

Biodegradability of Bioplastic Base of Caragenaan Extracted from Red Seaweed From Biak Island

Agnes Eri Maryuni & Septiani Mangiwa

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Cenderawasih

email: agnes.mipa.uncen@gmail.com

ABSTRACT

The aim of this research was to determine biodegradability of bioplastic making of Caragenaan. The carrageenan extracted from red seaweed from Biak island. Variables analyzed in this research were the water content, the weight decreasing, solubility in water and colour. Research showed that caragenaan bioplastic was soluble in water. It is very degradable in soil. In room temperature, bioplastic was relatively slow in degradation process.

Keywords: carrageenan, bioplastic, degradability

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 persisten 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 di atas, 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 PHA dan PLA (Mathew (2015), Vroman & Tighzert (2009), Bergius (2014), Purbasari dkk. (2014), Nykanen dkk. (2014).

Polylactic acid (PLA) merupakan poliester termoplastik yang dihasilkan dari polimerisasi D- dan L- asam laktat yang diperoleh dari fermentasi. Bioplastik yang terbuat dari PLA memiliki kemiripan sifat dengan polimer polietilen terbioplastikaltat turunan minyak bumi. Selain digunakan sebagai plastik, bioplastik turunan PLA juga diaplikasikan dalam bidang biomedis (Pei, dkk., 2011).

PHA (polihidroksialkanoat) dihasilkan dari aktivitas mikroba. Polimer yang berasal dari PHA mampu menggantikan berbagai jenis polimer sintetik yang digunakan dalam berbagai bidang, seperti kemasan, pertanian, makanan cepat saji, biomedis dan kesehatan

(Aveorus & Pollet, 2012). Pati merupakan biopolimer hidrokoloid yang paling berlimpah ketersediannya di alam. Pati dapat berasal dari kentang, jaging, gandum maupun beras. Polimer pati tersusun atas amilosa dan amilopektin. Pati cenderung bersifat tidak stabil. Ikatan glikosida antar monomer penyusun pati dapat putus pada suhu 150°C. Granula pati tergelatinasi pada suhu 130°C. Oleh karena itu, bioplastik yang berasal dari pati umumnya dibuat dalam bentuk komposit (Vroman & Tighzert, 2009). Pati biasanya digunakan untuk membuat plastik jenis termoplast. Pati dicampur dengan bahan pemlastis polioli, seperti gliserol. Interaksi antara pati dan pemlastis lemah pada konsentrasi pemlastis 10% atau kurang. Plastik bersifat *fragile* atau mudah pecah.

Marine polisakarida, seperti kitin dan kitosan, juga telah banyak diteliti sebagai bahan dasar pembuat bioplastik. Kitin adalah polimer dari N-asetilglukosamin dan N-glukosamin, sedangkan kitosan dihasilkan dari proses dealkilasi parsial kitin. Kitin dan kitosan bersifat tidak larut dalam banyak jenis pelarut, sehingga aplikasinya menjadi terbatas (Vroman & Tighzert, 2009).

Agar, alginat dan karaginan juga termasuk dalam *marine* polisakarida yang diekstrak dari rumput laut. Tidak banyak penelitian mengenai bioplastik yang menggunakan ketiga jenis polisakarida ini sebagai bahan dasar utama pembuatan bioplastik. Sebagian besar hanya menggunakannya sebagai aditif, terutama dalam pembuatan *edible film* (Pawignya dkk. (2015); Siah dkk (2015); Kianfar dkk. (2011); Rinaudo (2014); Ismail dkk. (2015).

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 Ruiter, 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.

Definisi "biodegradable" adalah "kemampuan terdekomposisinya suatu materi menjadi karbondioksida, metana, air, unsur anorganik dan biomassa". Mekanisme penguraian melibatkan kerja enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Proses degradasi dapat diukur melalui suatu uji standar yang dilakukan selama beberapa

waktu. Beberapa media berbeda (media cair, inert, atau kompos) untuk menganalisis biodegradabilitas. Kompostabilitas berkaitan dengan biodegradabilitas materi menggunakan media kompos. Produk akhir dari biodegradasi adalah CO₂, biomassa baru, dan air (dalam kondisi aerobik) atau metana (dalam kondisi anaerobik), seperti yang didefinisikan dalam European Standard EN 13432-2000. Tergantung apada standar yang digunakan (ASTM atau EN), kondisi pengomposan yang berbeda (kelembaban dan temperatur) sebaiknya digunakan untuk menentukan tingkat kompostabilitas. Beberapa parameter juga dapat digunakan untuk menganalisis biodegradabilitas, seperti bobot makromolekul, hidrofobisitas, dan kristalinitas atau ukuran kristal (Avérous and Pollet, 2012)

Telah dilakukan penelitian awal mengenai pembuatan bioplastik berbahan dasar karaginan dari rumput laut asal Biak. Konsentrasi karaginan berpengaruh terhadap sifat mekanik dan sifat fisik bioplastik. Variabel lanjutan yang perlu diteliti atas kualitas bioplastik yang dibentuk dengan bahan dasar karaginan adalah sifat biodegradabilitas yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan biodegradabilitas bioplastik yang dibuat dengan bahan dasar karaginan dari rumput laut merah asal Kabupaten Biak.

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.

Selanjutnya, 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-aduk 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 biodegradabilitas 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 biodegradabilitas bioplastik.

Karakterisasi Bioplastik

Setelah bioplastik diperoleh, selanjutnya bioplastik dikarakterisasi sifat – sifatnya untuk mengetahui kualitas dari bioplastik yang telah dihasilkan. karakterisasi sifat – sifat bioplastik ini meliputi:

- *Hidrofobitas*

Hidrofobitas berkaitan dengan kemampuan mengikat air. Meningkatnya kadar air menggambarkan semakin banyaknya air dari udara yang terikat pada materi. Kadar air bioplastik diukur sebelum dan selama penyimpanan pada suhu ruang (pada hari ke 0, 1, 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50)

- *Persen penurunan bobot*

Sampel bioplastik ditanam dalam tanah dengan kedalaman 50 cm. Pada hari ke 0, 1, 3, 5, 10, 20, 30, 40, dan 50, sampel diambil, dibersihkan dan diamati keadaan fisiknya (wujud dan warna). Setelah itu, sampel ditimbang. Persen penurunan bobot merupakan selisih bobot awal dan bobot akhir sampel dibagi 100 persen.

Sifat fisik

- *Uji kelarutan*

Pengujian kelarutan dalam air bertujuan untuk memperkirakan kestabilan bioplastik terhadap pengaruh air. Bioplastik dipotong dengan ukuran 2 x 2 cm sebanyak dua buah. Sampel kemudian dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam. kemudian sampel ditimbang untuk mengetahui berat awal untuk selanjutnya direndam dalam aquadest sebanyak 30 mL dan dibiarkan selama 24 jam pada suhu 25°C sambil digoyang perlahan secara periodik (Sanyang M.L., dkk, 2006).

- *Uji warna*

Warna bioplastik diamati pada hari ke - 0, 1, 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bioplastik dapat bermakna plastic yang berasal dari bahan alami maupun plastic yang memiliki sifat mudah terurai. Adanya tegangan geser, interaksi plastic dengan panas, cahaya, air, radiasi atau beban mekanik menyebabkan terjadinya perubahan pada komposisi kimia dan berat molekul. Pengujian kelarutan bioplastik dalam air bertujuan untuk memprediksi kestabilan bioplastik terhadap pengaruh air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioplastik dengan konsentrasi karaginan 0,6 dan 0,8% memiliki kelarutan yang besar dalam air. Semakin rendah konsentrasi karaginan yang

dipakai dalam penelitian ini, maka semakin tinggi konsentrasi sorbitol yang digunakan. Digunakan. Sorbitol bersifat hidrofilik menyebabkan bioplastik lebih mudah larut dalam air. Berbeda dengan bioplastik dengan konsentrasi 1 dan 1,2% yang memiliki kelarutan tidak sebesar dua konsentrasi sebelumnya. Kenaikan konsentrasi karaginan pada bioplastik menyebabkan perbandingan rasio yang besar antara biopolymer penyusun dengan sorbitol sebagai plastisizer pada larutan pembentuk bioplastik. Dengan demikian gugus hidrofilik dalam bioplastik berkurang dan menurunkan kelarutan bioplastik dalam air. Hal ini sejalan dengan Bourtoom (2007) bahwa jenis dan konsentrasi plastisizer memberikan pengaruh terhadap kelarutan bioplastik.

Sangat mudah larutnya bioplastik karaginan dalam air, mempengaruhi kemudahannya bioplastik dalam tanah yang pasti mengandung air. Bioplastik ditanam dalam tanah dengan ukuran tertentu dan bobot yang telah ditimbang ditanam dalam tanah dengan kedalaman lebih kurang 20 cm.

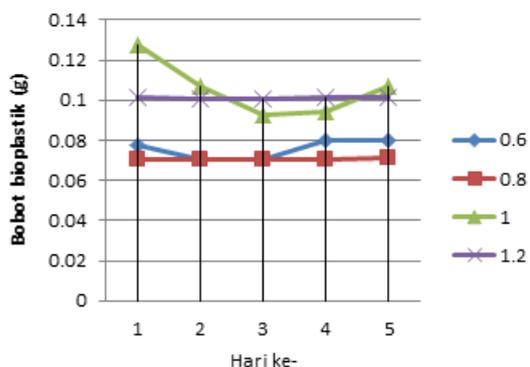


Gambar 1 Penguraian bioplastik dalam tanah

Pengamatan dilakukan 24 jam setelah penanaman. Observasi menunjukkan bahwa setelah 24 jam, bioplastik sudah habis, tidak bersisa, sehingga tidak dapat dilakukan pengamatan selanjutnya untuk pengamatan perubahan bobot bioplastik. Hal ini menunjukkan bahwa bioplastik berbahan dasar karaginan sangat mudah terdegradasi. Selain dipengaruhi kadar air tanah yang tinggi, tanah juga merupakan sumber mikroorganisme pengurai.

Pada bioplastik yang disimpan dalam ruangan, bioplastik relative bertahan lebih

lama. Perubahan bobot terjadi selama penyimpanan, akan tetapi relative kecil.



Gambar 2 Grafik penurunan bobot bioplastik terhadap waktu penyimpanan

SIMPULAN

Bioplastik karaginan bersifat tidak stabil dalam lingkungan berair. Bioplastik sangat mudah terdegradasi di dalam tanah. Dalam suhu ruang, bioplastik terdegradasi secara lambat, ditunjukkan oleh penurunan bobot bioplastik yang relative kecil selama penyimpanan. Selanjutnya perlu dilakukan penelitian mengenai bahan alam Papua yang dapat ditambahkan untuk menurunkan kelarutan bioplastik dalam air dan meningkatkan umur simpan.

DAFTAR PUSTAKA

Allanmendah. 2014. Jenis dan Manfaat Rumput Laut di Indonesia. <http://alamendah.org/2014/jenis-dan-manfaat-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.

diakses dari <https://www.scientificamerican.com/article/strong-clear-bioplastic-containers-could-be-made-from-rice/> diakses pada 23 Maret 2017

Avérous, L. and E. Pollet (eds.), Environmental Silicate Nano-Biocomposites, Green Energy and Technology, DOI: 10.1007/978-1-4471-4108-2_2, Springer-Verlag London 2012

Bergius, W. S. 2014. Clear Bioplastic Containers Could Be Made from Rice dalam *Chemistry World* 30 Juli 2014

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 *EF. 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, P.J. 2015. Biodegradable Plastics and marine Litter. Misconception, Concern and Impacts on Marine Environment. United Nations on environment 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 EFs : 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 and Dentistry, Palacky University, Olomouc, Czech Republic.
- Nykanen, VPS, O harkonen, A Nykanen, P Hiekkataipale, J Roukolainan, O Ikkala. An efficient 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 *Euचेuma 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 Polysaccharide: Alginate dalam *TIP Rev. Esp. Cienc. Quim. Biol.* 17(1):92-96, 2014
- Sanyang, M. L. 2006. Effect of glycerol and sorbitol plasticizers on physical and thermal properties of sugar palm starch based EF. Malaysia.
- Setiani W., Tety Sudiarti, Iena Rahmidar. 2013. Preparasi dan Karakterisasi EF Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal kimia Velensi* vol.3 (2): 100-109.
- Sudirman, A., M. Usman Ahmad, dan Nugraha Edhi Suyatma. 2012. Karakteristik EF dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang. *Jurnal Keteknik 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