



SINTESIS BIOPLASTIK DARI RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* DI KOTA KUPANG

Nuridin, W.N^{1,3}, Sari, K², dan Mahmud, N.R.A^{1*}

¹ Institusi (Fakultas Perikanan / Universitas Muhammadiyah Kupang), Jl. HK.Ahmad Dahlan No.17 Kota Kupang, Kode Pos 85111, Indonesia.

*Email: wiwinnuridin29@gmail.com

² Institusi (Fakultas Perikanan / Universitas Muhammadiyah Kupang), Jl. HK.Ahmad Dahlan No.17 Kota Kupang, Kode Pos 85111, Indonesia.

Email: kumalasari022@gmail.com

³ Institusi (Fakultas Perikanan / Universitas Muhammadiyah Kupang), Jl. HK.Ahmad Dahlan No.17 Kota Kupang, Kode Pos 85111, Indonesia.

Email: nuradawiyah836@gmail.com

ABSTRAK - Penggunaan plastik sintetik yang berasal dari pemrosesan minyak bumi yang meningkat menimbulkan pencemaran pada lingkungan. Oleh karenanya dibutuhkan alternatif plastik yang dapat terurai secara alami (*plastik biodegradabel*) seperti yang berasal dari rumput laut *Eucheuma cottonii*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat bioplastik dari ekstrak rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan penambahan kitosan dan mengetahui karakteristik bioplastik yang meliputi uji biodegradable dan uji kelarutan. Metode yang digunakan adalah experimental lab. Ekstraksi menggunakan perlakuan dengan larutan KOH 0,6%, proses ekstraksi menghasilkan gel karagenan yang digunakan sebagai bahan pembuatan bioplastik. Pembuatan bioplastik dibuat menjadi 3 varian menggunakan campuran kitosan 0,5gr, natrium benzoat 0,5gr, dan gliserol 4 tetes. Hasil dari pembuatan bioplastik menunjukkan tekstur, warna, dan kelenturan dari masing-masing bioplastik berbeda-beda. Hasil penelitian karakteristik menunjukkan bahwa bioplastik akan terdegradasi atau terurai dalam waktu 2 hari sedangkan bioplastik akan membutuhkan waktu 2 sampai 4 jam untuk terlarut

Kata kunci: *Eucheuma cottonii*, Sintesis Bioplastik, Kupang.

PENDAHULUAN

Plastik adalah salah satu bahan yang paling sering dibutuhkan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari, sebagian besar plastik yang digunakan saat ini berasal dari bahan dasar turunan minyak bumi. Plastik dari petrokimia banyak digunakan karena mempunyai beberapa keunggulan, yaitu: kuat, tidak mudah pecah, fleksibel mudah mengikuti bentuk, dan dapat dikombinasi dengan bahan lain. Namun kelemahan plastik petrokimia

adalah sifatnya tidak dapat terurai secara alami (non *biodegradable*). Oleh karena itu limbah plastik ini semakin lama semakin menumpuk banyak, mengakibatkan pencemaran lingkungan yang besar (Darni dan Utami 2010). Upaya untuk mengurangi populasi limbah plastik ini maka perlu dilakukan pembuatan plastik yang dapat terurai secara alami (*biodegradabel*) dengan menggunakan polimer alami yang dimana salah satunya adalah rumput laut.



Rumput laut bersifat renewable, mudah dibudidayakan, mengandung polimer yang tersusun dari sakarida (gula), sehingga berpotensi dikembangkan sebagai bahan pembuat bioplastik. *Euchema cottonii/Kappaphycus alvarezii* merupakan komoditas unggulan penghasil karagenan yang telah dimanfaatkan dalam industri kertas, tekstil, fotografi, pengalengan ikan dan pasta. Karagenan merupakan kelompok polisakarida galaktosa yang diekstraksi dari beberapa spesies rumput laut merah (Prasetyowati dkk., 2008).

Komoditi rumput laut ini sudah banyak dibudidayakan oleh masyarakat lokal di Nusa Tenggara Timur, jenis rumput laut yang dibudidayakan oleh masyarakat Tablolong adalah *Euchema cottonii/Kappaphycus alvarezii* jenis ini banyak dibudidayakan karena teknologinya mudah, harga relatif murah serta metode pasca panen tidak terlalu sulit dan cepat.

Ekstraksi dari rumput laut hijau *Euchema cottonii* dapat menghasilkan karagenan yang bisa dijadikan sebagai bahan pembuatan *plastik biodegradabel*. Secara kimia rumput laut memiliki kandungan vitamin, asam amino, dan mineral dalam rumput laut dapat mencapai sepuluh kali lipat dibandingkan dengan tanaman dara (Rani dan Kalsum 2016). Penelitian. Pemanfaatan rumput laut menjadi *plastik biodegradabel*, merupakan salah satu upaya

meningkatkan nilai ekonomis rumput laut khususnya pembudidaya rumput laut masyarakat Tablolong, dan juga dapat menjadi bahan alternatif pembuatan plastik ramah lingkungan (*plastik biodegradable*).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan dari bulan Maret sampai dengan Mei 2022. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Laboratorium Biologi Universitas Muhammadiyah Kupang, dengan pengambilan sampel Rumput Laut *Euchema cottonii* akan dilakukan di Desa Tablolong, Kabupaten Kupang.

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah beaker glass, saringan kain, pengaduk kaca, cetakan, gelas ukur, termometer, timbangan digital, oven suhu, kompor listrik, kamera digital, dan panci. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut kering 30gr, aquadest, asam asetat 1 %, kitosan, gliserol, KOH 0,6%, natrium benzoat, dan sorbitol. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Prosedur atau tahapan-tahapan yang dilakukan dalam kegiatan penelitian ini adalah preparasi rumput laut dimana rumput laut yang sudah diambil kemudian di keringkan selama 2 hari, Pembuatan Ekstrak Rumput Laut (ERL) rumput laut dimasak dengan suhu 60°C selama 1 jam ulangi 2 kali kemudian diambil dan di saring untuk mendapatkan ekstrak rumput



laut, pembuatan bioplastik Bioplastik ERL, sebanyak 100 ml ekstrak rumput laut di tambahkan dengan 6 tetes gliserol dan 6 tetes sorbitol, Bioplastik ERL ditambahkan Kitosan, Sebanyak 50 ml ekstrak rumput dengan 0,5 gr kitosan yang dilarutkan ke dalam 25 ml asam asetat 1% kemudian ditambahkan dengan 4 tetes gliserol, Bioplastik ERL ditambahkan Natrium Benzoat, 50 ml ekstrak rumput laut dicampur dengan 0,5 gr Natrium Benzoat kemudian ditambahkan dengan 4 tetes gliserol dan 4 tetes sorbitol.

Proses Pencetakan Bioplastik, Sampel yang sudah dibuat lalu dituang ke dalam cetakan kaca untuk dicetak menjadi bioplastik, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 24 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

*Sintesis Bioplastik dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii**

Hasil penelitian menunjukkan proses pembuatan bioplastik dari rumput laut *Eucheuma cottonii* yang ditambahkan dengan kitosan sebagai pengawet alami dari sisik ikan karena memiliki sifat tidak beracun dan mudah mengalami biodegradasi, natrium benzoat sebagai pengawet buatan karena natrium benzoat dapat menghambat pertumbuhan bakteri, jamur, dan mikroba lain, sorbitol dan gliserol sebagai pemlastis.

Pembuatan Bioplastik *Eucheuma cottonii*

Proses pembuatan rumput laut dalam penelitian ini dimulai dari preparasi rumput laut dimana sampel rumput laut *Eucheuma cottonii* dicuci bersih untuk menghilangkan kotorannya lalu dikeringkan secara manual selama 2 hari dibawah terik matahari untuk menghilangkan kadar air laut yang ada di dalamnya.

Sampel rumput laut yang sudah kering kemudian ditimbang sebanyak 30gr ditambahkan 800ml air dan di masak dalam suhu air 60°C dengan campuran KOH 0,6% dimana penambahan KOH dimaksudkan untuk melunakan dinding sel terluar dari rumput laut agar lebih mudah proses ekstraksinya hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH selama ekstraksi berlangsung menyebabkan pHnya semakin tinggi sehingga kemampuan KOH dalam mengekstrak rumput laut *Eucheuma cottonii* juga semakin besar dan kadar airnya menjadi berkurang (Wulan Wibisoni dan Tri Hendrawati, 2015). Hal ini disebabkan karena kappa karagenan sensitif terhadap ion K⁺ yang mampu meningkatkan kekuatan ionik dalam rantai polimer karagenan sehingga gaya antar molekul terlarut semakin besar yang menyebabkan keseimbangan antara ion-ion yang larut dengan ion-ion yang terikat di dalam struktur karagenan dapat membentuk gel (Hakim dkk., 2011).

Wadah yang berisi sampel ditutup menggunakan aluminium foil perebusan sampel



memakan waktu hingga 1 jam. Setelah dipanaskan selama 1 jam sampel kemudian dikeluarkan dan dicuci bersih untuk menetralkan kadar KOH di dalamnya, dimana kenetralan sampel diukur menggunakan kertas pH indikator.

Setelah sampel dinyatakan netral dari kadar keasamannya maka selanjutnya sampel dimasukan kembali ke dalam wadah yang berisi aquades untuk dipanaskan kembali dengan suhu air 90°C selama 1 jam perebusan ini dimaksudkan agar dinding-dinding sel yang ada pada rumput laut dapat hancur untuk memudahkan proses ekstraksi rumput laut. Setelah 1 jam dipanaskan sampel kemudian diangkat dan disaring untuk memisahkan sampel dengan airnya kemudian sampel tersebut dimasukan kedalam saringan kain untuk dilakukan pengepresan sampel dimana proses ini ditujukan untuk mendapatkan gel dari rumput laut tersebut. Tidak habis disini gel rumput laut yang didapatkan dari hasil pengepresan rumput laut kemudian dibekukan dalam freezer selama 1 hari proses ini dilakukan untuk memisahkan kadar air yang masih tersisa dalam ekstrak rumput laut. Setelah 1 hari dibekukan maka hasil yang didapat kandungan air yang masih tersisa dalam ekstrak rumput laut akan membeku di atas wadah dan ekstrak rumput laut yang sebenarnya atau karagenan akan mengendap didasar wadah.

Setelah didapatkan hasil berupa ekstrak rumput laut, maka dilakukan uji pembuatan bioplastik dengan campuran ekstrak rumput laut dan dilakukan dengan tiga varian yaitu :

1. Ekstrak rumput laut dengan tambahan pemlastisnya yaitu gliserol dan sorbitol. Hasil penelitian terdahulu menyatakan bahwa hampir secara keseluruhan kuat tarik bioplastik mengalami penurunan rata-rata terhadap konsentrasi gliserol yang semakin tinggi. Hal ini dikarenakan sifat gliserol yang mampu menurunkan gaya intermolekular sepanjang rantai polimer sehingga menyebabkan polimer lebih elastis dan menurunkan kuat tarik bahan tersebut sehingga kuat tarik pada bioplastik akan menurun secara kontinu dengan peningkatan kandungan plasticizer (Verraprinita dkk., 2017).
2. Ekstrak rumput laut dengan tambahan gliserol dan pengawet alami dimana pengawet alami yang digunakan berasal dari sisik ikan konsentrasi kitosan terlarut mempengaruhi banyaknya interaksi hidrogen baik intermolekuler maupun intramolekuler dalam kitosan. Selain itu, kitosan memiliki struktur rantai polimer yang linier, di mana struktur rantai linier cenderung membentuk fasa kristalin karena mampu menyusun molekul polimer yang teratur. Fasa kristalin dapat memberikan kekuatan, kekakuan, dan kekerasan namun juga menyebabkan film



bioplastik menjadi lebih getas sehingga mudah putus atau patah.

3. Ekstrak rumput laut dengan tambahan gliserol dan pengawet bukannya disini memakai pengawet buatan natrium benzoat yang diperbolehkan oleh BPOM (badan pengawas obat dan makanan).

Selanjutnya dilakukan pencetakan dari 3 campuran varian ini dimana sampel yang sudah dibuat kemudian dituang kedalam cetakan dan

dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C selama 24 jam, setelah 24 jam didapatkan hasil berupa film bioplastik. Bioplastik yang kemudian diamati dari sifat fisiknya yaitu warna, tekstur, dan kelenturan dimana ketiganya memiliki sifat yang berbeda-beda dimana dari ketiga bioplastik memiliki kekurangan dan keunggulan masing-masing seperti yang akan diuraikan pada tabel 1.

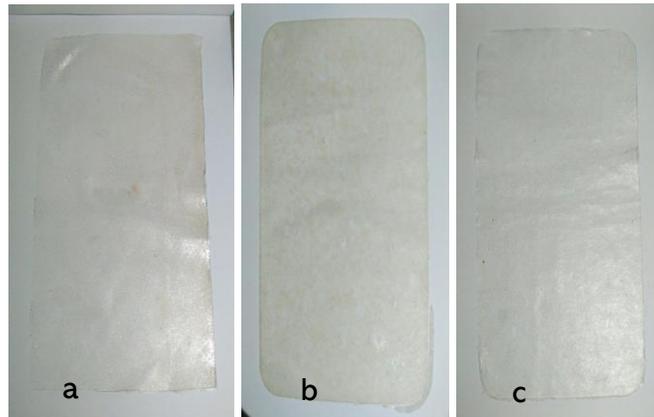
Tabel 1 Data Karakteristik Sampel

No.	Jenis Campuran Sampel	Warna	Tekstur	Kelenturan	Uji kelarutan dalam air			Uji Biodegradasi
					T. 80°C	T. 30°C	T. 15°C	
1.	Bioplastik ERL	Bening sedikit kekuningan (transparan)	Halus sedikit kasar	Lentur	Langsung terlarut	Larut dalam waktu 4 jam	Mudah larut dalam waktu 4 jam	Dalam jangka waktu 2 hari dapat terurai secara penuh.
2.	Bioplastik ERL dengan tambahan kitosan	Kuning bercak.	Tidak halus, terdapat sedikit gelembung udara akibat pengadukan	Lentur, sedikit kaku	Sedikit lebih lama terlarut, mencapai 2 - 3 hari.	Sedikit lebih lama terlarut, mencapai 2 - 3 hari.	Sedikit lebih lama terlarut, mencapai 2 - 3 hari.	Dalam jangka waktu 2 hari hanya dapat terurai setengah bagian.



No.	Jenis Campuran Sampel	Warna	Tekstur	Kelenturan	Uji kelarutan dalam air			Uji Biodegradasi
					T. 80°C	T. 30°C	T. 15°C	
3.	Bioplastik ERL dengan tambahan natrium benzoat	Bening transparan	Halus	Lentur	Mudah larut, dan langsung terurai.	Mudah larut dan terurai dalam waktu 2 jam	Mudah larut dan terurai dalam waktu 2 jam	Terurai secara penuh dalam jangka waktu : hari.

Berdasarkan hasil pembuatan sistesis bioplastik dapat dilihat melalui gambar berikut.



Gambar 1. Sintesis Bioplastik (a). Bioplastik ERL, (b). Bioplastik ERL dengan tambahan kitosan, (c). Bioplastik ERL dengan tambahan natrium benzoat.

Karakteristik bioplastik

Pada penelitian ini karakteristik bioplastik diuji menggunakan karakteristik fisika yang meliputi uji biodegradabilitas dan uji kelarutan dalam air.

Uji biodegradabilitas

Berdasarkan hasil pengamatan uji biodegradabilitas dari sintesis bioplastik rumput laut *Eucheuma cottonii* dapat dilihat melalui tampilan gambar 2.



Gambar 2. Uji Biodegradabilitas (a) bioplastik ERL, (b) bioplastik ERL dan kitosan, (c) bioplastik ERL dan natrium benzoat

Hasil sintesis bioplastik dari rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan penambahan kitosan dan pemlastis gliserol kemudian diuji dengan metode *soil burial test* untuk mengetahui lama terdegradasinya. Biodegradasi adalah penyederhanaan sebagian atau penghancuran seluruh bagian struktur molekul senyawa oleh reaksi-reaksi fisiologis yang dikatalisis oleh mikroorganisme (Madsen, 1997 dalam Ummah (2012)). Metode yang digunakan adalah metode *soil burial test* (Subowo dan Puji Astuti, 2003 dalam Ummah (2012)) yaitu dengan metode penanaman sampel dalam tanah. Sampel berupa bioplastik berukuran 5 cm dengan 3 variasi campuran yaitu ekstrak rumput laut dengan tambahan gliserol dan sorbitol, ekstrak rumput laut dengan tambahan kitosan gliserol dan sorbitol, ekstrak rumput laut dengan tambahan natrium benzoat gliserol dan sorbitol. Dua campuran tanpa kitosan ini ditanamkan

pada tanah yang ditempatkan dalam pot dan diamati perhari terdegradasi secara sempurna sedangkan yang ada campuran kitosannya terdegradasi setengah bagian. Proses degradasi bioplastik dalam tanah dianalisis melalui pengamatan secara visual.

Hasil dari uji degradasi bioplastik rumput laut mengalami tingkat degradasi secara sempurna. Dari hasil degradasi tersebut dapat dilihat bahwa hasil sintesis bioplastik telah terurai semua dalam waktu 2 hari. Hasil dari penelitian (Gracia Putri, 2019) menyatakan bahwa hasil dari uji degradasi bioplastik biji alpukat mengalami tingkat degradasi sebanyak 53,54%, dari hasil degradasi tersebut dapat dilihat bahwa sistesis bioplastik telah terurai lebih dari setengahnya hanya dalam waktu 14 hari.

Pengujian biodegradabilitas dilakukan dengan merendam sampel bioplastik dalam



Effective Microorganism 4 (EM4) di dalam cawan petri. Bakteri EM4 yang digunakan adalah bakteri yang digunakan untuk fermentasi bahan organik tanah. EM4 mengandung bakteri fermentasi, dari genus *Lactobacillus*, jamur fermentasi, actinomycetes bakteri fotosintetik, bakteri pelarut fosfat, dan ragi. Hasil uji biodegradabilitas menunjukkan bioplastik kitosan-pati ganyong dapat terdegradasi sempurna dalam waktu 5 hari sedangkan bioplastik komersil dapat terdegradasi sempurna dalam waktu lebih dari 30 hari. Hal ini menunjukkan bahwa bioplastik kitosan-pati ganyong dapat terdegradasi lebih cepat dibandingkan bioplastik komersil (Agung Nugroho., dkk 2017).

Uji Kelarutan

Uji kelarutan terhadap air dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer dan memperkirakan kestabilan bioplastik terhadap pengaruh air. Proses

terdifusinya molekul pelarut kedalam polimer akan menghasilkan gel yang mengembang. Sifat kelarutan bioplastik terhadap air ditentukan dengan uji kelarutan dalam air, yaitu persentase pengembangan film oleh adanya air (Ummah, 2013).

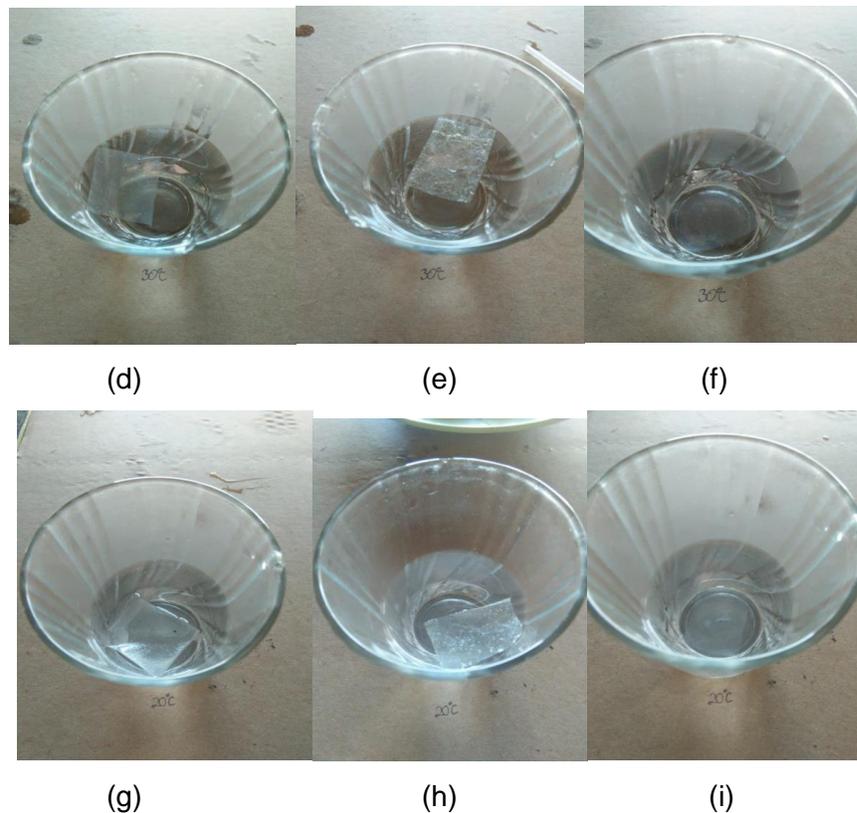
Bahan pendukung yang digunakan pada penelitian ini yaitu kitosan yang merupakan salah satu campuran dari bioplastik yang menyebabkan bioplastik tersebut memiliki ketahanan terhadap air hal ini dikarenakan kitosan merupakan senyawa yang bersifat hidrofobik. Pada penelitian ini bioplastik yang memiliki campuran kitosan akan membutuhkan waktu lama untuk terlarut atau terurai dalam air dengan suhu 80°C, 30°C dan 15°C, hal ini dikarenakan kitosan merupakan senyawa yang bersifat hidrofobik. Sebaliknya pada kedua varian yang tanpa campuran kitosan butuh waktu yang sedikit lebih cepat untuk terlarut atau terurai dalam air. Berdasarkan hasil uji kelarutan bioplastik dapat dilihat melalui gambar 3 berikut.



(a)

(b)

(c)



Gambar 5. Uji Kelarutan (a) bioplastik ERL, (b) bioplastik ERL dan kitosan, (c) bioplastik ERL dan natrium benzoat yang dilarutkan kedalam air panas dengan suhu 80°C, (d) bioplastik ERL, (e) bioplastik ERL dan kitosan, (f) bioplastik ERL dan natrium benzoat yang dilarutkan kedalam air biasa dengan suhu ruangan 30°C, (g) bioplastik ERL, (h) bioplastik ERL dan kitosan, (i) bioplastik ERL dan natrium benzoat yang dilarutkan kedalam air dingin dengan suhu 20°C.

Uji kelarutan dilakukan dengan cara menimbang terlebih dahulu berat bioplastik kering kemudian merendamnya dalam akuades selama 24 jam sambil diaduk secara periodik. Setelah 24 jam bioplastik diambil dan dikeringkan pada suhu kamar kemudian ditimbang lagi hasil uji kelarutan tersebut, dapat dilihat bahwa bioplastik terbaik adalah yang memiliki perbandingan kitosan : pati ganyong = 10:0. Tingkat kelarutan bioplastik kitosan : pati

ganyong tersebut ternyata masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan bioplastik komersil. (Agung Nugroho., dkk 2017).

Kelarutan dalam air sangat dipengaruhi oleh waktu pengadukan, dengan presentasi kelarutan dalam air persamaan linier. Waktu pengadukan bioplastik memberi pengaruh bahwa semakin tinggi waktu pengadukan maka kelarutan dalam air yang meningkat dengan nilai terbaik pada 22 menit. Hasil penelitian (Suci



Rahmawati, dkk., (2013)) juga menunjukkan bahwa semakin tinggi waktu pengadukan maka presentasi kelarutan dalam air semakin tinggi.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan bioplastik dan dilakukan uji karakteristik yaitu :

1. Rumput laut *Eucheuma cottonii* sebagai bahan pembuatan bioplastik dengan tiga campuran varian, bioplastik ERL, bioplastik ERL dengan tambahan kitosan sebagai pengawet alami dan bioplastik ERL dengan tambahan natrium benzoat sebagai pengawet buatan.
2. Berdasarkan karakteristik sampel telah dilakukan uji biodegradabilitas dan uji kelarutan, hasil dari uji biodegradabilitas menunjukkan bahwa plastik dapat terurai secara sempurna dalam waktu dua hari.
3. Uji kelarutan menunjukkan bioplastik yang memiliki campuran kitosan akan butuh waktu untuk terurai dikarenakan kitosan memiliki sifat hidrofobik (tahan terhadap air) sedangkan yang tidak memiliki campuran kitosan akan mudah terlarut dengan suhu berapapun.

Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan tentang uji karakteristik bioplastik meliputi uji ketebalan film, uji kuat tarik, dan karakteristik untuk

mengetahui gugus fungsi pada bioplastik yang disintesis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anes A, Aprilia IS, Harianingsih. 2017. Optimasi Pembuatan Karagenan Dari Rumput Laut Aplikasinya Untuk Perenyah Biskuit. Jurnal Fakultas Teknik UMW.
- Anggadiredja TJ, Zalnika A, Purwoto H, Istini S. 2011. Rumput Laut. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Anonim. 2022. Gulma Laut. www.id.wikipedia.org/wiki/Gulmalaut. Diakses tanggal 15 Juni 2022
- Anonim. 2015. Rumput Laut Desa Tablolong Yang Mendunia. www.turissendal jepit.com. Diakses tanggal 21 Februari 2022
- Atmadja WS, Kadi A, Sulistijo, Rachmaniar. 1996. Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia. Jakarta : Puslitbang Oseanologi-LIPI.
- Antuni W, Erfan P. 2007. "Pengaruh Konsentrasi Kitosan Dari Cangkang Udang Terhadap Penjerapan Logam Berat".
- Coniwanti P, Laila L, Alfira MR. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol. Jurnal Teknik Kimia UNSRI.
- Darni Y, Utami H. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobitas Bioplastik dari Pati Sorgum. Rekayasa Kimia Dan Lingkungan.
- Elin T, Dewid A, Abdullah S. 2013. "Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Kepiting Sebagai Bahan Pengawet Buah Duku Dengan Variasi Lama Pengawetan".



- Ghufran, Kordi. 2010. A to Z Budi Daya Bioata Akuatik untuk Pangan, Kosmetik, dan Obat-Obatan. Yogyakarta: Andi.
- Hakim AR. 2011, Pengaruh Perbandingan Air Pengekstrak, Suhu Presipitasi, Dan Konsentrasi Kalium Klorida (KCL) Terhadap Mutu Karaginan, Jurnal Pasca Panen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan.
- Julianti E, Nurminah M. 2006. Buku Ajar Teknologi Pengemasan. Medan: Universitas Sumatera Utara – Press.
- Marbun ES. 2012. Sintetis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa [Skripsi]. Depok: Universitas Indonesia.
- Nurul Q, Nursaid. 2020. “Sosialisasi Pengurangan Bahan Plastik Di Masyarakat”. Jurnal Pengabdian Masyarakat. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Prasetyaningrum A, Rokhati N, Purwintarsi S. 2007. “Optimasi Derajat Deasetilasi Pada Proses Pembuatan Chitosan Dan Pengaruhnya Sebagai Pengawet Pangan”. Riptek, Vol.1
- Prasetyowati, Corrine J, Devy A. 2008. Pembuatan Tepung Karagenan dari Rumput Laut (*Euchemma cottonii*) Berdasarkan Perbedaan Metode Pengendapan. Jurnal Teknik Kimia.
- Rahayu LH, Purnavita. 2007. “Optimasi Pembuatan Kitosan dari Kitin Limbah Cangkang Rajungan (*Postunus pelagicus*) Untuk Adsorben Ion Logam Merkuri”. Reaktor, Vol.11
- Rani H, Kalsum N. 2016. Kajian Proses Pembuatan Edible Film dari Rumput Laut *Gracillaria* sp . dengan Penambahan Gliserol. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian. Politeknik Negeri Lampung 08 September 2016.
- Roestiyah. 2001. Strategi Belajar Mengajar. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sriwahyuni. 2017. Pembuatan Bioplastik dari Kitosan dan Pati Jagung dengan Menggunakan Glutaraldehid sebagai Pengikat Silang. (Skripsi) Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Stevens MP. 2001. Kimia Polimer. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Suci RD, dkk. 2013. Pembuatan dan Karakterisasi Kelarutan dalam Air dan Biodegradabilitas Bioplastik dari Campuran Dedak PadiJagung. Jurnal Fakultas Teknik UMJ.
- Ummah N. 2013. Uji Ketahanan Biodegradable Plastic Berbasis Tepung Biji Durian (*Durian zibethinus* murr) Terhadap Air Dan Pengukuran Densitasnya (Universitas Negeri Semarang).
- Verraprinita A., dkk. 2017. Aplikasi Rumput Laut *Euchemma cottonii* Pada Sintesis Bioplastik Berbasis Sorgum dan Plasticizer Gliserol. Jurnal Teknik Kimia Universitas Lampung.
- Wulan W, Tri YH. 2015. Pengaruh Konsentrasi KOH Pada Ekstraksi Rumput Laut *Euchemma cottonii* dalam Pembuatan Karagenan. Jurnal Fakultas Teknik UMJ.
- Yusmarlela. 2009. Studi Pemanfaatan Plasticizer Gliserol dalam Film Pati Ubi dengan Pengisi Serbuk Batang Ubi Kayu. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Yustinah, Sri N, Ummul HH, Syamsudin A. 2019. Pengaruh Penambahan Kitosan Dalam



Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Rumput Laut *Gracilaria* sp dengan Pemplastik Sorbitol. Jurnal Teknik Kimia UMJ.

