pantai Menganti Kebumen dan Pantai Karang Bolong Cilacap (Gambar 1). Pantai Menganti, Kebumen berada pada titik koordinat 7°13'40" LS 109°17'16" BT. Pantai Karang Bolong, Cilacap berada pada titik koordinat 7°13'58" LS 109° 16'52" BT. Jarak antara Pantai Menganti dengan Pantai Karang Bolong kurang lebih 41 km.



Gambar 1. Peta lokasi Pantai Menganti dan Pantai Karang Bolong. (Sumber: Google maps).

Penelitian identifikasi rumput laut dilaksanakan di Laboratorium Akuatik, sedangkan pengujian bioetanol dilaksanakan di Laboratorium Mikologi dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto. Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan dari bulan November 2020 sampai April 2021.

Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas yaitu pantai, sedangkan variabel terikat yaitu biomassa, dan kandungan bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi *G. canaliculata*. Parameter utama yang diukur adalah biomassa rumput laut, berat basah rumput laut, kandungan bioetanol, nilai suhu perairan, nilai kecerahan

perairan, nilai kedalaman perairan, nilai kecepatan arus perairan, nilai derajat keasaman (pH) perairan, salinitas perairan, kandungan nitrat perairan, dan kandungan fosfat perairan, sedangkan parameter pendukung yang diukur kandungan gula reduksi.

Pengambilan Sampel *G. canaliculata*

Pengambilan sampel rumput laut *G. canaliculata* dilakukan pada saat kondisi surut terendah yang dapat diketahui menggunakan bantuan aplikasi WXTide, metode yang digunakan *purposive* sampling menggunakan tangan langsung. Teknik pengambilan sampel secara *purposive sampling* dengan plot 1x1 m². Titik sampling kuadrat searah dengan tepi pantai berjarak 40 m, sebanyak 12 titik. Jarak kuadrat dari tepi ke arah laut berjarak lima meter, sebanyak 4 titik. Sampel dimasukkan dalam plastik dan diberi label sesuai pengulangan, kemudian ditimbang dengan keadaan basah, dan didokumentasi (Kasim *et al.*, 2020).

Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia

Parameter lingkungan yang diukur terdiri atas parameter fisika dan kimia. Parameter fisika berupa ketinggian air, kandungan salinitas, suhu, derajat keasaman, kecepatan arus perairan, sedangkan parameter kimiawi berupa kandungan nitrat dan fosfat. Selain itu dilakukan pengukuran parameter pendukung berupa pengukuran kandungan gula reduksi.

Identifikasi Rumput Laut *G. canaliculata*

Menurut Kasim *et al.* (2020), sampel rumput laut diidentifikasi dengan cara mengamati ciri atau karakter khusus yang ada di rumput laut *G. canaliculata*. Sampel diukur pada millimeter blok dan penggaris, kemudian didokumentasikan. Sampel rumput laut dilakukan identifikasi sesuai dengan buku identifikasi rumput laut atau referensi lainnya seperti laman identifikasi AlgaBase (<http://www.algaebase.org>).

Pengukuran Biomassa *G. canaliculata*

Konversi biomassa menjadi bioetanol melalui empat tahap yaitu persiapan, hidrolisis, fermentasi, dan destilasi. Pengukuran biomassa

dilakukan dengan cara rumput laut *G. canaliculata* dibersihkan menggunakan air untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada talus. Rumput laut *G. canaliculata* selanjutnya melalui proses pengeringan dan penggilingan (Adini *et al.*, 2015). Lukito *et al.* (2017) menyatakan rumput laut yang sudah dihaluskan menggunakan blender diayak menggunakan ayakan. Tepung rumput laut selanjutnya ditimbang dan dicatat sebagai berat kering atau biomassa yang diperoleh.

Proses Hidrolisis Kimiawi

Tahap selanjutnya yaitu hidrolisis, merupakan tahap dimana gula kompleks pada rumput laut dipecah menjadi gula yang lebih sederhana (glukosa). Proses hidrolisis yang dilakukan dalam penelitian kali ini menggunakan hidrolisis kimiawi dengan menggunakan H₂SO₄ 1% dalam suhu tinggi. Penggunaan hidrolisis kimiawi dikarenakan penggunaannya yang mudah, cepat dalam proses konversi, dan biaya yang relatif murah, sehingga penggunaan hidrolisis kimiawi banyak diterapkan dalam penelitian maupun bidang industri.

Hidrolisis kimiawi dilakukan dengan cara 3 g tepung rumput laut *G. canaliculata* dan 100 ml H₂SO₄ 1% (v/v) dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, kemudian dipanaskan dalam suhu 100°C selama 15-20 menit. Medium tersebut selanjutnya didinginkan pada suhu ruang, dan selanjutnya hidrolisat didetoksifikasi menggunakan larutan NH₄OH hingga pH 10 dan selanjutnya pH diturunkan menjadi 5.

Proses Fermentasi

Tahapan berikut adalah tahap fermentasi. Menurut Adini *et al.* (2015), fermentasi secara oksidasi anaerob dari karbohidrat menghasilkan alkohol dan karbondioksida. Glukosa dipecah pada tahap hidrolisis dan digunakan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan *S. cerevisiae*.

Pada medium fermentasi dilakukan penambahan nutrisi NPK 0,04% dan NH₂SO₄ 0,15% selanjutnya medium dipanaskan pada suhu 105°C selama 15 menit (Adini *et al.*, 2015). Medium fermentasi yang digunakan adalah 100 ml hidrolisat atau hasil hidrolisis tepung rumput

laut *G. canaliculata* dalam erlenmeyer 250 ml untuk masing-masing perlakuan. Parameter pendukung yang diukur berupa kandungan gula tereduksi yang diambil setelah proses hidrolisis rumput laut *G. canaliculata*.

Aulia *et al.* (2019) menyatakan inkubasi starter *S. cerevisiae* untuk mendapatkan masa pertengahan logaritmik, dan menghindari masa adaptasi yang berlebih dalam media pertumbuhan yang baru. Penggunaan *S. cerevisiae* pada tahap fermentasi karena mudah dibiakkan, mampu menghasilkan etanol dalam jumlah cukup banyak, dan waktu pertumbuhannya yang cukup cepat. Jamur ini menghasilkan enzim yang penting dalam proses fermentasi yaitu enzim zimase dan invertase. Enzim invertase berfungsi sebagai pemecah gula kompleks yang belum terhidrolisis menjadi bentuk yang lebih sederhana (glukosa), sedangkan enzim zimase berfungsi mengubah glukosa menjadi etanol dalam proses fermentasi.

Fermentasi dilakukan untuk mendapatkan hasil samping metabolisme *S. cerevisiae* dengan sumber energi berupa biomassa rumput laut menjadi bioetanol (Desfran, 2014). Destilasi untuk memisahkan bioetanol dengan unsur lainnya seperti air yang terlarut supaya didapatkan hasil bioetanol yang lebih murni (Adini *et al.*, 2015).

Perbanyakan *Saccharomyces cerevisiae*

S. cerevisiae dari stock diinokulasi pada 50 ml medium (glukosa 10 g/l; *Yeast extract* 1,0 g/l; KH₂PO₄ 0,1 g/l; MgSO₄·7H₂O 0,1 g/l; dan (NH₄)₂SO₄, 0,1 g/l) dalam Erlenmeyer. Selanjutnya dilakukan inkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam menggunakan *orbital shaker* dengan kecepatan 100 rpm (Adini *et al.*, 2015).

Pembuatan starter dilakukan dengan menginokulasikan kultur khamir *S. cerevisiae* sebanyak 10% (v/v) hasil peremajaan dari kultur cair ke dalam 100 ml medium fermentasi. Selanjutnya diinkubasi pada suhu kamar sampai terjadinya pertengahan fase logaritmik (Adini *et al.*, 2015).

Kurva standar glukosa

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh glukosa yang merupakan sumber energi bagi pertumbuhan *S. cerevisiae* (Adini *et al.*, 2015). Pengukuran gula reduksi dilakukan dengan mengukur absorbansi. Kurva standar glukosa dibuat berdasarkan penelitian Tsegaye *et al.* (2019). Penentuan kandungan glukosa menggunakan metode DNS (3,5-dinitrosalicylic), prinsip dari metode ini adalah gula pereduksi akan bereaksi dengan reagen DNS, kemudian akan membentuk senyawa asam 3-amino-5-nitrosalisilat yang mampu menyerap dengan kuat panjang gelombang 570 nm.

Gula reduksi pada sampel akan bereaksi dengan larutan DNS yang awalnya berwarna kuning menjadi warna jingga kemerahan. Metode DNS dipilih pada penelitian ini karena memiliki tingkat ketelitian yang tinggi sehingga dapat digunakan pada glukosa yang memiliki kandungan yang rendah (Hasanah & Iwan, 2015).

Produksi Bioetanol *G. canaliculata*

Produksi bioetanol dilakukan dengan menginokulasikan 10% (v/v) starter kultur *S. cerevisiae* ke dalam 100 ml medium fermentasi, diinkubasi pada suhu kamar selama 5 hari. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali (Adini *et al.*, 2015). Bioetanol diperoleh melalui proses destilasi dalam labu destilasi yang dipanaskan dalam suhu 78°C dan hasil destilasi ditampung dalam botol penampung (Adini *et al.*, 2015). Untuk mengukur kandungan bioetanol dengan piknometer.

Perhitungan kandungan bioetanol menggunakan metode kerapatan massa jenis benda. Langkah awal yang dilakukan adalah menimbang berat kosong piknometer. Langkah selanjutnya, bioetanol hasil destilasi dimasukkan dalam piknometer 25 ml, kemudian ditimbang dan dicatat berat yang tertera. Pengukuran kandungan bioetanol dilakukan dengan perhitungan menggunakan rumus kerapatan massa jenis benda (Anggraini *et al.*, 2017):

$$\rho = \frac{(a-b)}{v}$$

Keterangan:

ρ : massa jenis benda

a: berat piknometer yang terisi cairan

b: berat piknometer kosong

v: volume

Analisis Data Menggunakan BIOENV dan SPSS

Data lingkungan yang diperoleh dimasukkan dalam tabel dan dianalisis menggunakan metode korelasi BIOENV antara faktor lingkungan dengan biomassa menggunakan aplikasi PRIMER7 (Primer-e Quest Research Limited, New Zealand). Nilai korelasi dibandingkan dengan R_{tabel} , apabila nilai korelasi > nilai R_{tabel} maka menunjukkan adanya korelasi yang signifikan antara faktor lingkungan perairan terhadap biomassa *G. canaliculata*, jika nilai korelasi semakin tinggi maka semakin kuat hubungan antara faktor lingkungan dengan biomassa *G. canaliculata*.

Metode analisis bioetanol menggunakan *Independent Sample T-Test* dengan program SPSS versi 16, data yang diperoleh dari hasil pengujian dimasukkan kedalam program SPSS versi 16.0 untuk dianalisis perbedaan kandungan bioetanol rumput laut *G. canaliculata* asal Pantai Menganti, Kebumen dan Pantai Karang Bolong, Cilacap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Korelasi Faktor Lingkungan Perairan Terhadap Biomassa Rumput Laut

Rumput laut *G. canaliculata* memiliki talus berwarna merah, dengan bentuk *stipe* atau silindris (Gambar 2).



Gambar 2. Rumput laut *G. canaliculata* (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020).

Talus dengan tipe percabangan *pinnate alternate* atau percabangan talus tumbuh sepanjang talus utama secara berselang-seling. *Holdfast* berbentuk kerucut dan kuat sehingga dapat melekat dengan erat pada substrat. Menurut Selvavinayagam & Dharmar (2018), *G. canaliculata* banyak dijumpai pada daerah beriklim tropis dan subtropis, hidup melekat dengan *holdfast* yang kuat pada karang sehingga pada saat ada gelombang besar talus mampu bertahan hidup. Talus *G. canaliculata* sering ditemukan dalam bentuk koloni di sekitar karang terjal, bahkan didapatkan berada di celah-celah batu karang yang lebih banyak terpapar sinar matahari langsung.

Rumput laut *G. canaliculata* asal Pantai Menganti, Kebumen memiliki bentuk dan ukuran yang relatif sama dengan Pantai Karang Bolong, Cilacap, hal ini dikarenakan kondisi lingkungan perairan Pantai Menganti, Kebumen dan Pantai Karang Bolong, Cilacap memiliki kisaran yang hampir sama, sehingga pertumbuhan rumput laut cenderung serupa.

Hasil pengukuran parameter lingkungan di Pantai Menganti, Kebumen dan Pantai Karang Bolong, Cilacap tersebut tergolong cukup baik untuk menunjang pertumbuhan rumput laut *G. canaliculata* (Tabel 1).

Kedalaman perairan di Pantai Menganti, Kebumen pada saat surut terendah lebih tinggi dibandingkan di Pantai Karang Bolong, Cilacap. Selama rumput laut masih terendam air dan tidak mengalami kekeringan saat terpapar sinar matahari maka talus rumput laut akan tumbuh dengan baik. Kedalaman air berhubungan langsung dengan intensitas cahaya yang diterima, penyerapan nutrisi, dan kerusakan akibat sinar matahari langsung. Menurut Wilson & Alexander (2020), kedalaman yang optimum bagi pertumbuhan rumput laut berkisar antara 4-6 m.

Tabel 1. Data parameter fisika dan kimia perairan

No	Parameter	Nilai kisaran	
		Pantai Menganti, Kebumen	Pantai Karang Bolong, Cilacap
1	Kedalaman perairan (m)	0,21-0,51	0,1-0,29
2	Kecerahan perairan (m)	0,2-0,73	0,1-0,58
3	Kecepatan arus (m/s)	0,49-0,69	0,39-0,47
4	Suhu perairan (°C)	29-31	29-31
5	Derajat keasaman (pH)	8,4-8,6	6,9-7,3
6	Kandungan garam/ salinitas (‰)	28-31	28-30
7	Kandungan nitrat (mg/l)	0,205	0,1705
8	Kandungan fosfat (mg/l)	0,0298	0,0474

Suhu perairan di Pantai Menganti, Kebumen dan Pantai Karang Bolong, Cilacap memiliki kisaran suhu 29-31 °C. Menurut Chakraborty & Santra (2008), rumput laut tumbuh dan berkembang dengan baik pada perairan yang memiliki kisaran suhu 26-33 °C. Suhu perairan dapat mempengaruhi proses fotosintesis. Perbedaan suhu mempengaruhi perbedaan energi matahari yang diterima oleh perairan. Suhu perairan akan naik dengan meningkatnya energi matahari yang masuk ke dalam perairan. Kenaikan suhu secara berlebihan dapat menyebabkan talus rumput laut menjadi pucat kekuningan. Derajat keasaman (pH) perairan Pantai Menganti, Kebumen lebih tinggi dibandingkan perairan Pantai Karang Bolong, Cilacap.

Nilai pH perairan dipengaruhi banyaknya CO₂ yang terserap. Kedua perairan menunjukkan adanya perbedaan pH yang cukup jauh, akan tetapi tidak berpengaruh pada pertumbuhan *G. canaliculata*. Menurut Ichsan *et al.* (2015), *Gracilaria* memiliki rentang toleransi pH yang luas sehingga perbedaan kandungan pH tidak menyebabkan pertumbuhan yang ekstrim.

Rumput laut *Gracilaria* dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH 6,5-9. Menurut Burdames *et al.* (2014), rumput laut yang memiliki rentang toleransi pH luas, jarang ditemui pH perairan menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhannya. Perubahan pH yang ekstrim akan memberikan petunjuk terganggunya sistem penyangga derajat keasaman perairan. Perairan laut memiliki kemampuan menyangga yang kuat agar pH tidak mudah berubah dan menjadi stabil.

Salinitas perairan Pantai Menganti, Kebumen tidak jauh berbeda dengan di Pantai Karang Bolong, Cilacap yang berkisar 28-31 ‰. Menurut Asni (2015), nilai salinitas yang sesuai bagi pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* berkisar 25-35‰. Salinitas salinitas terlalu rendah dan melewati batas toleransi maka rumput laut akan berwarna pucat, mudah patah, yang pada akhirnya akan membusuk dan mati. Salinitas terlalu tinggi dan melewati batas toleransi menyebabkan rumput laut menjadi pucat dan pertumbuhan menjadi terganggu.

Kuat arus perairan Pantai Menganti, Kebumen lebih tinggi dari Pantai Karang Bolong, Cilacap. Menurut Asni (2015), kecepatan arus yang sesuai bagi pertumbuhan rumput laut berkisar 0,2-0,4 m/s. Kecepatan arus laut mempengaruhi aerasi, transport nutrisi, dan sirkulasi air. Menurut Wilson & Alexander (2020), arus yang terlalu kuat menyebabkan talus rumput laut mudah patah. Pertumbuhan rumput laut akan lebih maksimal apabila berada pada lokasi yang terlindung dari hempasan arus yang terlalu kuat (lebih dari 0,5 m/s). Arus air terlalu lemah, maka suplai nutrisi, oksigen, dan sirkulasi air tidak akan maksimal dan dapat menghambat pertumbuhan rumput laut.

Kecerahan perairan Pantai Menganti, Kebumen lebih tinggi dari Pantai Karang Bolong, Cilacap. Menurut Asni (2015), kecerahan yang sesuai bagi pertumbuhan rumput laut berkisar dari permukaan hingga kedalaman 5 m. Kecerahan merupakan jarak yang mampu ditembus cahaya matahari ke dalam perairan. Semakin jauh jarak tembus cahaya maka semakin luas daerah yang memungkinkan terjadinya fotosintesis. Kemampuan daya tembus perairan ditentukan oleh zat atau bahan yang tersuspensi di perairan.

Kandungan NO_3 perairan Pantai Menganti, Kebumen lebih rendah dari Pantai Karang Bolong, Cilacap. Berdasarkan penelitian Wilson & Alexander (2020), kandungan NO_3 optimal pertumbuhan rumput laut berkisar antara 0,1-4,4 mg/l cukup sesuai bagi pertumbuhan rumput laut. NO_3 merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami, dan merupakan salah satu nutrisi bagi rumput laut. Meningkatnya kandungan NO_3 di perairan akan meningkatkan pertumbuhan dan pembentukan cadangan makanan. Menurut Asni (2015), sifat NO_3 sangat mudah larut dalam air, dan bersifat stabil menyebabkan dalam satu perairan cenderung memiliki kandungan NO_3 yang sama.

Kandungan PO_4 perairan Pantai Menganti, Kebumen lebih rendah dari Pantai Karang Bolong, Cilacap. Berdasarkan penelitian Pauwah *et al.* (2020), kandungan PO_4 berkisar 0,021-0,05 mg/l merupakan optimal bagi pertumbuhan rumput laut. Kandungan PO_4 dalam perairan penting dalam pembentukan talus rumput laut. Kurangnya kandungan PO_4 pada perairan dapat menyebabkan talus berwarna lebih pucat. Asni (2015) menyatakan bahwa kandungan PO_4 tertinggi pada daerah pesisir dan dekat aliran sungai karena adanya penguraian bahan organik yang ada di dataran yang terbawa ke perairan laut.

Hasil analisis korelasi menggunakan BIOENV program Primer7 menunjukkan ada korelasi faktor lingkungan perairan terhadap biomassa rumput laut *G. canaliculata*. Nilai korelasi semakin tinggi maka semakin kuat hubungan antara faktor lingkungan dengan biomassa *G. canaliculata*. Hasil uji korelasi faktor lingkungan perairan Menganti, Kebumen dengan biomassa rumput laut *G. canaliculata* nilai korelasi kuat pada nitrat dengan nilai sebesar 0,852, sedangkan di perairan Karang Bolong, Cilacap menunjukkan bahwa nilai korelasi kuat pada nitrat dengan nilai sebesar 0,79.

Kandungan NO_3 perairan berkorelasi kuat terhadap biomassa *G. canaliculata*. Wilson & Alexander (2020) menyatakan bahwa NO_3 merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami, dan merupakan salah satu nutrisi bagi rumput laut. Meningkatnya kandungan NO_3 di

perairan akan meningkatkan pertumbuhan dan pembentukan cadangan makanan. Menurut Asni (2015), kandungan nitrat di kedua pantai mendukung pertumbuhan rumput laut, dengan adanya kuat arus dan gerakan ombak maka sirkulasi air berlangsung optimal. Hal ini diperkuat dengan diperolehnya biomassa *G. canaliculata* dalam 1 x 1 m² dapat mencapai 12,9 g.

Pantai Menganti, Kebumen memiliki tipe keterlindungan terbuka yang langsung menghadap ke laut lepas sehingga arus laut menjadi terlalu kuat. Pantai Karang Bolong, Cilacap memiliki tipe keterlindungan yang cukup terlindung oleh keberadaan Kepulauan Nusakambangan. Tipe keterlindungan yang cukup terlindung akan memperkecil kuatnya arus laut. Menurut Kholilullah (2016), arus laut yang terlalu kuat menyebabkan nutrisi yang terbawa oleh sirkulasi air tidak terserap secara maksimal oleh rumput laut dan rumput laut menjadi mudah terlepas dari substratnya.

B. Bioetanol *Gracilaria canaliculata*

Pengukuran gula reduksi dilakukan dengan mengukur absorbansi. Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi terhadap glukosa menunjukkan bahwa nilai absorbansi terendah didapatkan pada kandungan glukosa 0,17% sebesar 0,01 sedangkan nilai absorbansi tertinggi didapatkan pada kandungan glukosa 1,64% sebesar 0,1 (Tabel 2).

Tabel 2. Data kurva standar glukosa pada panjang gelombang 570 nm

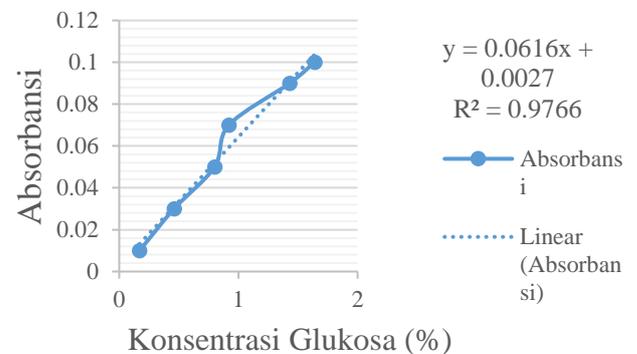
No	Sampel	Absorbansi
1	Glukosa 0,17%	0,01
2	Glukosa 0,46%	0,03
3	Glukosa 0,80%	0,05
4	Glukosa 0,92%	0,07
5	Glukosa 1,43%	0,09
6	Glukosa 1,64%	0,10

Persamaan regresi linier digunakan untuk mencari konsentrasi glukosa yang ada pada rumput laut *G. canaliculata*. Berdasarkan kurva standar glukosa pada panjang gelombang 570 nm (Gambar 3), maka mendapatkan persamaan regresi linier:

$$y = 0,0616x + 0,0027$$

Kurva standar glukosa dibuat berdasarkan penelitian Tsegaye *et al.* (2019).

Nilai absorbansi dan kandungan glukosa rata-rata *G. canaliculata* asal Pantai Menganti, Kebumen lebih rendah dibandingkan kandungan glukosa *G. canaliculata* asal Pantai Karang Bolong, Cilacap (Tabel 3).



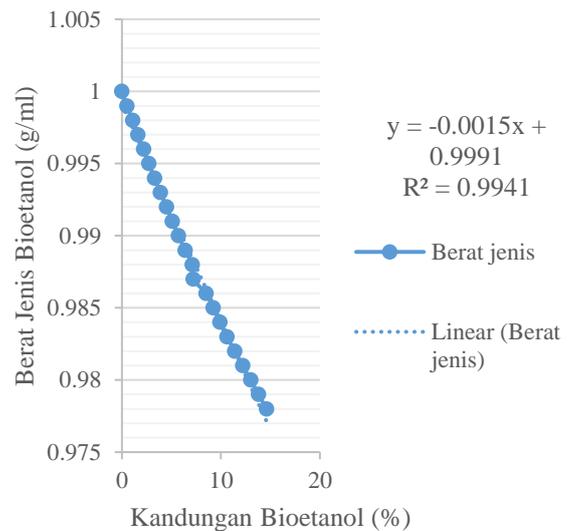
Gambar 3. Kurva standar glukosa pada panjang gelombang 570 nm

Tabel 3. Nilai absorbansi dan kandungan glukosa *G. canaliculata* asal Pantai Menganti dan Karang Bolong

Kuadrat	Pantai Menganti, Kebumen		Pantai Karang Bolong, Cilacap	
	Nilai Absorbansi	Kandungan Glukosa (%)	Nilai Absorbansi	Kandungan Glukosa (%)
1A	0	0	0	0
1B	0,576	9,3	0,747	12
1C	0,524	8,4	0,839	13,5
1D	0,549	8,8	0,727	11,7
2A	0	0	0,601	9,7
2B	0,663	10,7	0,887	14,3
2C	0,807	13,0	0,770	12,4
2D	0,675	10,9	0,657	10,6
3A	0	0	0	0
3B	0,522	8,4	0,603	9,7
3C	0,535	8,6	0,959	15,5
3D	0,560	9,0	0,493	7,9
Rata-rata	0,602	9,7	0,728	11,7

Kandungan bioetanol *G. canaliculata* didapat dari konversi berat jenis bioetanol kedalam persen. Berdasarkan rata-rata kandungan bioetanol yang diukur dengan piknometer, *G. canaliculata* asal Pantai Menganti, Kebumen memiliki kandungan bioetanol yang lebih rendah dibandingkan asal Pantai Karang Bolong, Cilacap (Gambar 4; Tabel 4).

Hasil pengukuran menggunakan piknometer yang mudah namun tetap akurat didasarkan pada kerapatan massa benda (g/ml) menunjukkan *G. canaliculata* asal Pantai Menganti, Kebumen menghasilkan rata-rata kandungan bioetanol sebesar 7,07%, sedangkan asal Pantai Karang Bolong, Cilacap mendapatkan rata-rata kandungan bioetanol sebesar 7,21%. Kandungan bioetanol yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Adini *et al.* (2015), kandungan bioetanol yang dihasilkan dari rumput laut *Gracilaria* asal pantai pesisir Brebes hanya mencapai 5,5%. Sudaryanto (2007) menyatakan semakin tinggi kandungan gula reduksi, maka semakin tinggi pula kandungan alkohol yang diperoleh.



Gambar 4. Kurva standar bioetanol

Tabel 4. Kandungan bioetanol *G. canaliculata* asal Pantai Menganti dan Karang Bolong

Kuadrat	Kandungan Bioetanol (%)	
	Pantai Menganti, Kebumen	Pantai Karang Bolong, Cilacap
1A	0	0
1B	6,600	9,000
1C	6,333	7,667
1D	6,333	7,667
2A	0	6,867
2B	6,867	8,733
2C	9,000	7,667
2D	7,133	5,800
3A	0	0
3B	7,400	6,600
3C	6,867	5,267
3D	7,133	6,867
Rata-rata	7,074	7,213

Hasil analisis uji-t kandungan bioetanol *G. canaliculata* asal Pantai Menganti, Kebumen dengan Pantai Karang Bolong, Cilacap menunjukkan nilai signifikan sebesar 0,527. Nilai signifikan $> 0,05$ menunjukkan bahwa data homogen, sehingga pengambilan keputusan dalam hipotesis dilihat dari “*Equal variances assumed*”. Hasil “*Sig (2-tailed)*” menunjukkan nilai 0,588, berdasarkan hasil analisis tidak terdapat perbedaan signifikan kandungan bioetanol *G. canaliculata* asal Pantai Menganti, Kebumen dengan Pantai Karang Bolong, Cilacap.

KESIMPULAN

Hubungan korelasi pada kedua pantai menunjukkan adanya korelasi yang signifikan antara faktor lingkungan dengan biomassa *G. canaliculata*, faktor lingkungan yang paling kuat menentukan terhadap biomassa *G. canaliculata* asal Pantai Menganti, Kebumen dan Pantai Karang Bolong, Cilacap yaitu kandungan nitrat. Nilai korelasi nitrat sebesar 0,852, sedangkan pada perairan Karang Bolong, nilai korelasi kuat pada nitrat dengan nilai sebesar 0,79.

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan kandungan bioetanol yang dihasilkan *G.*

canaliculata asal Pantai Menganti, Kebumen dengan Pantai Karang Bolong, Cilacap. Kandungan bioetanol *G. canaliculata* asal Pantai Menganti, Kebumen rata-rata sebesar 7,07% sedangkan Pantai Karang Bolong, Cilacap menghasilkan rata-rata kandungan bioetanol sebesar 7,21%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Jenderal Soedirman yang telah mendanai penelitian ini dengan pendanaan Riset Pengembangan Unsoed no. 1027/UN23/HK02/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Adini, S., E. Kusdiyantini, dan A. Budihar. 2015. Produksi Bioetanol dari Rumput Laut dan Limbah Agar *Gracilaria* sp. dengan Metode Sakarifikasi yang Berbeda, *Bioma*, **16**(2): 65-75.
- Alaydin, S., B.G. Bhernama, dan M. Yulian. 2020. Literature Review: Perbandingan Kadar Selulosa dari Rumput Laut Merah (Rhodophyta). *AMINA* **2** (1): 33-38.
- Anggadiredja, J.T. 2006. *Nilai Protein dan Asam Amino Beberapa Jenis Makroalga Laut*. Jakarta: Direktorat Pengkajian Ilmu Kehidupan Badan Pengkaji dan Penerapan Teknologi.
- Anggraini, A.S.P., Y. Susy, dan M. S. Mauritsius. 2017. Pengaruh pH terhadap Kualitas Produk Etanol dari Molasses melalui Proses Fermentasi. *Jurnal Reka Buana*, **2**(2): 99-105.
- Asni, A. 2015. Analisis Produksi Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Berdasarkan Musim dan Jarak Lokasi Budidaya di Perairan Kabupaten Bantaeng, *Akuatika*, **6**(2): 140-153.
- Aulia, R., R.S. Marwita, dan F.I. Aidil. 2019. Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Terpisah pada Produksi Bioetanol dari Bahan Baku Rumput Laut *Sargassum* sp. *Marinade*, **2**(1): 19-28.

- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *SNI 06-6989.31-2005 Cara uji kadar fosfat dengan spektrofotometer secara asam askorbat*. Depok: Departemen Perindustrian Republik Indonesia.
- Burdames, Y., L.A. Edwin, dan Nganggi. 2014. Kondisi Lingkungan Perairan Budi Daya Rumput Laut di Desa Arakan, Kabupaten Minahasa Selatan. *Budidaya Perairan*, 2(3): 69-75.
- Chakraborty, S. and S.C. Santra. 2008. Biochemical Composition of Eight Ben thic Algaecollected from Sunderban. *Indian Journal of Marine Science*, 37(3): 329-332.
- Desfran, F.Z. 2014. Pengaruh Waktu dan Kadar *Saccharomyces cerevisiae* terhadap Produksi Etanol dari Serabut Kelapa pada Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan dengan Enzim Selulase. *Skripsi*, Bengkulu: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Pendidikan Kimia. Universitas Bengkulu.
- Diana, F. 2016. Performa Rumput Laut, *Gracilaria gigas*, pada Sistem Budidaya Laut dan Tambak. *Perikanan Tropis*, 3(1): 20-31.
- Ichsan, A.N., H. Syam, dan Patang. 2016. Pengaruh Kualitas Air terhadap Produksi Rumput Laut (*Kappaphycus Alvarezii*). *Pendidikan Teknologi Pertanian*, 2(1): 27-40.
- Kasim, M.S.H., Harisanti, dan A. Imran. 2020. Identifikasi Rumput Laut (*Seaweed*) di Perairan Pantai Cemara Kabupaten Lombok Timur Sebagai Dasar Penyusunan Brosur Bagi Masyarakat. *Ilmiah Biologi*, 8(1): 106-114.
- Kholilullah, I. 2016. Diversitas dan Sebaran Rumput Laut serta Wilayah Potensialnya di Perairan Pantai Kebumen. *Skripsi*, Purwokerto Fakultas Biologi. Biologi. Universitas Jenderal Soedirman.
- Lukito, M.S., Giyarto, dan Jayus. 2017. Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik Dodol Hasil Variasi Rasio Tomat dan Tepung Rumput Laut. *Agroteknologi*, 11(1): 82-95.
- Mandusari, B.D. dan D.E. Wibowom. 2018. Potensi dan Peluang Produk Halal Berbasis Rumput Laut. *Indonesian Journal of Halal*, 1(1): 53-57.
- Nur, A.I., H. Syam, dan Patang. 2016. Pengaruh Kualitas Air Terhadap Produksi Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*). *Pendidikan Teknologi Pertanian*, 2(1): 27-40.
- Pauwah, A., M. Irfan, dan M. Muchdar. 2020. Analisis Kandungan Nitrat dan Fosfat untuk Mendukung Pertumbuhan Rumput Laut *Kappahycus alvarezii* yang Dibudidayakan dengan Metode *Longline* di Perairan Kastela Kecamatan Pulau Ternate Kota Ternate. *Jurnal Hemyscyllium*, 1(1): 10-22.
- Primadevi, S. dan K. Dian. 2016. Penetapan Kadar Etanol pada Minuman Beralkohol Berbagai Merk Melalui Pengukuran Berat Jenis. *Jurnal Biomedika*, 9(1): 71-74.
- Selvavinayagam, K.T. and Dharmar. 2018. Screening of *Gracilaria canaliculata* as Seed Stock Based on Physico-Chemical Properties of Agar For Cultivation. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 47(10): 2110-2116.
- Sudaryanto. 2007. *Pengembangan Etanol di Indonesia*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Tsegaye, M., S.C. Bhagwan, Sisay, and R.A. Mesfin. 2019. Cellulosic Ethanol Production from Highland Bamboo (*Yushania alpina*) Grown in Ethiopia. *Biofuels*, 1(1): 1-10.
- Widyartini, D.S., A.I. Insan, dan E. Ferawati. 2014. Studi Komunitas Rumput Laut pada Berbagai Substrat di Perairan Pantai Permisan Kabupaten Cilacap. *Scripta Biologica*, 1(1): 55-60.
- Widyartini, D.S., P. Widodo, and A.B. Susanto. 2017. Thallus Variation of *Sargassum polycystum* From Central Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 18(3): 1004-1011.
- Wilson, L.T. dan S.T. Alexander. 2020. Analisis Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut Jenis *Kappaphycus alvarezii* (Doty) di

Perairan Kabupaten Sumba Timur. *Partner*,
25(1): 1297-1310.

Wiranata, I.G.A., M.S. Boedoyo, dan Y.D.
Kuntjoro. 2018. Potensi Pemanfaatan
Rumput Laut sebagai Sumber Energi Baru
Terbarukan untuk Mendukung Ketahanan
Energi Daerah (Studi di Provinsi Bali).
Ketahanan Energi, **4**(2): 21-45.