

Sifat Mekanik dan Ketebalan Bioplastik dari *Kappaphycus alvarezii* Menggunakan Variasi Konsentrasi Amilum dengan Pemlastis Gliserol

Kirana Fatika Brilianti, Ali Ridlo*, Sri Sedjati

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

*Corresponding author, e-mail : aliridlo26@gmail.com

ABSTRAK: Plastik merupakan bahan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, tetapi mencemari lingkungan karena plastik tidak dapat diuraikan oleh lingkungan. Penelitian mengenai bioplastik diperlukan untuk bahan alternatif plastik yang mudah terurai. Karagenan dan amilum merupakan polisakarida yang berpotensi sebagai bahan pembuatan bioplastik. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan perbedaan karakteristik (ketebalan, kuat tarik dan elongasi) bioplastik berbahan dasar karagenan dan gliserol terhadap penambahan konsentrasi amilum. Metode penelitian yang digunakan yaitu Eksperimental Laboratorium. Karagenan diperoleh dari ekstraksi *K. alvarezii* yang berasal dari perairan Jepara, Jawa Tengah. Bioplastik dibuat dengan gelatinasi amilum (1; 2; 3; dan 4 g) dalam 50 ml akuades pada suhu 90°C selama 15 menit dalam erlenmeyer menggunakan *Hot Plate Stirrer*. Gliserol 20% ditambahkan dan dihomogenkan selama 5 menit. Suhu diturunkan hingga 70°C, selanjutnya karagenan 1 g dan akuades ditambahkan hingga volume 150 ml dihomogenkan selama 45 menit. Bioplastik dicetak dan dikeringkan di oven selama 18 jam pada suhu 50°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik bioplastik κ -karagenan dengan penambahan amilum yaitu memiliki kuat tarik 6,42-11,47 MPa, nilai elongasi 7,03-21,88% dan ketebalan 0,13-0,25 mm. Elongasi konsentrasi amilum 1 g telah memenuhi standar SNI. Parameter yang sesuai dengan standar *Japanese Industrial Standard* yaitu parameter kuat tarik dan ketebalan.

Kata kunci: Bioplastik, Karagenan, Amilum; Kuat Tarik; Elongasi

Bioplastic Characteristics of Kappaphycus alvarezii Using Variation of Starch Concentration with Glycerol as Plasticizer

ABSTRACT: Plastic is a material that is widely used in everyday life, but it pollutes the environment because plastic cannot be decomposed by the environment. Research on bioplastics needs to get alternative materials for plastics that are easily biodegradable. Carrageenan and starch are polysaccharides that have the potential as materials for making bioplastics. This study aimed to determine differences in characteristics (thickness, tensile strength, and elongation) of bioplastics based on carrageenan and glycerol because of increased starch concentration. The research method used is Experimental Laboratory. Carrageenan from the extraction of *K. alvarezii* from the waters of Jepara, Central Java. Bioplastics were prepared by gelatinization starch (1; 2; 3; and 4 g) in 50 ml of distilled water at 90°C for 15 minutes in an Erlenmeyer using a Hot Plate Stirrer. Glycerol 20% was added and homogenized for 5 minutes. Lower the temperature to 70°C, then add 1 g of carrageenan and distilled water until the volume is 150 ml, after that homogenize it for 45 minutes. The bioplastics were molded and dried in the oven for 18 hours at 50°C. The results showed that the characteristics of κ -carrageenan bioplastic with the addition of starch had a tensile strength of 6.42-11.47 MPa, an elongation value of 7.03-21.88% and a thickness of 0.13-0.25 mm. The elongation of starch concentration of 1 g is in accordance with the SNI standard. Parameters that comply with the Japanese Industrial Standard are the tensile strength and thickness parameters.

Keywords: Bioplastic; Carrageenan; Starch; Tensile Strength; Elongation

PENDAHULUAN

Data statistik di Indonesia menyebutkan, produksi sampah plastik menduduki peringkat kedua terbanyak sebesar 5,4 juta ton per tahun atau 14% dari total produksi sampah (Fransiska *et al.*, 2018). Plastik merupakan polimer sintesis yang terbuat dari minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui (Surono, 2013). Plastik merupakan bahan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, tetapi mencemari lingkungan karena tidak dapat diuraikan oleh lingkungan (Nasution, 2015).

Penelitian mengenai bioplastik diperlukan untuk mendapatkan alternatif plastik yang mudah terurai. Bioplastik adalah plastik yang dapat digunakan seperti plastik konvensional, namun terurai oleh mikroorganisme (bakteri dan jamur), dibuat dari alami disusun oleh bahan organik seperti amilum, kitosan, alginat, agar, lignin, karet, kitin, karagenan, gelatin, polisakarida, protein, pektin, asam lemak dan lilin (Yupa *et al.*, 2021).

Rumput laut *K. alvarezii* menghasilkan karagenan yang masuk ke dalam fraksi κ -karagenan (Wenno *et al.*, 2012). Karagenan merupakan polimer hidrofilik yang larut dalam air panas dan membentuk gel, sehingga berpotensi sebagai pembentuk bioplastik (Rusli *et al.*, 2017). Keunggulan κ -karagenan yaitu sifat gelnya yang paling kuat di antara jenis karagenan lainnya (Distantina *et al.*, 2009). Karagenan mampu membentuk hidrokoloid ketika dilarutkan dengan pelarut yang cocok, sehingga karagenan sangat baik menjadi bahan dasar pembuatan bioplastik, namun bioplastik yang terbuat dari karagenan umumnya bersifat kaku dan rapuh serta memiliki resistansi terhadap air dan sifat mekanis yang rendah, terutama ketika digunakan tanpa ada campuran bahan lain seperti pemlastis (Hidayati *et al.*, 2019; Fransiska *et al.*, 2018).

Karakteristik dari karagenan yang berasal dari rumput laut *K. alvarezii* tersebut, menjadi dasar penggunaannya sebagai bahan utama bioplastik. Bioplastik dengan bahan dasar karagenan dan gliserol saja memiliki ketahanan air yang rendah (25-35%) dan sifat biodegradasi yang tinggi (Rusli *et al.*, 2017). Syarat bioplastik sebagai kemasan bahan pangan yaitu memiliki ketahanan air yang tinggi sehingga saat bersentuhan dengan bahan pangan yang umumnya memiliki kadar air yang tinggi, kemasan tidak akan rusak, sebaiknya perlu adanya penambahan bahan lain yang dapat memperbaiki karakteristik bioplastik tersebut.

Amilum dapat memberikan sifat bioplastik menjadi halus, biopolimer terbaik, fleksibel dan kuat. Amilum yang dipanaskan atau disebut proses gelatinasi, pada saat pembuatan bioplastik akan membentuk jaringan yang menahan air dan meningkatkan viskositas. Proses tersebut akan menghasilkan bahan termoplastik dengan kuat tarik yang baik (Ozdamar dan Ates, 2018). Proses gelatinasi membuat amilum yang keruh seperti susu menjadi jernih pada suhu tertentu. Lebih banyak amilum akan menambah peluang terjadinya gelatinasi sehingga akan menjadi semakin jernih ketika banyak amilum yang ditambahkan (Nugrahanto *et al.*, 2021).

Bioplastik karagenan yang dicampur diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik dari bioplastik. Menurut Ozdamar dan Ates. (2018), amilum dapat meningkatkan viskositas gel sehingga memberikan karakteristik bioplastik menjadi lebih halus, fleksibel, sifat tarik kuat, dan mampu menahan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan amilum terhadap ketebalan, kuat tarik dan elongasi dari bioplastik.

MATERI DAN METODE

Metode penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu ekstraksi karagenan dari *K. alvarezii* yang dilakukan dengan metode Eksplorasi dan pembuatan bioplastik yang dilakukan dengan metode Eksperimental Laboratorium. Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya termometer, kertas pH universal, *blender*, sarigan, gelas ukur, pengaduk kaca, erlenmeyer, panci, pengaduk kayu, kompor, desikator, kain belacu, nampan, *oven*, cawan porselen, *furnace*, aluminium foil, *hot plate stirrer*, cetakan pelat kaca, jangka sorong, *Texture Analyzed Lloyd*, *Viscometer Brookfield*, dan timbangan analitik. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya KOH 5%, akuades, Isopropil Alkohol, Gliserol dan Amilum.

Sampel rumput laut kering *K. alvarezii* diperoleh dari hasil budidaya di Karimunjawa, Kabupaten

Jepara, Jawa Tengah. Sampel kering direndam selama 24 jam dalam air tawar, selanjutnya dicuci hingga bersih menggunakan air mengalir untuk menghilangkan garam dan kotoran yang menempel, kemudian dikeringkan selama \pm 3 hari di bawah sinar matahari.

Ekstraksi karagenan mengacu pada metode Distantina *et al.* (2012), yang dimodifikasi rasio bahan, waktu perendaman dan ekstraksi serta konsentrasi KOH. Rumput laut *K. alvarezii* kering sebanyak 50 g direndam dalam 350 ml akuades selama 30 menit, lalu disaring dan direndam dalam KOH 5% selama 24 jam, kemudian dicuci hingga bersih, selanjutnya direbus dalam 2L akuades pada suhu 90°C selama 3 jam. Hasil ekstraksi disaring menggunakan kain belacu. Filtrat dituang ke dalam isopropil alkohol dengan perbandingan 1:3 (v/v) hingga membentuk serat, lalu disaring dan dikeringkan di bawah sinar matahari. Setelah kering diblender hingga menjadi serbuk.

Pembuatan bioplastik mengacu pada metode Lim *et al.* (2018) dan Suryanto *et al.* (2019) dengan modifikasi pada komposisi bahan dan konsentrasinya. Tahap pertama adalah gelatinasi amilum (1; 2; 3; dan 4 g) dalam 50 ml akuades pada suhu 90°C selama 15 menit dalam erlenmeyer menggunakan *Hot Plate Stirrer*, kemudian Gliserol 20% ditambahkan dan dihomogenkan selama 5 menit. Suhu diturunkan hingga 70°C, selanjutnya karagenan 1 g dan akuades ditambahkan hingga volume 150 ml dihomogenkan lebih lanjut selama 45 menit. Hidrogel kemudian dituang dengan saringan kain belacu ke dalam cetakan pelat kaca dan permukaannya diratakan menggunakan pengaduk kaca. Hidrogel dikeringkan dalam oven selama 18 jam pada suhu 50°C.

Analisis kadar air dilakukan menggunakan prosedur SNI-01-2354.2- 2006 dalam Melani *et al.* (2017), cawan porselen kosong dicuci dan dikeringkan menggunakan oven selama 2 jam, diambil menggunakan pinset dan dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit. Cawan porselen ditimbang dan dicatat massanya (A). Sampel karagenan sebanyak 1,5 g dimasukkan ke dalam cawan porselen (B), dikeringkan dalam oven selama 3 jam pada suhu 105°C. Cawan porselen dipindahkan menggunakan pinset ke dalam desikator selama 30 menit, selanjutnya ditimbang (C).

Analisis Rendemen

Rendemen karagenan dihitung berdasarkan prosedur SNI-19-1705-2000 dalam Melani *et al.* (2017) :

$$\text{Rendemen} = \frac{W_t}{W_o} \times 100\%$$

Keterangan : W_t = berat akhir tepung karagenan (g); W_o = berat awal *K. alvarezii* kering;

Analisis kadar abu dilakukan menggunakan prosedur SNI-01-2354.1- 2006. Cawan porselen kosong dicuci dan dikeringkan dengan oven selama 2 jam. Cawan porselen diambil menggunakan pinset dan dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit. Cawan porselen ditimbang dan dicatat massanya (A), sampel diletakkan dalam cawan porselen dan bakar dalam *furnace* selama 5 jam pada suhu 500°C hingga diperoleh abu berwarna putih. Suhu *furnace* diturunkan hingga suhu \pm 40°C, dan cawan porselen dipindahkan ke dalam desikator selama 30 menit, selanjutnya ditimbang (B).

Tabel 1. Formulasi pembuatan bioplastik

Formula Perlakuan	A	B	C	D
Karagenan (g)	1	1	1	1
Amilum (g)	1	2	3	4
Akuades (ml)	147,5	146,5	145	144
Gliserol (% v/b)	20%	20%	20%	20%
Berat Total (g)	150	150	150	150

Keterangan: Gliserol 20% dari total karagenan dan amilum

Analisis gugus fungsi dilakukan menggunakan *Forrier Transform Infra Red* (FTIR) mengacu pada metode yang dilakukan Halim *et al.* (2010). κ -karagenan dianalisis gugus fungsinya menggunakan *Forrier Transform Infra Red* (FTIR). κ -karagenan sebanyak 1 mg ditambahkan 100 mg KBr dan dihaluskan hingga tercampur rata. Campuran dimasukkan ke tempat khusus untuk divakum agar airnya hilang. Campuran ditekan selama 20 menit pada FTIR 8 – 20 p.si, pelet terbentuk pada alat spektrofotometer. Analisis pada bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} .

Analisis viskositas karagenan mengacu pada metode Widyartini *et al.* (2016). Sampel sebanyak 1,5%, dipanaskan menggunakan magnetic stirrer dan diaduk hingga suhu 80°C, kemudian suhu diturunkan hingga 55°C. Viskositas dianalisis menggunakan alat *Viscosimeter Brookfield* dengan larutan sampel diaduk, pada jarum spindle no. 2 kecepatan putaran 60rpm hingga angka viskositas yang dinyatakan dalam *centipoisess* (cP) stabil.

Uji Kuat Tarik dan Elongasi Bioplastik mengacu pada metode Yanti (2020), bioplastik dipotong dengan ukuran 1 x 15 cm. Bioplastik dijepit dikedua sisi panjangnya dan diuji menggunakan alat *Texture Analyzer Lloyd*. Panjang awal dicatat dan ujung tinta pencatat pada grafik 0. Alat dinyalakan dan akan menarik bioplastik hingga putus, lalu gaya kuat tariknya dicatat.

Uji Ketebalan Bioplastik dilakukan mengacu pada metode Yupa *et al.* (2021), bioplastik diukur menggunakan jangka sorong yang memiliki ketelitian 0,01 mm pada 5 titik yang berbeda. Ketebalan bioplastik diperoleh dari rata-rata hasil pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen karagenan yang dihasilkan *K. alvarezii* yaitu 30,3±4,72%. Hasil yang didapat cukup tinggi dikarenakan oleh penggunaan KOH 5% saat ekstraksi sebagai pemecah dinding sel pada suhu 90°C. Perlakuan alkali membuat ekstraksi polisakarida menjadi lebih baik dan mempercepat terbentuknya 3,6 anhidrogalaktosa saat ekstraksi berlangsung. Suhu yang tinggi akan mempercepat proses ekstraksi, dikarenakan rumput laut dapat terekstrak sempurna pada suhu yang tinggi. Hasil yang didapat sudah sesuai dengan standar mutu SNI karagenan yaitu > 25%. Hasil sesuai dengan yang dilakukan dalam penelitian Ega *et al.* (2016), yang menggunakan variasi konsentrasi 2-12% dan suhu 90°C menghasilkan rendemen karagenan 34,43-45,26%. Menurut Ega *et al.* (2016), konsentrasi KOH yang semakin tinggi akan menghasilkan rendemen yang semakin tinggi juga. Proses alkalisasi yang berlangsung saat ekstraksi meningkatkan pH, sehingga kemampuan ekstraksi KOH semakin besar.

Mutu karagenan yang dihasilkan sesuai *Food Agriculture Organization* (FAO) yaitu kadar abu 21,92 ± 1,53% dan viskositas 27,53 ± 2,36 cP, kecuali pada kadar air 15,55 ± 0,39%. Hasil lengkap disajikan pada Tabel 2. Kadar air karagenan hasil ekstraksi *K. alvarezii* sebesar 15,55±0,39%, dimana hasil tersebut belum sesuai dengan standar mutu dari FAO yang seharusnya yaitu < 12%. Kadar air yang tinggi ini disebabkan oleh proses pengeringan pada penelitian ini dilakukan di bawah sinar matahari langsung, sehingga terpengaruh oleh faktor cuaca. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Wahyuningtyas *et al.* (2019), bahwa perbedaan tinggi rendahnya kadar air suatu bahan dipengaruhi oleh proses dan waktu pengeringan yang berbeda. Kadar air berkaitan dengan kualitas karagenan yaitu masa umur simpan karagenan. Kadar air yang tinggi dapat memperpendek masa simpan karena mudah terkontaminasi oleh mikroorganisme. Kadar air yang dihasilkan lebih tinggi dari penelitian oleh Fardhyanti dan Julianur (2015), yaitu sebesar 4,92-6,11%.

Tabel 2. Karakteristik kualitas karagenan dari ekstraksi *K. alvarezii*

Parameter	Hasil	Standar Mutu
Rendemen (%)	30,3±4,72	>25*
Kadar air (%)	15,55±0,39	<12**
Kadar abu (%)	21,92±1,53	15-40**
Viskositas (cP)	27,53±2,36	>5 cP***

Keterangan : *Standar Nasional Indonesia (SNI), **Food Agriculture Organization (FAO); ***standar mutu karagenan komersial (Ega *et al.*, 2016)

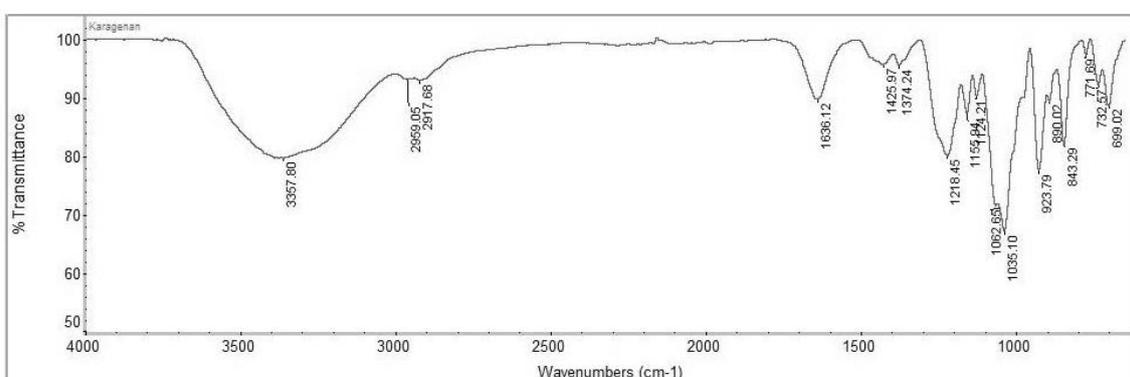
Kadar abu yang terkandung dalam karagenan hasil ekstraksi *K. alvarezii* sebesar $21,92 \pm 1,53\%$. Hasil yang didapatkan sesuai dengan standar mutu dari FAO yaitu 15-40%. Tingginya dari garam mineral yang masih menempel pada rumput laut, karena pada saat pencucian rumput laut kurang bersih. Kadar abu yang terkandung dalam karagenan tersebut sesuai dengan hasil kadar abu dalam penelitian Ega *et al.* (2016), yaitu dalam rentang 20,08-33,68%. Kadar abu yang tinggi berasal dari garam dan mineral seperti K, Mg Ca, Na, amonium galaktosa dan kandungan 3,6-anhidro-galaktosa.

Viskositas karagenan hasil ekstraksi *K. alvarezii* sebesar $27,53 \pm 2,36$ cP, sesuai dengan standar mutu dari karagenan komersial yaitu > 5 cP. Nilai viskositas yang diperoleh lebih rendah dari yang dilakukan oleh Ega *et al.* (2016), memiliki viskositas antara 30,68-50,47 cP. Viskositas dipengaruhi oleh kandungan sulfat yang terdapat dalam *K. alvarezii*. Hal ini sesuai dengan Sandria *et al.* (2017), bahwa viskositas disebabkan oleh sulfat yang dapat mempengaruhi daya tolak menolak antara kelompok ester yang memiliki muatan negatif disepanjang rantai polimernya, sehingga rantai polimer kaku dan tertarik kencang mengikat molekul air pada molekul karagenan. Kandungan sulfat yang semakin banyak akan meningkatkan viskositas, begitu pula sebaliknya.

Bilangan gelombang $3357,80 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus fungsi O-H dan pada bilangan gelombang $2959,05 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya C-H gugus fungsi alkana (Melani *et al.*, 2017). Bilangan gelombang $1636,12 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus ikatan C=O (Kumoro dan Purbasari, 2014). Bilangan gelombang $1425,25 \text{ cm}^{-1}$ dan $1374,24 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C-H bending (Halim *et al.*, 2010). Peregangan asimetris gugus fungsi O=S=O (ester sulfat) ditunjukkan pada bilangan gelombang $1218,45 \text{ cm}^{-1}$. Peregangan simetris gugus C-O-C ditunjukkan oleh bilangan gelombang $1155,21 \text{ cm}^{-1}$ (Kanmani dan Rhim, 2014). Ikatan glikosid bilangan gelombang $1062,65 \text{ cm}^{-1}$, ikatan C-O gugus 3,6-anhidro-galaktosa pada bilangan gelombang $923,76 \text{ cm}^{-1}$, dan bilangan gelombang $843,29 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan ikatan O-SO₃ pada gugus fungsi galaktosa 4-sulfat yang menunjukkan jenis κ -Karagenan (Fadhianti dan Julianur, 2015).

Kualitas Bioplastik Karagenan-Amilum

Karagenan sebagai bahan bioplastik tidak dapat digunakan secara tunggal, perlu adanya penambahan bahan lain seperti pemlastis. Pemlastis dibutuhkan untuk meningkatkan fleksibilitas dan memperbaiki kuat tarik elongasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hidayati *et al.* (2019), bahwa bioplastik yang terbuat hanya dari karagenan umumnya bersifat kaku dan rapuh. Pemlastis yang digunakan harus memiliki sifat *non volatile*, ketika dimasukkan dalam bahan lain tidak mengubah sifat mekanik saat penyimpanan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rusli *et al.* (2017), gliserol merupakan pemlastis yang memiliki sifat fleksibel, tidak rapuh, sifat mekanik dan kenampakannya tidak berubah saat penyimpanan. Gliserol digunakan karena kelarutannya yang lebih tinggi dibandingkan pemlastis lainnya (Hidayati *et al.*, 2019). Gliserol yang digunakan yaitu 20% dari total karagenan dan amilum. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zaimis *et al.* (2021), bahwa 20% gliserol merupakan jumlah yang paling baik untuk meningkatkan elastisitas bioplastik. Penambahan amilum dilakukan untuk meningkatkan karakteristik bioplastik diantaranya kuat tarik, elongasi, viskositas dan ketebalan.



Gambar 1. Spektra FTIR karagenan hasil ekstraksi *K. Alvarezii*

Tabel 3. Kualitas bioplastik karagenan-amilum-glisierol

Konsentrasi Amilum	Kuat Tarik (Mpa)	Elongasi (%)	Ketebalan (mm)
1	9,57±1,63	21,88±7,54	0,14±0,04
2	6,42±0,42	15,4±0,96	0,13±0,03
3	6,62±1,48	8,39±1,17	0,21±0,03
4	11,47±3,16	7,03±2,48	0,25±0,01
*SNI Plastik	24,7-302	21-220	-
**JIS Bioplastik	> 3,92	> 50	< 0,25

Keterangan : *Standar Nasional Indonesia (SNI) dalam Melani et al. (2017); **Japanese Industrial Standard (JIS) dalam Rusli et al. (2017)

Hasil analisis kualitas bioplastik menunjukkan adanya variasi terhadap mekanik bioplastik seiring penambahan amilum. Peningkatan konsentrasi amilum dapat menurunkan elongasi serta meningkatkan kuat tarik dan ketebalan. Seluruh penambahan konsentrasi amilum terhadap hasil kuat tarik dan ketebalan, sesuai dengan *Japanese Industrial Standard* (JIS). Penambahan konsentrasi amilum 1 gram terhadap elongasi sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Hasil uji menunjukkan nilai ketebalan tertinggi pada konsentrasi amilum 4 g sebesar 0,25±0,01 mm, sedangkan nilai ketebalan terendah pada konsentrasi amilum 2 g sebesar 0,13±0,03 mm. Bioplastik dengan konsentrasi amilum 1 g memiliki nilai ketebalan sebesar 0,14±0,04 mm, dan konsentrasi amilum 3 g memiliki nilai ketebalan sebesar 0,21±0,03 mm. Hasil uji ketebalan menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi amilum membuat ketebalan bioplastik semakin bertambah. Penambahan konsentrasi amilum menambah jumlah padatan dalam bioplastik, sehingga bertambah pula volume bioplastik yang dihasilkan. Peningkatan jumlah massa yang terlarut pada bioplastik akan menyebabkan bertambahnya ketebalan bioplastik (Wahyuningtyas et al., 2019). Parameter ketebalan dapat mempengaruhi parameter lainnya seperti kuat tarik, elongasi dan ketahanan air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rusli et al. (2017), bahwa bioplastik yang semakin tebal akan meningkatkan kuat tarik, namun elongasinya menurun. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Wahyuningtyas et al. (2019), bahwa semakin tebal dan rapat matrik bioplastik yang terbentuk akan meningkatkan ketahanan terhadap air. Nilai ketebalan yang dihasilkan yaitu antara 0,13-0,25 mm. Nilai ketebalan lebih tinggi dari penelitian bioplastik karagenan-glisierol Rusli et al. (2019), yaitu antara 0,035-0,085 mm. Nilai ketebalan tersebut sesuai dengan standar JIS yaitu < 0,25 mm.

Hasil uji menunjukkan nilai kuat tarik terbesar pada konsentrasi amilum 4 g sebesar 11,47±3,16 Mpa, sedangkan kuat tarik terendah pada konsentrasi amilum 2 g sebesar 6,42±0,42 Mpa. Bioplastik dengan konsentrasi amilum 1 g memiliki nilai kuat tarik sebesar 9,57±1,63 Mpa, dan konsentrasi amilum 3 g memiliki kuat tarik sebesar 6,62±1,48 Mpa. Keseluruhan nilai tarik memenuhi standar bioplastik dalam *Japanese Industrial Standard* sebesar > 3,92 Mpa. Hasil uji kuat tarik menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi amilum terhadap bioplastik cenderung membuat nilai kuat tarik semakin tinggi. Penambahan konsentrasi amilum menambah jumlah padatan dalam bioplastik. Ketebalan yang juga semakin tinggi membuat susunan bioplastik semakin kompak sehingga bioplastik yang dihasilkan kuat dan kokoh. Sesuai dengan pernyataan Hidayati et al. (2019), bahwa peningkatan amilum menyebabkan matriks terbentuk dan strukturnya semakin kokoh sehingga kekuatan untuk menyangga beban dari luar lebih besar. Peningkatan nilai kuat tarik disebabkan oleh adanya kandungan amilosa pada amilum yang menyebabkan ikatan antar polimer semakin kuat, sehingga kuat tarik yang dihasilkan semakin besar. Sesuai dengan pernyataan Rusli et al. (2017), bahwa bioplastik yang semakin tebal akan meningkatkan kuat tarik, namun elongasinya menurun. Nilai kuat tarik tersebut lebih tinggi dari penelitian bioplastik karagenan-pati singkong Wahyuningtyas et al. (2019), yaitu antara 1,19-2,12 Mpa.

Hasil uji menunjukkan nilai elongasi tertinggi pada konsentrasi amilum 1 g sebesar 21,88±7,54%, sedangkan nilai elongasi terendah pada konsentrasi amilum 4 g sebesar

7,03±2,48%. Bioplastik dengan konsentrasi amilum 2 g memiliki nilai elongasi sebesar 15,40±0,96%, dan konsentrasi amilum 3 g memiliki nilai elongasi sebesar 8,39±1,17%. Nilai tersebut belum memenuhi SNI dan *Japanese Industrial Standard*. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi amilum membuat nilai elongasi semakin rendah. Bertambahnya amilum juga menambah ketebalan pada bioplastik yang membuat bioplastik menjadi lebih kuat, namun elongasinya menjadi menurun. Elongasi yang semakin rendah disebabkan oleh adanya kandungan amilopektin yang terdapat dalam amilum, sehingga bioplastik menjadi semakin rapuh. Peningkatan konsentrasi amilum mengakibatkan bioplastik semakin getas atau rapuh. Amilopektin dalam amilum mempengaruhi kestabilan bioplastik. Amilopektin dengan rantai cabang yang lebih panjang cenderung membentuk gel (Hidayati *et al.*, 2019). Amilopektin yang fleksibel dan lunak menunjukkan penurunan nilai elongasi, karena adanya kristalisasi. Bioplastik yang semakin tebal akan meningkatkan kuat tarik, namun elongasinya menurun (Rusli *et al.*, 2017). Nilai elongasi lebih rendah dari penelitian bioplastik karagenan-pati singkong Wahyuningtyas *et al.* (2019), yaitu antara 28,55-32,22%.

KESIMPULAN

Penambahan konsentrasi amilum yang semakin tinggi akan meningkatkan nilai kuat tarik dan ketebalan, namun menurunkan nilai elongasi. Parameter yang sesuai dengan standar SNI adalah elongasi konsentrasi amilum 1 g. Parameter yang sesuai dengan standar *Japanese Industrial Standard* yaitu pada parameter kuat tarik dan ketebalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Distantina, S., Fadilah, F., Danarto, Y.C., Wiratni, W. & Fahrurrozi, M., 2009. Pengaruh Kondisi Proses pada Pengolahan *Eucheuma cottonii* terhadap Rendemen dan Sifat Gel Karagenan. *Ekuilibrum*, 8(1):35-40.
- Ega, L., Lopulalan, C.G.C., & Meiyasa, F., 2016. Kajian Mutu Karaginan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Berdasarkan Sifat Fisiko-Kimia pada Tingkat Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(2):38-44. DOI: 10.17728/jatp.169
- Fardhyanti, D.S., & Julianur, S.S., 2015. Karakterisasi *Edible Film* Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(2): 68-73.
- Fransiska, D., Giyatmi, H.E.I., Darmawan, M., & Melanie, S. 2018. Karakteristik Film κ-Karaginan dengan Penambahan *Plasticizer* Polietilen Glikol. DOI: 10.15578/jpbkp.v13i1.504
- Halim, A., Zilfia, Z., & Octavia, M.D. 2010. Karakterisasi Alginat dari Ganggang Coklat (*Sargassum crassifolium* Mont.) Hasil Proses Isolasi Menggunakan CaCl₂ 8%. *Jurnal Farmasi Higea*, 2(2):119-126.
- Hidayati, S., Zulferiyenni, N., & Satyajaya, W. 2019. Optimasi Pembuatan Biodegradable Film dari Selulosa Limbah Padat Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dengan Penambahan Gliserol, Kitosan, CMC dan Tapioka. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(2):340-354. DOI: 10.17844/jphpi.v22i2.27782
- Kanmani, P., & Rhim, J.W. 2014. Development and Characterization of Carrageenan/Grapefruit Seed Extract Composite Films for Active Packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 68:258-266. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2014.05.011
- Kumoro, A.C., & Purbasari, A. 2014. Sifat Mekanik dan Morfologi Plastik *Biodegradable* dari Limbah Tepung Nasi Aking dan Tepung Tapioka Menggunakan Gliserol sebagai *Plasticizer*. *Teknik*, 35(1):8-16. DOI: 10.14710/teknik.v35i1.6238
- Lim, J.Y., Hii, S.L., Chee, S.Y., & Wong, C.L. 2018. *Sargassum siliquosum* J. Agardh Extract as Potential Material for Synthesis of Bioplastic Film. *Journal of Applied Phycology*, 30(6): 3285-3297. DOI: 10.1007/s10811-018-1603-2
- Melani, A., Herawati, N., & Kurniawan, A.F. 2017. Bioplastik Pati Umbi Talas Melalui Proses Melt Intercalation. *Distilasi*, 20(2):53-67. DOI: 10.32502/jd.v2i2.1204

- Nasution, R.S. 2015. Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik. *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 1(1):97-104.
- Nugrahanto, A.D., Kurniawati, A., & Erwanto, Y. 2021. Karakteristik Fisis Bioplastik yang Dibuat dari Kombinasi Pati Tapiok dan Kasein Susu Apkir. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 37(2): 103-114. DOI: 10.20543/mkpk.v37i2.7422
- Ozdamar, E.G., & Murat, A.T.E.S. 2018. Rethinking Sustainability: A Research on Starch Based Bioplastic. *Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies*, 3(3):249-260. DOI: 10.29187/jscmt.2018.28
- Rusli, A., Metusalach, S., & Tahir, M.M. 2017. Karakterisasi *Edible Film* Karagenan dengan Pemlastis Gliserol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2):219-229. DOI: 10.17844/jphpi.v20i2.17499
- Sandria, N., Uju, S.P., & Suptijah, P. 2017. Depolimerisasi Kappa Karagenan dengan Menggunakan *Peracetic Acid* *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3):524-535. DOI: 10.17844/jphpi.v20i3.19809
- Surono, U. B. 2013. Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*, 3(1):32-40.
- Suryanto, H., Rahmawan, A.W., Sahana, R.T., Muhajir, M., & Yanuhar, U. 2019. Influence of Carrageenan on the Mechanical Strength of Starch Bioplastic Formed by Extrusion Process. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, p.1-6. DOI: 10.1088/1757-899X/494/1/012075
- Wahyuningtyas, D., Sukmawati, P.D. & Al Fitria, N.M. 2019. Optimasi Pembuatan Plastik *Biodegradable* dari Pati Kulit Singkong dengan Penambahan Asam Sitrat sebagai *Crossling Agent*. *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*, p.6.
- Wenno, M.R., Thenu, J.L., & Lopulalan, C.G.C. 2012. Karakteristik Kappa Karagenan dari *Kappaphycus alvarezii* pada Berbagai Umur Panen. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 7(1):61-67. DOI: 10.15578/jpbkp.v7i1.69
- Widyartini, D.S., Sulistyani., & Hidayah, H.A. 2016. Kualitas Pasta Alginat Rumput Laut *Sargassum polycystum* Hasil Fermentasi dan Konsentrasi Larutan Berbeda sebagai Pengental Pencapan Batik. *Prosiding Seminar Nasional dan Call For Papers "Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan VI"*, 50-59.
- Yanti, N. A., Sembiring, L. & Margino, S. 2009. Bakteri Amilolitik Penghasil Bahan Dasar Bioplastik. In *Seminar Nasional Biologi XX dan Kongres PBI XIV* (pp. 25-29). Malang, 24 Agustus
- Yupa, N.P., Sunardi, S., & Irawati, U. 2021. Synthesis and Characterization of Alginate Based Bioplastic with The Addition Of Nanocellulose from Sago Frond as Filler. *Justek : Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(1):30-39. DOI: 10.31764/justek.v4i1.4308
- Zaimis, U., Ozolina, S., & Jurmalietis, R. 2021. Production of Seaweed Derived Bioplastics. *Engineering for Rural Development. Proceedings of the International Scientific Conference (Latvia)*, p.1692-1695. DOI: 10.22616/ERDev.2021.20.TF370