

Karakterisasi Bioplastik Dari Karaginan Dari Rumput Laut Merah Asal Kabupaten Biak Yang Dibuat Dengan Metode Blending Menggunakan Pemplastis Sorbitol

Agnes Eri Maryuni, Septiani Mangiwa, Wahyuni Karunia Dewi

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Cenderawasih

email: agnes.mipa.uncen@gmail.com

ABSTRAK

Rumput laut dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan baku dalam industri pangan, farmasi, kosmetik dan bioteknologi. Rumput laut juga merupakan bahan baku utama dalam pembuatan agar – agar, alginat dan karaginan. Karaginan merupakan salah satu jenis hidrokoloid yang dapat digunakan untuk memproduksi bioplastik. Pada penelitian ini karaginan digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik dengan sorbitol sebagai bahan pemplastis. Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi bioplastik yang dihasilkan dari karaginan rumput laut merah asal Biak dengan sorbitol sebagai pemplastis. Karaginan dicampurkan sorbitol dengan metode blending. Variasi konsentrasi karaginan berturut turut adalah 0,6; 0,8; 1; 1,2 dan 2 %. Variabel yang dianalisis meliputi kuat tarik, perpanjangan, laju transmisi uap air, dan scanning electron microscopy (SEM).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan bioplastik yang dihasilkan berkisar antara 0,025-0,053 mm. Uji SEM memperlihatkan bahwa bioplastik yang dihasilkan masih memiliki rongga. Kuat tarik bioplastik yang dihasilkan berkisar antara 15,881-39,168 MPa. Nilai perpanjangan bioplastik yang dihasilkan berbanding terbalik dengan kenaikan konsentrasi yaitu berkisar 145,33-41,533 %. Laju transmisi uap air yang dihasilkan berkisar 378,220-404,311 g/m².jam. Bioplastik yang memiliki karakteristik terbaik adalah bioplastik dengan konsentrasi karaginan sebesar 2%.

Kata Kunci: Bioplastik, Karagenan, Rumput Laut Merah

PENDAHULUAN

Plastik, baik dalam bentuk plastik kemasan, perlengkapan rumah tangga dan perkantoran, elektronik, furniture, alat transportasi, maupun konstruksi telah menjadi bagian dalam kehidupan manusia modern saat ini. Hampir semua bentuk plastik tersebut merupakan plastik konvensional. Plastik konvensional yang sejatinya disintesis dari minyak bumi. Minyak bumi bersifat tidak dapat diperbarui. Semakin lama jumlahnya semakin terbatas. Berbagai sumber menyatakan bahwa cadangan minyak bumi yang dapat dieksploitasi secara ekonomis diperkirakan sebesar 1,4 trilyun barel dan terkonsentrasi di beberapa kawasan saja. Sementara konsumsi minyak bumi dunia diperkirakan 89 sampai 91 juta barel per hari Indirasardjana (2014).

Plastik konvensional memiliki kekurangan, yaitu ketidakmampuannya untuk terdegradasi secara alami. Limbah plastik menimbulkan masalah pencemaran, baik pencemaran tanah maupun air sungai dan laut. Plastik juga

menimbulkan masalah kesehatan pada manusia. Disebutkan dalam Thornton (2002) Polivinilchloride (PVC) yang presisten di lingkungan dapat menyebabkan kanker, kelainan sistem endokrin, gangguan sistem reproduksi, cacat pada bayi dan lainnya.

Meskipun daur ulang plastik menjadi salah satu alternatif pemecahan masalah pencemaran, ternyata hal ini tidak benar-benar sepenuhnya mengatasi permasalahan. Kecepatan daur ulang dan jumlah limbah plastik baru tidak seimbang. Selain itu, kecepatan daur ulang limbah plastik sangat jauh dengan kecepatan produksi plastik baru.

Untuk mengatasi masalah diatas, dalam dua dekade terakhir terus menerus dilakukan penelitian untuk menghasilkan suatu jenis plastik yang disebut bioplastik. Bioplastik adalah plastik yang dikembangkan dari bahan-bahan yang bersifat *renewable* (dapat diperbarui), seperti minyak nabati, berbagai jenis tepung (tepung jagung, tepung kentang, tepung biji nangka, tepung tapioka, tepung beras, gluten gandum), selulosa maupun

polimer yang dihasilkan dari aktivitas mikroba (Mathew (2015), Vroman & Tighzert (2009), Bergius (2014), Purbasari dkk. (2014), Nykanen dkk. (2014)).

Sintesis bioplastik dari polisakarida pati maupun selulosa sudah banyak dikembangkan. Namun, tidak demikian halnya dengan *marine* polisakarida yang diisolasi dari rumput laut, seperti alginat, agar dan karaginan. Karena rumput laut bersifat renewable, sangat mudah dibudidayakan, memiliki masa tanam hingga panen cukup singkat dan mengandung polimer yang tersusun dari sakarida (gula), maka rumput laut sangat berpotensi dikembangkan sebagai bahan pembuat bioplastik.

Karaginan merupakan kelompok polisakarida galaktosa yang diekstraksi dari beberapa spesies rumput laut merah. Karaginan termasuk senyawa hidrokoloid yang terdiri dari ester kalium, natrium, magnesium, dan kalium sulfat dengan galaktosa 3,6 anhidrogalaktosa kopolimer (Prasetyowati dkk, 2008). Polimer yang terbentuk pada karaginan terjadi karena pengulangan unit disakarida (Destantina dkk, 2010). Sifat hidrofilik karaginan menyebabkan karaginan dapat dimanfaatkan sebagai zat pengemulsi, penstabil, pengental dalam industri pangan seperti saus, daging, keju, minuman, dan produk susu serta olahannya. Karaginan juga dimanfaatkan sebagai pelapis (*marbling*) dalam industri kertas, *sizing* dalam industri tekstil, pengental dalam industri kosmetik. Hasil hidrolisis asam karaginan dimanfaatkan sebagai pupuk dan biostimulan pertumbuhan tanaman dalam industri pertanian (Van de Velde dan de Rooter, 2002). Pemanfaatan karaginan sebagai bahan baku pembentuk bioplastik belum banyak dikembangkan di Indonesia, karena sebagian besar penelitian yang telah dilakukan hanya menggunakan karaginan sebagai bahan tambahan atau salah satu komposit pembentuk bioplastik yang berbahan dasar pati maupun kitosan.

Studi penggunaan karaginan sebagai bahan dasar pembentuk bioplastik didasari oleh banyaknya produksi rumput laut jenis *Eucheuma sp.* yang dibudidayakan oleh masyarakat di Kabupaten Biak yang belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan karaginan sebagai bahan dasar pembentuk bioplastik ini diharapkan mampu mendorong

berkembangnya industri pengolahan karaginan di wilayah timur Indonesia khususnya di Papua sehingga dapat meningkatkan nilai jual dari rumput laut merah lokal itu sendiri, sehingga dapat membantu mengangkat perekonomian para petani rumput laut merah yang ada di Papua khususnya di Kabupaten Biak.

Sifat bioplastik dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah jenis bahan dasar yang digunakan, jenis plastisizer yang dipakai, nisbah bahan dasar dan plastisizer. Dalam studi awal pembuatan bioplastik berbahan dasar karaginan dari rumput laut merah asal Biak ini, akan dicoba diamati pengaruh konsentrasi karaginan terhadap sifat mekanik dan sifat fisik bioplastik.

METODE PENELITIAN

Persiapan sampel

Rumput laut merah dibersihkan dari kotoran yang menempel kemudian ditimbang beratnya, setelah itu dicuci dan dikeringkan dengan oven sampai kadar airnya menurun. Rumput laut yang telah kering dipotong kecil – kecil untuk mempermudah proses ekstraksi.

Ekstraksi Karaginan

Rumput laut merah yang telah dipotong kecil - kecil ditimbang sebanyak 20 g, kemudian dilarutkan dalam gelas beker dengan 100 ml larutan KOH 0,6 M agar pH larutan mencapai 9. Larutan dipanaskan selama 2 jam pada suhu 90°C sambil diaduk untuk mempercepat proses ekstraksi.

Larutan disaring dalam keadaan panas agar mempermudah proses penyaringan. Filtrat yang diperoleh ditampung dalam wadah lalu ditambahkan dengan larutan KCl 0,5 M sebanyak 50 ml dan dipanaskan kembali selama 15 menit pada suhu 60°C sambil diaduk agar terbentuk endapan karaginan. Selanjutnya larutan dinetralkan pHya dengan aquades, kemudian dituang ke dalam wadah dan dikeringkan menggunakan oven.

Karaginan yang telah kering, dipotong kecil-kecil dan dihaluskan dengan menggunakan blender. Karaginan yang telah halus kemudian disaring menggunakan ayakan 50 mesh untuk memperoleh tepung karaginan. Tepung karaginan ini selanjutnya digunakan untuk bahan baku dalam pembuatan bioplastik.

Pembuatan bioplastik

Bioplastik dibuat dengan memvariasikan tingkat konsentrasi larutan karaginan sebesar 0,6; 0,8; 1; 1,2 dan 2% (b/v) dengan cara masing – masing tepung karaginan ditimbang dengan lima variasi berat yaitu 0,6; 0,8; 1; 1,2 dan 2 g kemudian dimasukkan dalam gelas ukur 100 ml dan ditambahkan aquades sampai volumenya menjadi 100 ml. Selanjutnya diaduk dengan menggunakan magnetik stirer sambil dipanaskan pada suhu 60°C. Setelah itu ditambahkan larutan sorbitol sebanyak 0,5% (v/v) sebagai pemlastis sambil terus diaduk dan dipanaskan sampai suhu 80°C yang harus dipertahankan selama 5 menit.

Larutan didinginkan dan dihilangkan gelembung udara atau pun pengotor yang tercampur dalam larutan dengan vakum. Setelah dipastikan tidak ada lagi gelembung udara dan pengotor larutan kemudian dituangkan ke dalam cetakan plat kaca dengan ukuran 10 x 18 cm² dan dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama 24 jam hingga diperoleh lapisan tipis. Lapisan ini didinginkan sampai mencapai suhu ruang. Setelah dingin, lapisan di pisahkan dari plat kaca dan dikemas dalam plastik berisi silika gel. Selanjutnya dilakukan analisis sifat fisika, sifat kimia dan sifat mekanik dari lapisan tersebut (Handito, 2011).

Karakterisasi Bioplastik

Bioplastik dikarakterisasi sifat – sifatnya untuk mengetahui kualitas dari bioplastik yang telah dihasilkan. karakterisasi sifat – sifat bioplastik ini meliputi:

Sifat fisika

1) Ketebalan (*thickness*)

Ketebalan bioplastik yang diperoleh diukur dengan menggunakan mikrometer digimatik dengan ketelitian 0,001 mm pada lima tempat yang berbeda. Nilai ketebalan diukur dari rata – rata nilai lima pengukuran ketebalan (Park *et al*, 1994).

2) Analisis morfologi menggunakan SEM

Analisis ini bertujuan untuk melihat permukaan (penampang atas) bioplastik yang dilakukan dengan menggunakan SEM. Analisis dilakukan dengan cara sampel ditempelkan pada set holder dengan perekat ganda,

kemudian dilapisi dengan logam emas dalam keadaan vakum. Setelah itu, sampel dimasukkan pada tempatnya di dalam SEM. Kemudian gambar topografi diamati dan dilakukan perbesaran 5000 kali (Setiani dkk, 2013). Analisis ini dilakukan dengan menyiapkan bioplastik yang telah dibuat dengan ukuran diameter 70 mm, kemudian spesimen diletakan pada *spesimen holder* untuk kemudian dilakukan perekaman data.

Sifat mekanik

1) Kuat tarik (*tensile strength*)

Analisis kuat tarik dilakukan dengan menggunakan alat penguji kuat tarik dan perpanjangan. Pengujian dilakukan dengan cara memotong sampel sesuai dengan ukuran standar pengukuran. Setelah itu diatur parameter yang akan dianalisis pada komputer. Kemudian sampel diletakan pada holder dan diuji dengan kecepatan 50,0 mm/min sampai sampel putus. Nilai kuat tarik merupakan nilai hasil pengujian kekuatan (daya tahan) maksimum bioplastik setelah diberikan gaya tarik agar merenggang sampai putus (Krocta dan Mulder-Johnston, 1997). Nilai kuat tarik kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Dengan τ adalah kuat tarik, F adalah gaya yang diberikan pada bioplastik (N), dan A adalah luas penampang (mm²).

2) Perpanjangan (*elongation*)

Perpanjangan dapat dihitung dengan membandingkan panjang bioplastik saat putus dan panjang bioplastik sebelum ditarik oleh alat dengan menggunakan persamaan seperti berikut :

$$\% \text{ Elongation} = \frac{X_1}{X_0} \times 100\%$$

Dimana X_1 adalah panjang akhir saat putus (mm), X_0 adalah panjang awal (mm)

3) Laju transmisi uap air (*water vapor transmission rate / WVTR*)

Analisis ini dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri. Analisis ini dilakukan

dengan cara seperti berikut cawan aluminium ditimbang dengan ketelitian 1 mg kemudian diletakkan pada suhu 27°C dengan RH 97 %. Cawan ditimbang tiap hari pada jam yang sama dan ditentukan penambahan berat dari cawan. Selanjutnya dibuat grafik hubungan antara pertambahan berat dan waktu (Sudirman dkk, 2012). Nilai WVTR dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned} \text{WVTR} &= \frac{\text{slope}}{\text{luas sampel (m}^2\text{)}} \\ &= \frac{\text{gram}}{\text{m}^2\text{24 jam}} \text{ (97\% RH, 27}^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat fisika

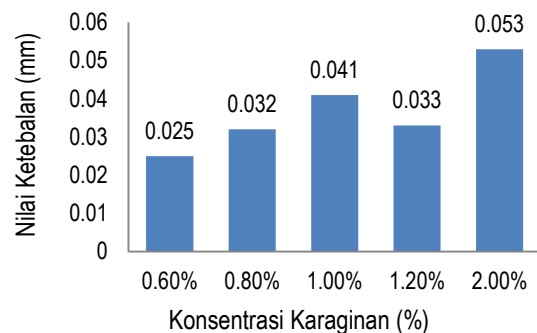
Pengujian sifat fisika ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi karaginan yang divariasikan terhadap sifat fisika dari bioplastik yang dihasilkan. Dengan melakukan pengujian sifat fisika dapat diketahui kualitas dari bioplastik yang dihasilkan dari karaginan dengan *plasticizer* sorbitol. Pengujian sifat fisika ini meliputi ketebalan dan analisis morfologi menggunakan SEM.

1) Ketebalan

Hasil uji ketebalan bioplastik yang terbuat dari karaginan dengan konsentrasi yang berbeda menunjukkan adanya kenaikan nilai ketebalan bioplastik seiring dengan naiknya konsentrasi karaginan. Namun, nilai ketebalan untuk bioplastik dengan konsentrasi karaginan 1,2% menunjukkan nilai ketebalan yang kecil jika dibandingkan dengan bioplastik yang konsentrasi sebelumnya yaitu 1%. Hal ini kemungkinan terjadi karena proses penuangan larutan bioplastik yang tidak merata sewaktu di tuang pada cetakan dan juga karena larutan bioplastik yang kental dan cepat mengeras sehingga pada saat bioplastik kering ketebalan di sebagian sisinya tidak sama. volume penuangan larutan untuk setiap variasi konsentrasi adalah sama begitu juga dengan ukuran cetakan yang digunakan.

Naiknya nilai ketebalan bioplastik seiring dengan kenaikan konsentrasi karaginan dikarenakan konsentrasi karaginan sebagai komponen penyusun dalam matriks bioplastik

akan meningkatkan total padatan yang ada dalam larutan bioplastik sehingga setelah dikeringkan bioplastik yang dihasilkan semakin tebal. Hal ini sesuai dengan pendapat Handito (2011) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung karaginan yang digunakan, maka akan meningkatkan total bahan padatan terlarut yang ada dalam larutan pembentuk bioplastik, sehingga setelah proses pengeringan akan menghasilkan bioplastik yang lebih tebal. Ketebalan bioplastik sangat dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut pada larutan pembentuk bioplastik. Hal ini terjadi karena jumlah polimer karaginan yang semakin banyak di dalam matriks bioplastik, dimana setiap monomer karaginnanya terhubung dengan ikatan hidrogen intermolekul yang menyebabkan terbentuknya rongga didalam matriks bioplastik, sehingga bioplastik menjadi semakin tebal. Ketebalan bioplastik juga dipengaruhi oleh volume penuangan dan ukuran cetakan yang digunakan. Pada penelitian ini volume dan ukuran cetakan yang digunakan adalah sama untuk setiap variasi konsentrasi. Pada pembuatan bioplastik ini nilai ketebalan yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



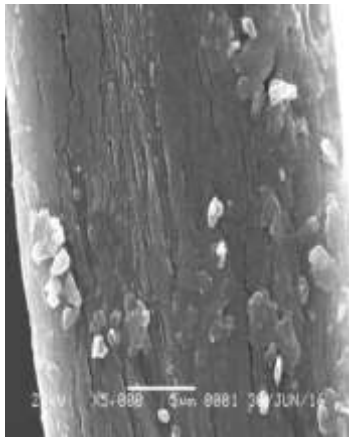
Gambar 1. Pengaruh konsentrasi karaginan terhadap ketebalan bioplastik

Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa bioplastik dengan nilai ketebalan tertinggi adalah bioplastik dengan konsentrasi karaginan 2% sebesar 0,0530 mm dan dapat dikategorikan sebagai bioplastik dengan karakteristik sifat fisik terbaik, hasil ini sesuai dengan pendapat Darawati & Pranoto (2010) yang menyatakan bahwa semakin tebal suatu bioplastik, maka akan dapat meningkatkan nilai

kuat tarik, menurunkan nilai perpanjangan dan membuat laju transmisi uap airnya menjadi rendah.

2) Morfologi

Pengujian sifat fisika yang selanjutnya ialah analisis morfologi dari bioplastik yang dihasilkan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kenampakan dari permukaan bioplastik yang dihasilkan. Bioplastik yang digunakan untuk analisis ini adalah bioplastik dengan konsentrasi karaginan 1,2% dengan konsentrasi *plasticizer* 0,5%. Hasil analisa SEM penampang melintang dari bioplastik ditunjukkan pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Penampang melintang

Dari gambar penampang melintang terlihat bahwa masih terdapat rongga di dalam matriks bioplastik yang terbentuk. Hal ini kemungkinan dikarenakan ukuran molekul karaginan yang besar dan penyebarannya yang tidak merata di dalam matriks sehingga matriks yang terbentuk kurang rapat dan terdapat rongga. Kemungkinan yang juga terjadi adalah konsentrasi dari sorbitol yang kecil membuat penyebarannya di dalam matriks tidak merata sehingga interaksi kimia yang terjadi di dalam matriks tidak berjalan baik dan menyebabkan matriks bioplastik menjadi kurang rapat dan berongga.

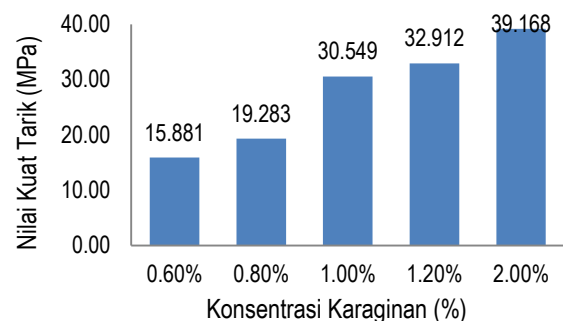
Sifat mekanik

Pengujian sifat mekanik ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi karaginan yang divariasikan terhadap sifat mekanik dari bioplastik yang dihasilkan.

Pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui kualitas dari bioplastik itu sendiri. Baik karaginan sebagai biopolimer pencampur maupun sorbitol sebagai *plasticizer* akan sangat mempengaruhi sifat mekanik dari bioplastik yang dihasilkan. Sifat mekanik ini meliputi kuat tarik, perpanjangan, dan laju transmisi uap air.

1) Kuat Tarik

Menurut Wahyuni (2001), kuat tarik merupakan salah satu sifat mekanik biooplastik yang sangat penting. Karena bioplastik yang memiliki nilai kuat tarik tertinggi yang dapat melindungi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis. Hasil uji kuat tarik bioplastik menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi karaginan menyebabkan nilai kuat tarik dari bioplastik yang dihasilkan semakin besar. Sehingga dapat dikatakan bahwa kenaikan konsentrasi karaginan berbanding lurus dengan kenaikan nilai kuat tarik dari bioplastik yang dihasilkan. Hal ini terlihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi karaginan terhadap kuat tarik bioplastik

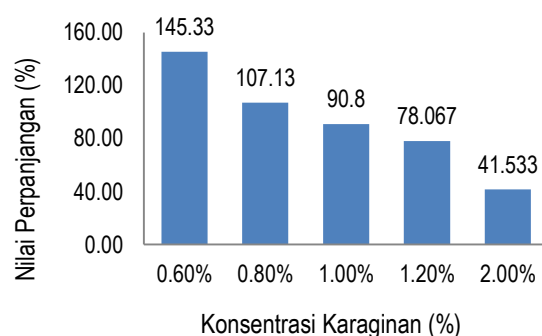
Dari gambar 3 tersebut terlihat bahwa bioplastik dengan konsentrasi paling tinggi yaitu 2% yang memiliki nilai kuat tarik paling besar yaitu 39,168 MPa, sedangkan bioplastik dengan nilai kuat tarik terkecil adalah bioplastik dengan konsentrasi karaginan 0,6% yaitu 15,881 MPa. Hal ini dikarenakan kenaikan konsentrasi karaginan sebagai biopolimer pencampur dapat meningkatkan interaksi molekul antara karaginan dengan sorbitol dalam matriks, sehingga ikatan antar polimer semakin kuat dan dibutuhkan gaya yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut, hal ini lah yang membuat nilai kuat tarik yang dihasilkan

menjadi semakin besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Krochta dan Johnston (1997) bahwa penambahan konsentrasi karaginan akan meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik, karena karaginan mampu membentuk matriks polimer yang kuat dan menjadikan kekuatan tarik intermolekul semakin kuat pada bioplastik.

Dari penjelasan tersebut, maka bioplastik dengan konsentrasi karaginan 2% yang dapat dikategorikan sebagai bioplastik dengan karakteristik sifat mekanik terbaik dalam hal kuat tarik, karena menurut pendapat Warkoyo dkk (2014) nilai kuat tarik yang semakin besar menunjukkan ketahanan terhadap kerusakan akibat peregangan dan tekanan semakin besar, sehingga kualitas fisik yang dihasilkan semakin baik. bioplastik dengan kualitas fisik yang baik akan tahan terhadap penekanan normal selama perlakuan, pemindahan atau transportasi dan penanganan bahan pangan.

2) Perpanjangan

Salah satu sifat mekanik yang selanjutnya diuji dalam penelitian ini ialah perpanjangan. Perpanjangan merupakan suatu keadaan saat bioplastik patah setelah mengalami perubahan ukuran panjang dari ukuran yang sebenarnya pada saat mengalami peregangan. Sifat ini sangat penting dan mengindikasikan kemampuan bioplastik dalam menahan beban sebelum bioplastik itu putus. Menurut Theresia (2003) persen pemanjangan sangat penting untuk diketahui, karena dapat membantu mengetahui tingkat plastis suatu bioplastik. Semakin tinggi nilai persen pemanjangannya maka akan semakin plastis sebaliknya semakin rendah akan bersifat rapuh.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi karaginan terhadap nilai perpanjangan bioplastik

Hasil uji perpanjangan bioplastik yang diperoleh menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi karaginan menyebabkan nilai perpanjangannya semakin menurun. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.

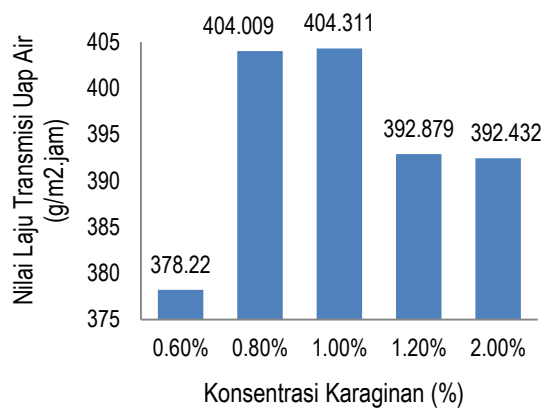
Dari gambar 4 di atas diketahui bahwa bioplastik dengan konsentrasi karaginan 0,6% memiliki nilai perpanjangan tertinggi yaitu 145,330% sedangkan bioplastik dengan konsentrasi 2% memiliki nilai perpanjangan paling kecil yaitu 41,530%. Hal ini dapat terjadi karena sifat bioplastik dipengaruhi oleh komponen penyusun utama dan tambahan, baik jenis maupun konsentrasinya. Peningkatan konsentrasi karaginan sebagai biopolimer pencampur menyebabkan padatan terlarut dalam bioplastik semakin meningkat. semakin banyak molekul karaginan yang membentuk rantai – rantai polimer dalam matriks bioplastik yang semakin kuat sehingga ruang dalam matriks akan terisi sehingga mengurangi gerakan molekul polimer sehingga bioplastik yang terbentuk semakin kaku dan menjadi tidak *flasible* (mudah patah) saat mengalami perenggangan. Besar kecilnya nilai perpanjangan suatu bioplastik juga dipengaruhi oleh *plasticizer* yang digunakan. Dalam penelitian ini sorbitol sebagai *plasticizer* turut berperan dalam mempengaruhi nilai perpanjangan. Karena peran dari sorbitol itu sendiri ialah membantu memperbaiki sifat mekanik bioplastik salah satunya adalah perpanjangan. Penambahan sorbitol dalam matriks bioplastik menyebabkan perenggangan ruang intermolekul dalam matriks bioplastik dan menurunkan jumlah ikatan hidrogen, sehingga mengurangi kerapuhan bioplastik.

Bioplastik dengan nilai perpanjangan terkecil dari hasil penelitian ini adalah bioplastik dengan konsentrasi karaginan 2% yang dapat dikategorikan sebagai bioplastik dengan karakteristik sifat mekanik terbaik dalam hal ini perpanjangan, karena menurut pendapat Darawati & Pranoto (2010) bahwa semakin kuat bioplastik yang terbentuk, maka semakin sulit bagi bioplastik untuk memanjang sehingga akan memperkecil nilai persentase perpanjangannya.

3) Laju Transmisi Uap Air

Pengujian sifat mekanik yang juga penting untuk diketahui ialah laju perpindahan

uap air pada bioplastik yang dihasilkan. Menurut Zulferiyenni *et al* (2014) nilai permeabilitas suatu jenis bioplastik sangat penting untuk diketahui, karena nilai tersebut dapat dipergunakan untuk memprediksi daya simpan produk yang dikemasnya. menurut Krochta *et al* (1997) laju transmisi uap air merupakan laju transmisi uap air melalui suatu unit luasan bahan yang permukaannya rata dengan ketebalan tertentu, sebagai akibat dari suatu perbedaan unit tekanan uap antara dua permukaan tertentu pada kondisi dan suhu tertentu. Hasil uji laju transmisi uap air dari bioplastik yang dibuat dengan konsentrasi berbeda dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi terhadap nilai laju transmisi uap air bioplastik

Dari gambar 5 di atas dapat dilihat bahwa bioplastik dengan konsentrasi paling kecil yaitu 0,6% memiliki nilai laju transmisi uap air yang paling rendah yaitu 378,22 g/m².jam. Hal ini dikarenakan penambahan sorbitol dengan struktur molekul yang besar sebagai *plasticizer* menyebabkan rongga didalam matriks bioplastik terisi oleh sorbitol sehingga matriks bioplastik menjadi lebih rapat dan menyebabkan nilai laju transmisi uap airnya menjadi rendah. Menurut McHugh & Krochta (1994), laju transmisi uap air suatu bahan dipengaruhi oleh sifat kimia dan struktur bahan pembentuk, konsentrasi *plasticizer* dan kondisi lingkungan seperti kelembaban dan temperatur. Penurunan nilai laju transmisi uap air terjadi karena ikatan polimer yang semakin kuat di dalam gel yang terbentuk. Hal ini dilihat dari perbedaan konsentrasi karaginan dengan konsentrasi sorbitol yang ditambahkan tidak berbeda jauh sehingga ikatan polimer yang

terbentuk pun semakin kuat. Berbeda dengan bioplastik yang dihasilkan dari konsentrasi 0,8 dan 1% karaginan, yang menunjukkan nilai laju transmisi uap air yang besar dari kelima bioplastik yang dihasilkan. Kenaikkan nilai laju transmisi uap air ini disebabkan oleh perbandingan konsentrasi antara karaginan dengan konsentrasi sorbitol yang cukup berbeda jauh sehingga ikatan polimer yang terbentuk tidak sekuat bioplastik dengan konsentrasi 0,6; 1,2 dan 2%. Kemungkinan kedua yang mungkin terjadi ialah sifat hidrofilik dari karaginan dan sorbitol yang menyebabkan nilai laju transmisi uap airnya menjadi tinggi. Hal ini sesuai dengan Fransiska (2009) yang menyatakan bahwa sifat karaginan yang hidrofilik menyebabkan bioplastik yang dihasilkan mudah menyerap uap air. Polimer dengan polaritas tinggi seperti polisakarida (karaginan) dan protein mampu menghasilkan nilai permeabilitas uap air yang tinggi (Amna, 2012). Akan tetapi nilai hasil uji laju transmisi uap air untuk dua konsentrasi tertinggi yaitu 1,2 dan 2% memperlihatkan nilai laju transmisi uap air yang rendah. Hal ini terjadi karena peningkatan konsentrasi karaginan menyebabkan padatan terlarut dalam matriks bioplastik mengisi rongga antar sel yang masih kosong sehingga rongga matriks bioplastik menjadi lebih rapat. Kerapatan dalam matriks bioplastik inilah yang membuat ikatan polimernya meningkat dan mengakibatkan nilai laju perpindahan uap airnya menurun.

Peningkatan jumlah polimer, akan memperkecil rongga dalam gel yang terbentuk sehingga meningkatkan gaya ikat antar polimer dan akan menurunkan perpindahan air bioplastik terhadap gas, uap dan porositasnya, sehingga fungsi bioplastik sebagai penghalang masuknya air akan meningkat (Pramadita, 2011). Sedangkan menurut Fennema (1996) Ikatan hidrogen yang terbentuk mengakibatkan meningkatnya jumlah matriks bioplastik yang terbentuk sehingga menurunkan nilai perpindahan air terhadap bioplastik. Peningkatan jumlah padatan dalam suatu polimer akan memperkecil rongga antar sel dari gel yang terbentuk sehingga matriks bioplastik semakin rapat dan menurunkan nilai laju perpindahan uap airnya. Ketebalan juga mempengaruhi nilai laju perpindahan uap air dari bioplastik yang dihasilkan. Semakin tebal

dan rapat matriks bioplastik yang terbentuk dapat mengurangi laju transmisi uap air karena sulit untuk ditembus uap air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusumawati dkk (2013) bahwa ketebalan bioplastik mampu mempengaruhi laju transmisi uap air karena menyebabkan laju transmisi semakin rendah seiring dengan meningkatnya ketebalannya.

Penentuan bioplastik yang dapat dikategorikan memiliki karakteristik sifat mekanik terbaik untuk laju transmisi uap air ialah bioplastik dengan konsentrasi karaginan sebesar 2% dengan nilai laju transmisi uap air sebesar 392,432 g/m².jam. Penentuan ini dilihat dari bioplastik yang memiliki nilai ketebalan tertinggi, nilai kuat tarik terbesar dan nilai perpanjangan yang paling kecil. Seperti yang dijelaskan oleh Gunawan (2009) bahwa permeabilitas uap air yang rendah dapat menghambat hilangnya air dari produk yang dikemas dengan menggunakan bioplastik sehingga kesegarannya terjaga. Selain itu, dapat pula menghambat kerusakan akibat reaksi hidrolisa dan kerusakan oleh mikroorganisme karena adanya air.

Konsentrasi karaginan berpengaruh terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan. Semakin besar konsentrasi karaginan maka semakin besar pula nilai kuat tariknya, kecuali nilai ketebalan bioplastik. Konsentrasi juga mempengaruhi persentase perpanjangan dan laju transmisi, dimana semakin besar konsentrasi karaginan nilai persentase perpanjangan dan nilai laju transmisi uap air semakin kecil. Hasil pengujian sifat fisika dan mekanik dari bioplastik yang dihasilkan dirangkum dalam tabel berikut ini.

Tabel 1. Sifat fisika dan mekanik bioplastik yang dihasilkan

Sifat fisika dan mekanik bioplastik	Konsentrasi karaginan (%)				
	0,6	0,8	1,0	1,2	2,0
Ketebalan (mm)	0,025	0,032	0,041	0,033	0,053
Kuat Tarik (MPa)	15,881	19,283	30,549	32,912	39,168
Perpanjangan (%)	145,330	107,130	90,800	78,067	41,533
Laju transmisi uap air (g/m ² .jam)	378,220	404,009	404,311	392,879	392,432

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Bioplastik dengan konsentrasi 0,6-2% memiliki karakteristik seperti berikut: morfologi bioplastik yang dihasilkan masih memiliki rongga; ketebalan sekitar 0,025 – 0,0530 mm; kuat tarik bioplastik berkisar 15,881-39,168 MPa, perpanjangan 145,33-78,07 %, dan laju transmisi uap air 378,22-404,311 g/m².jam.
2. Semakin besar konsentrasi karaginan, semakin besar pula nilai kuat tariknya, semakin kecil nilai perpanjangan dan laju transmisi uap air.
3. Bioplastik yang memiliki karakteristik terbaik adalah bioplastik dengan konsentrasi karaginan sebesar 2%.

Daftar Pustaka

- Allanmendah. 2014. Jenis dan Manfaat Rumput Laut di Indonesia. <http://alamendah.org/2014/jenis-danmanfaat-rumput-laut-di-Indonesia.html> diunduh : 25 Oktober 2014.
- Anggaradiredja. 2006. Rumput Laut. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Anggraeni, N. Desi. 2008. Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematite. Jurnal Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut teknologi nasional. Bandung.
- Ardiansyah, R. 2011. Pemanfaatan Pati Umbi Garut untuk Pembuatan Plastik *Biodegradable*. Depok: Universitas Indonesia.
- Aslan, M. Laode,. 1991. Budidaya Rumput Laut, Penerbit Kanisius, 1991, 11-34.
- Ayuni, N. 2014. Budidaya Rumput Laut. WWF. Jakarta.
- Bergius, W. S. 2014. Clear Bioplastic Containers Could Be Made from Rice dalam *Chemistry World 30 Juli 2014* diakses dari <https://www.scientificamerican.com/article/st-rong-clear-bioplastic-containers-could-be-made-from-rice/> diakses pada 23 Maret 2017

- Distantina, Sperisa, dkk. 2010. Proses Ekstraksi karaginan Dari *Eucheuma cottonii*. Jurusan Teknik Kimia FT Universitas Diponegoro.
- Handito, Dodi. 2011. Pengaruh Konsentrasi Karaginan terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *BIOPLASTIK. Jurnal Agroteksos* vol. 21.
- Imam M.. 2014. Macam- macam kegunaan rumput laut. <http://reps.id.com/macam-macam-kegunaan-rumput-laut-dan-olahannya>. Diunduh: 12 September 2016.
- Indirasardjana, P. 2014. 2020 Indonesia Dalam Bencana Krisis Minyak Nasional. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Ismail, A., W Hammami, F MENSU, L KTARI. Bioplastic from Agar: Hydrophilic and Thermo-Mecanical Properties dalam *Bull. Inst. Scien. Tech. Mer de Salammbu*, Vol 42, 2015.
- Kershaw, PJ. 2015. Biodegradable Plastics and marine Litter. Misconception, Concern and Impacts on Marine Enviroment. United Nations on enviroment Program (UNEP), Nairobi.
- Kraan, S. 2013. *Pigment and Minor Compounds In Algae*. Woodhead Publishing Limited. Ireland
- Krochta, J.M., and C. De Mulder-Johnston. 1997. Edible and biodegradable polymer BIOPLASTIKs : Challenges and Opportunities. *Food Technology*, 51 (2): 61-74.
- Mathew, Lini K. 2015. An Overview of Bioplastics dalam *Int.J.Curr.Res.Aca.Rev.* 2015; 3(9): 15-19
- Necas, J, L. Bartosikova. 2013. *Carrageenan: a review*. Artikel review. Faculty Of Medicine anf Dentistry, Palacky University, Olomouc, Czech Republic.
- Nykanen, VPS,O harkonen, A Nykanen, P Hiekkataipale, J Roukolainan, O Ikkala. An bioplastikficient and stable star-shaped plasticizer for starch: cyclic phosphazene with hydrogen bonding aminoethoxyethanol side chain in *Green Chem.* 2014 16. 4339-4350
- Prasetyowati, dkk. 2008. Pembuatan Tepung Karaginan dari Rumput laut *Eucheuma cottonii* Berdasarkan Perbedaan Metode Pengendapan. Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Purbasari, A., E F Ariani, R K Mediani. Bioplastik Dari Tepung dan Biji Nangka dalam *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik* Vol 1, No 1 (2014)
- Rinaudo, M. Biomaterials based on Natural Polysaccaride: Alginate dalam *TIP Rev. Esp. Cienc. Quim. Biol.* 17(1):92-96, 2014
- Sanyang, M. L. 2006. Bioplastikfect of glycerol and sorbitol plasticizers on physical and thermal properties of sugar palm starch based BIOPLASTIK. Malaysia.
- Setiani W., Tety Sudiarti, Iena Rahmidar. 2013. Preparasi dan Karakterisasi *BIOPLASTIK* Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal kimia Velensi* vol.3 (2): 100-109.
- Sudirman, A., M. Usman Ahmad, dan Nugraha Edhi Suyatma. 2012. Karakteristik *BIOPLASTIK* dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang. *Jurnal Keteknikan Pertanian* vo.26 (1).
- Vroman, I & L. Tighzert. Review: Biodegradable Polymers dalam *Materials* 2009, 2, 307-344
- Winarno, F.G. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta