

## Aplikasi Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Pada Sintesis Bioplastik Berbasis Sorgum Dengan Plasticizer Gliserol

(*Application Eucheuma Cottonii in Bioplastics Synthesis Based On Sorghum with Plasticizers Glycerol*)

Verraprinita Arizal.<sup>1\*</sup>, Yuli Darni<sup>2</sup>, Edwin Azwar<sup>3</sup>, Lia Lismeri<sup>4</sup>, Herti Utami<sup>5</sup>  
<sup>12345</sup>Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung, Bandar Lampung  
\*E-mail: [verraprinita@gmail.com](mailto:verraprinita@gmail.com)

### ABSTRAK

Pembuatan bioplastik dari pati sorgum, filler serbuk batang sorgum, serat *Eucheuma cottonii* dan *plasticizer* gliserol telah dilakukan. Penelitian ini mengkaji pengaruh penambahan *filler* serbuk batang sorgum dan konsentrasi *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik fisik dan mekanik bioplastik. Variabel yang diteliti adalah penambahan jumlah filler 0,25 gr, 0,5 gr, dan 1 gram, konsentrasi gliserol 10%, 11%, 13%, dan 15% berat dari berat total campuran, dengan rasio berat pati dan serat *eucheuma cottonii* 7,5:2,5 (gr/gr). Partikel pati sorgum, selulosa, dan filler berukuran lolos ayakan 63 µm. Proses pembuatan bioplastik dilakukan pada pengadukan selama 35 menit dengan suhu gelatinisasi 95°C. Hasilnya dikeringkan di dalam oven bersuhu 60°C selama 8 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik bioplastik terbaik diperoleh pada variasi jumlah filler 0,25 gram dan konsentrasi gliserol 10%. Bioplastik ini memiliki kuat tarik 25,523 MPa, perpanjangan 10,687%, Modulus Young 238,816 MPa, densitas 0,535 gr/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air yaitu 23,809%. Dengan demikian nilai kuat tarik, perpanjangan dan *modulus young* ini sudah menyamai HDPE sebagai plastik komersial.

Kata kunci :bioplastik, *filler* serbuk batang sorgum, pati sorgum, plasticizer gliserol, serat *eucheuma cottonii*

### ABSTRACT

*Manufacturing of bioplastic from sorghum starch, sorghum powder filler rod, fiber Eucheumma cottonii and plasticizers glycerol have been done. This research determines the effect of powder filler rod and plasticizers glycerol concentration to its physical characteristics and mechanics bioplastics. The analyzed variables are powder filler rod 0,25 gr, 0,5 gr, and 1 gr, plasticizers glycerol varies from; 10%, 11%, 13% and 15% (w/w), with ratio of starch and cellulose eucheumma cottonii at 7,5: 2,5 (gr/gr). Size of particles sorghum starch, cellulose, and powder filler rod size passed the sieve tray are 63µm. The manufacturing of bioplastic synthetic is carried by stirring for 35 minutes with gelatinization temperature 95°C. The product was dried in oven at 60°C for 8 hours. The result show the best bioplastics characteristic was obtained on concentration of powder filler rod 0,25 gr and plasticizers glycerol concentration 10%. These bioplastic have tensile strength of 25,523 MPa, elongation of 10,687%, Modulus Young's of 238,816 MPa, density of 0,535 gr/cm<sup>3</sup> and water uptake 23,809%. The value of tensile strength, elongation, and modulus young have been similar to HDPE as commercial plastic.*

*Keywords: Bioplastics, sorghum powder filler rod, sorghum starch, plasticizers glycerol, fiber Eucheuma cottonii.*

### Pendahuluan

Semakin majunya teknologi dan industri akan diikuti dengan semakin meningkatnya konsumsi masyarakat pada kemasan berbahan plastik. Plastik konvensional yang saat ini beredar dipasaran salah satunya adalah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) terbuat dari minyak bumi berasal dari bahan bakar fosil yang terbatas jumlahnya dan tidak dapat diperbaharui. Plastik merupakan salah satu polimer sintesis yang banyak digunakan karena memiliki sifat yang stabil, tahan air, ringan, transparan, fleksibel, dan kuat, namun sulit diuraikan oleh mikroorganisme dan membutuhkan waktu yang sangat lama agar

terurai sempurna. Hal inilah yang menyebabkan sampah plastik semakin menumpuk dan menyebabkan pencemaran dan kerusakan lingkungan.

Kekhawatiran terhadap sumber daya yang tidak dapat diperbaharui dan terbatas jumlahnya menyebabkan pemanfaatan sumber daya alam terbarukan dan mudah terurai (*biodegradable*) sebagai bahan baku pembuatan bioplastik menjadi alternatif yang baik.

Bioplastik adalah plastik atau polimer yang secara alamiah dapat dengan mudah terdegradasi baik oleh mikroorganisme maupun oleh cuaca (kelembaban dan radiasi sinar matahari). Bioplastik terbuat dari sumber biomassa yang dapat

diperbarui seperti pati, minyak nabati, amilum jagung, dan mikrobiota. Bahan yang dapat diperbarui ini memiliki *biodegradability* yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan bioplastik.

Pati adalah polisakarida yang dibangun dari glukosa, dan terdiri atas amilosa dan amilopektin. Pati merupakan bahan utama pada berbagai sistem pengolahan pangan, antara lain sebagai sumber energi utama, serta berperan sebagai penentu struktur, tekstur, konsistensi, dan penampakan bahan pangan. Pati dapat diperoleh dari biji-bijian, umbi-umbian, sayuran, batang, maupun buah-buahan. Sumber alami pati antara lain adalah jagung, kentang, ubi jalar, sagu, ubi kayu, dan sorgum [5].

Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan salah satu jenis tanaman sereal yang mempunyai potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia karena mempunyai daerah adaptasi yang luas. Tanaman sorgum toleran terhadap kekeringan dan genangan air serta dapat berproduksi pada lahan marginal dan relatif tahan terhadap pangsuan hama/penyakit. Biji tanaman sorgum memiliki komposisi kimia berupa lemak (3,65%), serat kasar (2,74%), abu (2,24%), protein (10,11%) dan pati (80,42%). Tingginya kadar pati dalam biji sorgum mengindikasikan bahwa pati ini dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan bioplastik, dimana pati tersebut ditambahkan dengan penguat alami berupa serat serta *filler*/ pengisi yang akan membentuk suatu biokomposit [5].

Serat merupakan penguat alami yang terdiri dari selulosa dan hemiselulosa. Selulosa adalah struktur berkomponen pada dinding sel utama pada tumbuhan. Selulosa merupakan karbohidrat utama yang disintesis oleh tanaman dan menempati hampir 60% komponen penyusun struktur kayu. Selulosa tidak larut dalam air maupun zat pelarut organik dan mempunyai daya tarik yang tinggi. Selulosa merupakan bahan dasar dari banyak produksi teknologi kertas, dan serat [3]. Jumlah selulosa di alam sangat melimpah baik sebagai tanaman atau dalam bentuk sisa pertanian seperti jerami padi, kulit jagung, kulit tebu dan lain-lain. Pada penelitian ini selulosa yang digunakan berasal dari rumput laut jenis *Eucheuma cottonii*.

Rumput laut *Eucheuma cottonii* atau dengan nama lain *Kappaphycus alvarezii* merupakan jenis rumput laut yang mulanya berasal dari Perairan Sabah (Malaysia) dan Kepulauan Sulu (Filipina) dan kemudian dikembangkan ke berbagai negara sebagai tanaman budidaya termasuk di Indonesia. Di Indonesia seluruh produksinya berasal dari budidaya, antara lain dikembangkan di Selatan pulau Sumatera, Jawa, Bali, NTB, Sulawesi dan Maluku [1]. *Eucheuma cottonii* mengandung selulosa (15%) dalam bentuk lignoselulosa. Untuk memisahkan selulosa dari lignoselulosa dapat dilakukan melalui proses ekstraksi [2].

*Filler* berfungsi sebagai penguat atau pengisi rongga kosong yang terdapat pada bioplastik. *Filler* dapat berfungsi sebagai penguat agen yang membuat rantai biopolimer pada bioplastik menjadi lebih teratur sehingga menghasilkan sifat mekanik serta struktur yang lebih baik pada bioplastik. *Filler* yang umum digunakan adalah serbuk kayu, serbuk cangkang telur, serbuk tempurung kelapa, gelatin, serta abu

layang. Pada penelitian ini, digunakan *filler* serbuk berbahan baku batang sorgum. Batang sorgum memiliki komposisi berupa selulosa (17-18%), hemiselulosa (18-21%) dan lignin (22-23%). Selain pati, *filler* dan serat, sintesis bioplastik akan efektif dengan penambahan *plasticizer*.

*Plasticizer* (bahan pelembut) adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan pada suatu produk dengan tujuan untuk menurunkan kekakuan sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer. Pada pembuatan bioplastik ini, penambahan *plasticizer* dilakukan untuk memacu proses pencetakan fleksibilitas biokomposit serta dapat menghasilkan bahan bioplastik yang memiliki sifat mekanik, morfologi, dan *biodegradability* yang optimum. Pada penelitian ini digunakan *plasticizer* berupa gliserol [7].

Gliserol merupakan senyawa alkohol yang memiliki 3 gugus hidroksil. Gliserol memiliki nama baku *1,2,3-propanatriol*. Senyawa ini berwujud cair, tidak berwarna dan memiliki titik didih pada 290°C. Titik didih tinggi yang dimiliki oleh senyawa dengan bobot molekul 92,09 g/mol ini disebabkan oleh adanya ikatan hidrogen yang sangat kuat antar molekul gliserol. Gliserol adalah senyawa gliserida yang paling sederhana [6].

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [11] mengenai pembuatan bioplastik dari pati sorgum, serbuk batang sorgum, selulosa *Eucheuma spinosum*, dan *plasticizer* gliserol juga mengkaji mengenai pengaruh penambahan *filler* serbuk batang sorgum dan konsentrasi *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik fisik dan mekanik bioplastik. Akan tetapi, sifat fisik bioplastik yang ditinjau dari penyerapan air dan perpanjangan pada penelitian tersebut belum memenuhi standar plastik komersial HDPE. Maka, tujuan pada penelitian ini mendapatkan sifat fisik dan mekanik terbaik dengan melakukan modifikasi yang lebih baik yaitu dengan mengganti jenis rumput laut yang digunakan, memvariasikan jumlah *filler* dan konsentrasi *plasticizer* gliserol yang digunakan dalam pembuatan bioplastik.

Penelitian ini dilakukan dengan kondisi optimum yang didapatkan dari penelitian sebelumnya [11] maka rasio pati sorgum-serat rumput laut *Eucheuma cottonii* yang digunakan yaitu; 7,5: 2,5 gr/gr berdasarkan berat kering total campuran. Dengan variasi konsentrasi *plasticizer* gliserol 10%, 11%, 13%, dan 15% serta variasi penambahan *filler* batang sorgum: 0,25 gr, 0,5 gr, dan 1 gr. Pati sorgum dan selulosa yang digunakan yaitu yang lolos ayakan ukuran 63 mikron, pengadukan selama 35 menit dengan suhu gelatinisasi 95°C dan temperatur pengeringan dalam oven adalah 60°C selama 8 jam. Kemudian dilakukan uji sifat fisik (uji kelarutan bioplastik terhadap air dan uji densitas), uji sifat mekanik (kekuatan tarik, persen perpanjangan, dan modulus young), uji FTIR, dan uji SEM.

## Metodologi Penelitian

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Terpadu, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung pada bulan April 2016 hingga Januari 2017.

### 2.2. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji dan batang tanaman sorgum yang diperoleh dari petani sorgum di desa

Yukum Jaya, Lampung Tengah. Rumput laut *Eucheuma cottonii* yang diperoleh dari petani budidaya rumput laut di Lempasing, Pesawaran, Lampung Selatan. Gliserol, NaOH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, *aquades*, dan air baku. Alat-alat yang dipakai adalah *hot plate stirrer*, *digital balance*, desikator, pH meter, alat *size reduction* (*ball mill* dan *disk mill*), oven, ayakan 63 mikron, dan peralatan gelas. Peralatan analisis *autograph* sebagai alat uji mekanik, FTIR Shimadzu *pestigrade* 21 sebagai alat uji gugus fungsi, SEM ZEISS EVO MA 10 sebagai alat uji untuk mengetahui struktur morfologi bioplastik.

### 3. Prosedur

Pada penelitian ini variabel yang divariasikan meliputi konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer* adalah 10%, 11%, 13% dan 15%. Variasi jumlah *filler* batang sorgum: 0,25 gr, 0,5 gr, dan 1 gr. Kemudian variabel yang ditetapkan adalah ukuran pati, selulosa, dan *filler* lolos ayakan 63 mikron, *filler* serbuk batang sorgum sebanyak 0,25 gr, waktu pengadukan 35 menit dengan kecepatan skala 5 (375 rpm), dan temperatur gelatinisasi 95°. Total campuran antara pati sorgum, rumput laut, dan *filler* serbuk batang sorgum adalah 9,25gr dan temperatur pengeringan dalam oven adalah 60°C selama 8 jam.

Prosedur pembuatan tepung sorgum dilakukan dengan melakukan penjemuran biji sorgum di bawah sinar matahari hingga beratnya konstan. Kemudian biji sorgum digiling dengan menggunakan *disk mill* hingga menjadi tepung sorgum. Tepung pati sorgum kemudian diayak dengan ayakan 63 mikron lalu kemudian ditempatkan dalam toples tertutup untuk mencegah adanya jamur atau kutu. Prosedur pembuatan *filler* serbuk batang sorgum dilakukan dengan melakukan pencucian batang sorgum, yang dilanjutkan dengan tahapan *size reduction* menggunakan parang hingga batang hanya memiliki ukuran 30 cm. Kemudian dilanjutkan dengan tahap pengeringan menggunakan sinar matahari hingga kadar air dalam batang sorgum berkurang. Batang sorgum tersebut kemudian dicacah dengan parang dan dilanjutkan dengan penggilingan dengan menggunakan *ball mill* hingga menjadi serpihan dan kemudian dikeringkan kembali dengan oven lalu ditimbang hingga beratnya konstan. Selanjutnya batang sorgum diproses untuk menghilangkan kandungan *lignin* di dalamnya melalui proses delignifikasi dengan melakukan pemasakan menggunakan NaOH dengan konsentrasi 4% selama 4 jam pada suhu 40°C dan kecepatan pengadukan pada skala 5 (375 rpm), setelah itu hasil pemasakan dicuci dengan menggunakan air baku hingga pH menjadi 11. Tahap selanjutnya yakni proses *bleaching* dengan menggunakan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 15% selama 5 jam pada suhu 65°C. Residu batang sorgum yang telah selesai di-*bleaching* tersebut kemudian dicuci hingga didapatkan pH netral. Kemudian residu batang sorgum tersebut dikeringkan dengan menggunakan oven pada temperatur 85°C dan ditimbang hingga beratnya konstan [4]. Batang sorgum yang telah kering dan bobotnya konstan tersebut digiling kembali dengan menggunakan *disk mill* hingga menjadi bubuk dan kemudian diayak dengan ayakan 63 mikron. Bubuk batang sorgum tersebut kemudian siap digunakan sebagai *filler*. *Filler* serbuk batang sorgum ini kemudian dikemas dalam kantong

plastik untuk mencegah adanya jamur ataupun kutu

Prosedur ekstraksi serat dari rumput laut *Eucheuma cottonii* dilakukan dengan pemasakan menggunakan NaOH 40% dan *bleaching* dengan menggunakan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6%. Rumput laut ditimbang sebanyak 30 gr kemudian ditempatkan dalam gelas beker volume 1000 ml. Kemudian rumput laut dicampur dengan larutan NaOH konsentrasi 40%. Perbandingan bahan dan larutan NaOH yang ditambahkan adalah 1:8 (berat/volume). Ekstraksi ini dilakukan menggunakan *hot plate* pada temperatur 100°C selama 3 jam dan diaduk menggunakan *stirrer magnetic*. Setelah 3 jam, dilakukan tahap penyaringan rumput laut hasil ekstraksi menggunakan alat penyaring. Residu rumput laut yang diperoleh kemudian dicuci dengan air sampai pH air cucian 11 dengan menggunakan pH meter. Selanjutnya residu rumput laut tersebut di-*bleaching* dengan cara direndam dalam larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6% dan dibiarkan pada suhu kamar selama 3 jam sambil sesekali diaduk. Perbandingan residu dan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dengan konsentrasi 6% yang ditambahkan adalah 1:8 (berat/volume). Selanjutnya dilakukan tahapan penyaringan menggunakan alat penyaring, dan diambil bagian residunya. Residu yang diperoleh dicuci dengan air sampai pH air cucian 7 dengan menggunakan pH meter. Selanjutnya residu rumput laut hasil *bleaching* dikeringkan dengan menggunakan oven dengan temperatur 105°C sampai beratnya konstan. Selanjutnya dilakukan penggilingan dengan mesin *disk mill*, kemudian diayak dengan ukuran ayakan 63 mikron [11].

Prosedur pembuatan bioplastik dilakukan dengan melakukan penimbangan bahan baku berupa pati dan serat rumput laut sebanyak 7,5 gr dan 2,5 gr, *filler* serbuk batang sorgum sebanyak 0,25 gr, gliserol dengan konsentrasi 10% (<sup>m</sup>/<sub>m</sub>) sebanyak 0,41 ml, serta *aquades* sebanyak 217,823 ml. Kemudian larutan bioplastik dibuat dengan mencampur pati, serat rumput laut, *filler* serbuk batang sorgum, gliserol dan *aquades* ke dalam gelas beker 500 ml, serta diaduk menggunakan *spatula* sampai larutan terlihat homogen. Larutan yang telah homogen kemudian diletakkan di atas *hot plate* dan diaduk pada kecepatan 375 rpm (skala 5) selama 35 menit, sambil dicek menggunakan termometer yang dipasang pada statip dan ujung bawahnya berada di dalam larutan bioplastik. Temperatur larutan bioplastik harus terjaga dalam suhu 95°C.

Saat menunggu proses pemasakan larutan bioplastik selesai, cetakan bioplastik disiapkan dengan menandai volume yang diinginkan. Caranyadengan menuang air baku 30 ml pada gelas ukur 50 ml dan kemudian air tersebut dituang lagi ke dalam cetakan bioplastik. Kemudian beri label sesuai ketinggian air pada beberapa sisi cetakan, setelah itu air di keluarkan dari cetakan dan cetakan dibersihkan.

Setelah 35 menit pemasakan, *hot plate* dimatikan dan larutan bioplastik tersebut siap dicetak. Gelas ukur yang berisi larutan bioplastik dikeluarkan dari *hot plate* dan langsung dituangkan ke dalam cetakan sesuai batas ketinggian yang telah ditentukan sebelumnya. Oven dinyalakan pada temperature 60°C, Setelah itu larutan bioplastik dimasukkan ke dalam oven selama 8 jam. Setelah bioplastik kering, bioplastik dilepaskan dari cetakan kemudian disimpan dalam *zip bag lock* dan di beri label keterangan (pati-selulosa

7,5:2,5;10% gliserol), lalu bioplastik dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam. Sampel bioplastik tersebut siap di-uji.

Prosedur pembuatan bioplastik kemudian diulangi dengan mengganti konsentrasi gliserol menjadi 11%, 13% dan 15%. Setelah itu langkah pembuatan bioplastik diulangi kembali dengan mengganti variasi jumlah filler 0,25 gr, 0,5 gr, 1 gr.

Uji-uji pada penelitian ini meliputi pengujian sifat mekanik (kuat tarik, persen perpanjangan, dan *modulus young*), sifat fisik (densitas, persen penyerapan air), analisis gugus fungsi dengan melakukan uji spektroskopi FTIR, dan analisis morfologi permukaan dengan melakukan uji SEM.

Pada uji kuat tarik atau *tensile strength*, sampel yang akan diuji diambil ukuran sesuai dengan kebutuhan alat yaitu lebar 2 cm, panjang 6 cm dan tebal 0,02 cm. Lalu pada uji persen perpanjangan atau *elongation at break* sampel diuji dengan cara peregangan sampai sampel terputus dan nilai dinyatakan dalam persentase. *Modulus young* menyatakan nilai kekakuan suatu bahan, makin besar modul elastisitas, makin kecil regangan elastis yang dihasilkan akibat pemberian tegangan [2].

Kemudian pada pengujian sifat fisik bioplastik dilakukan dengan menggunakan *digital balance* untuk mendapatkan sampel bioplastik dengan berat tertentu (gram), sampel diletakkan di atas gelas ukur 10 ml yang telah berisi air 5 ml, lalu dicatat selisih volume awal dan akhir. Densitas dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Kemudian pada pengujian persen penyerapan air sampel bioplastik dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm<sup>2</sup>, sampel dikeringkan dengan *oven* selama 24 jam, dikondisikan pada desikator selama 24 jam, direndam pada gelas plastik dengan volume air 10 ml selama 22 jam. Kemudian hilangkan air yang berada di permukaan sampel serta timbang kembali sampel tersebut untuk memperoleh berat akhirnya (*W*). Persentase air yang diserap oleh sampel bioplastik dihitung melalui persamaan (2).

$$\frac{W - W_0}{W_0} \times 100 \quad (2)$$

Analisis gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan IR atau FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*). Prinsip penggunaan FTIR adalah penyerapan radiasi elektromagnetik oleh gugus fungsi tertentu, sehingga berdasarkan pita serapan yang terbaca dapat diketahui gugus fungsional yang ada dalam sampel tersebut [9]. Sampel bioplastik yang akan diuji dipotong kecil dan digerus bersama KBr hingga halus untuk membentuk pelet, kemudian diletakkan pada wadah sampel untuk diuji [11].

Analisis struktur morfologi dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). SEM adalah suatu instrumen penghasil berkas elektron pada permukaan spesimen target dan mengumpulkan serta menampilkan sinyal-sinyal yang diberikan oleh *material target*. Sampel bioplastik dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm untuk ditempelkan pada *holder* (wadah sampel untuk diuji), kemudian dimasukkan pada *chamber* untuk nantinya ditembakkan elektron, namun sebelum itu keadaan dalam *chamber* harus terlebih dahulu vakum.

Terakhir, sampel bioplastik ditembakkan elektron untuk mengetahui morfologi dari bioplastik [11].

### Hasil dan Pembahasan

Pada tahap preparasi bahan, telah dilakukan uji kadar selulosa pada rumput laut *Eucheuma cottonii* yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik dan batang sorgum yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan filler dengan hasil tersaji pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil uji selulosa *Eucheuma cottonii* dan batang sorgum sebelum dan setelah *treatment*.

Bahan	%		
	Hemiselulosa	Selulosa	Lignin
<i>E. Cottonii</i> sebelum ekstraksi	8,51	4,1	1,43
<i>E. Cottonii</i> setelah ekstraksi	17,76	20,62	0,63
Batang Sorgum sebelum delignifikasi <sup>[5]</sup>	36,67	23,45	38,89
Batang Sorgum setelah delignifikasi	11,87	68,57	4,17

Berdasarkan hasil uji selulosa yang telah dilakukan, diperoleh kandungan selulosa sebesar 20,63%, hemiselulosa sebesar 17,76%, dan lignin 0,63% pada rumput laut *Eucheuma cottonii* yang telah diekstraksi. Hal ini mengindikasikan bahwa proses ekstraksi yang telah dilakukan mampu menaikkan kandungan selulosa dan hemiselulosa serta menurunkan kadar lignin yang terdapat dalam rumput laut. Dengan meningkatnya kadar hemiselulosa akan meningkatkan kemampuan dari selulosa untuk membentuk serabut dan memperkuat ikatan antar serat dari bahan baku sehingga dapat meningkatkan kekuatan dan juga elastisitas dari bioplastik yang terbentuk [3]. Selain itu, dengan turunnya kadar lignin meningkatkan kemurnian selulosa yang diperoleh dan meningkatkan ketahanan air-nya sehingga bioplastik yang terbentuk akan lebih baik lagi [4].

Pada penelitian yang telah dilakukan [11], bahan baku yang digunakan adalah *Eucheuma spinosum* yang telah diekstraksi dengan NaOH. Rumput laut ini memiliki kadar hemiselulosa, selulosa, dan juga lignin berturut-turut sebesar 40,27%, 4,02%, dan 0,04% setelah diekstraksi. Perbandingan hasil uji selulosa antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu tersaji pada tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa kandungan selulosa pada *Eucheuma spinosum* mengalami penurunan kemurnian dari 5,78% menjadi 4,02% setelah dilakukannya ekstraksi. Hal ini mengindikasikan bahwa proses ekstraksi menggunakan NaOH meningkatkan kemurnian selulosa pada rumput laut *Eucheuma cottonii* lebih baik yang memiliki kandungan selulosa sebesar 4,09% naik menjadi 20,63%.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Uji Selulosa *Eucheuma cottonii* dengan *Eucheuma spinosum*.

Bahan	%		
	Hemiselulosa	Selulosa	Lignin
<i>E. Cottonii</i> sebelum Ekstraksi	8,51	4,1	1,43
<i>E. Cottonii</i> setelah Ekstraksi	17,75	20,63	0,63
<i>E. Spinosum</i> sebelum Ekstraksi <sup>[10]</sup>	9,95	5,78	4,23
<i>E. Spinosum</i> setelah Ekstraksi <sup>[10]</sup>	40,27	4,02	0,04

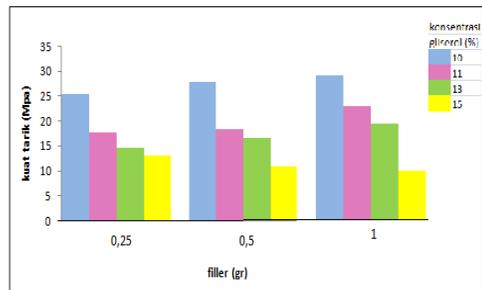
Untuk kandungan lignin pada kedua bahan rumput laut di atas, baik pada *Eucheuma cottonii* maupun pada *Eucheuma Spinosum* memiliki kandungan lignin sangat rendah setelah dilakukannya ekstraksi menggunakan NaOH terhadap kedua bahan tersebut (di bawah 1%). Namun jika ditinjau berdasarkan data sebelum adanya *treatment* yang dilakukan, *Eucheuma cottonii* memiliki kandungan lignin yang jauh lebih rendah yakni hanya sebesar 1,43% jika dibandingkan dengan *Eucheuma Spinosum* yang memiliki lignin sebesar 4,23%. Hal ini mengindikasikan bahwa sifat hidrofilik yang dimiliki oleh *Eucheuma cottonii* lebih rendah dan lebih cocok untuk digunakan dalam pembuatan bioplastik dibandingkan dengan *Eucheuma spinosum*[3]. Berdasarkan perbandingan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Eucheuma cottonii* sebagai bahan baku pembuatan bioplastik jauh lebih baik dibandingkan dengan menggunakan *Eucheuma Spinosum*.

Gambar 1 memperlihatkan film bioplastik dengan rasio formulasi pati-selulosa 7,5:2,5 (gr/gr) dengan konsentrasi gliserol sebesar 10%. Terlihat bahwa bioplastik yang dihasilkan memiliki warna coklat transparan.



Gambar 1. Bioplastik dengan rasio formulasi pati-selulosa 7,5:2,5 (gr/gr) dan konsentrasi *plasticizer* gliserol 10%.

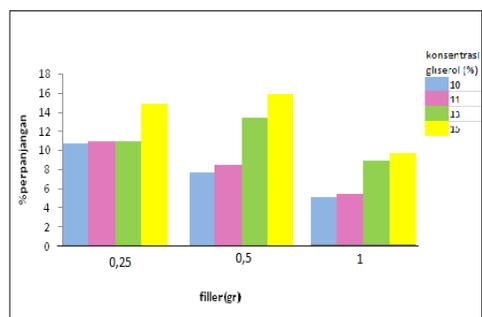
Sifat mekanik yang diuji dalam penelitian ini meliputi kuat tarik, persen perpanjangan, dan *modulus young*. Pada Gambar 2 dapat dilihat pengaruh dari rasio pati-selulosa dan konsentrasi gliserol terhadap kuat tarik bioplastik.



Gambar 2. Pengaruh jumlah *filler* dan konsentrasi gliserol terhadap kuat tarik bioplastik

Dapat dilihat pada gambar 2 bahwa semakin besar kandungan filler semakin besar pula nilai kuat tarik yang dihasilkan. *Filler* dapat mengisi ruang kosong pada bioplastik sehingga meningkatkan kuat tariknya. *Filler* yang terbuat dari serbuk batang sorgum ini digunakan karena harganya murah dan juga dapat meningkatkan kekuatan, mengurangi kelenturan dan kecenderungan untuk bengkok. Sebaliknya, hampir secara keseluruhan kuat tarik 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 plastik akan menurun secara kontinu dengan peningkatan kandungan *plasticizer*[8]. Kuat tarik yang memenuhi standar plastik HDPE sebesar 20,67-51,68 Mpa yaitu pada sample dengan filler 0,25 gr, 0,5 gr, 1 gr dan konsentrasi gliserol 10%, dan untuk hasil terbesar dihasilkan oleh formulasi pati dan rumput laut 7,5:2,5 dengan filler 1 gr sebesar 28,921 Mpa.

Pada Gambar 3 dapat dilihat pengaruh jumlah *filler* dan konsentrasi gliserol terhadap persen perpanjangan bioplastik.

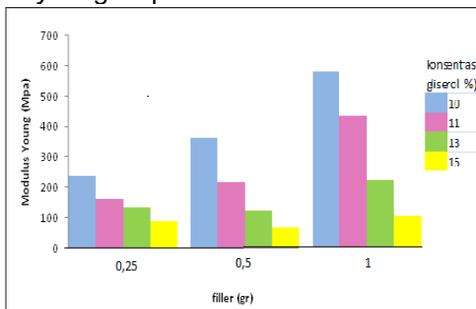


Gambar 3. Pengaruh jumlah *filler* dan konsentrasi gliserol terhadap persen perpanjangan bioplastik

Berdasarkan hasil yang disajikan pada Gambar 3, menunjukkan bahwa nilai perpanjangan terbesar terdapat pada sample dengan jumlah filler 0,25 gram dan 0,5 gram dengan konsentrasi gliserol 15% yaitu 14,812% dan 15,825%, nilai tersebut telah mencapai standar plastik komersial HDPE sebesar 10-500%. Dapat dilihat bahwa penambahan konsentrasi gliserol menyebabkan berkurangnya gaya *intermolecular* di sepanjang molekul polimer sehingga persen perpanjangan yang diperoleh juga meningkat [8]. Kenaikan persen perpanjangan tersebut rata-rata berkisar di nilai 15,9% terhadap penambahan konsentrasi gliserol. Hal tersebut menyebabkan bioplastik semakin elastis dan nilai perpanjangannya semakin besar. Sehingga semakin tinggi

konsentrasi gliserol, maka semakin tinggi perpanjangannya secara keseluruhan dan mampu mengurangi kerapuhan [8]. Berdasarkan gambar 3 juga terlihat pengaruh kandungan *filler* dimana nilai perpanjangan semakin menurun seiring dengan peningkatan kandungan *filler* dikarenakan *filler* dapat meningkatkan kekakuan sehingga nilai perpanjangan berbanding terbalik dengan kekakuan atau kuat tarik.

Pada Gambar 4 dapat dilihat pengaruh dari jumlah *filler* dan konsentrasi gliserol terhadap *modulus young* bioplastik.

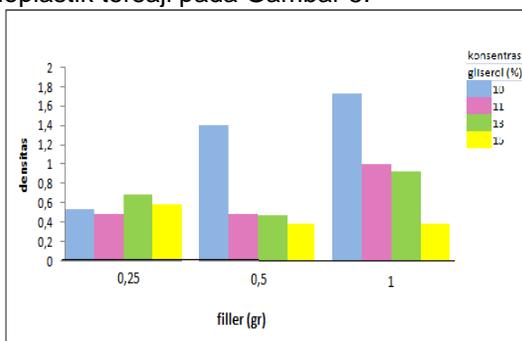


Gambar 4. Pengaruh jumlah *filler* dan konsentrasi gliserol terhadap *modulus young* bioplastic.

Dapat dilihat berdasarkan Gambar 4 menunjukkan hasil uji *modulus young* dengan nilai terbesar terdapat pada jumlah *filler* 1 gram sebesar 578,476 Mpa nilai ini memenuhi standar plastik HDPE yaitu senilai 227,8-4558 Mpa [6]. Pada penelitian ini menunjukkan *filler* membuat bioplastik menjadi lebih rapuh. Hal tersebut dikarenakan makin tinggi serbuk serat batang sorgum yang ditambahkan komposit menjadi lebih padat dan kaku [10].

Sementara itu, sama halnya dengan kuat tarik, *modulus young* bioplastik akan terus mengalami penurunan seiring meningkatnya konsentrasi gliserol [8]. Penurunan nilai *modulus young* tersebut rata-rata ialah 37,7% terhadap penambahan konsentrasi gliserol. Hal ini disebabkan karena penambahan *plasticizer* mampu meningkatkan fleksibilitas film polimer dengan cara mengganggu ikatan hidrogen antara molekul polimer yang berdekatan sehingga kekuatan tarik-menarik intermolekul rantai polimer menjadi berkurang, sehingga semakin rendah derajat kekakuan atau *modulus young* polimer tersebut [8].

Selain uji mekanik, pada penelitian ini juga dilakukan uji sifat fisik pada sampel bioplastik. Uji sifat fisik pada bioplastik meliputi uji densitas dan uji penyerapan air. Pengaruh jumlah *filler* dan konsentrasi gliserol terhadap densitas dari bioplastik tersaji pada Gambar 5.

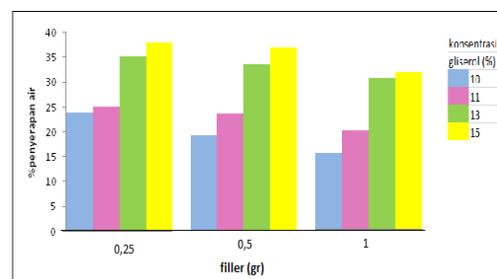


Gambar 5. Pengaruh jumlah *filler* dan konsentrasi gliserol terhadap densitas bioplastic

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat pada variasi jumlah *filler* 1 gram densitas bioplastik lebih tinggi jika dibandingkan dengan variasi jumlah *filler* 0,25 dan 0,5 gram. Maka dapat disimpulkan seiring dengan bertambahnya jumlah *filler*, densitas cenderung meningkat ini dikarenakan *filler* serbuk batang sorgum yang mampu mengisi ruang kosong pada film bioplastik dapat menjadikan densitasnya semakin baik. Standardensitas untuk plastik komersial HDPE adalah 0,94 gr/ml–0,96 gr/ml. [6]. Nilai densitas yang paling mendekati standar plastik HDPE yaitu pada sampel dengan jumlah *filler* 1 gram dan konsentrasi gliserol 13% yaitu 0,92 gr/cm<sup>3</sup>. Dengan kerapatan yang tinggi menunjukkan bahwa ruang antar molekul saling berdekatan sehingga tidak memberikan ruang untuk udara, ini berdampak pada sifat bioplastik yang mengakibatkan elastisitas menjadi kecil karena molekul yang rapat.

Densitas yang baik juga akan menghasilkan sifat mekanik yang baik. Semakin rapat film bioplastik maka semakin sedikit jumlah rongga pada film bioplastik tersebut, sehingga akan semakin tinggi sifat mekaniknya [2].

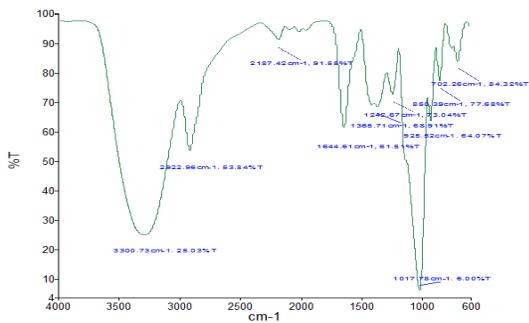
Pengaruh jumlah *filler* dan konsentrasi gliserol terhadap penyerapan air bioplastik tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh jumlah *filler* dan konsentrasi gliserol terhadap penyerapan air bioplastic

Dapat dilihat pada Gambar 6 bahwa ketahanan air terbaik terdapat pada konsentrasi gliserol 10% dan *filler* 1 gram yaitu sebesar 15%. Hal ini disebabkan jumlah *filler* yang tinggi karena *filler* bersifat hidrofobik. Sedangkan ketahanan air terburuk terdapat pada konsentrasi gliserol 15% dan *filler* 0,25 gram yaitu sebesar 37%. Adanya gugus hidroksida (OH<sup>-</sup>) yang berasal dari gliserol mempengaruhi bioplastik ini bersifat hidrofilik. Bila dibandingkan dengan nilai % penyerapan air plastik HDPE, penyerapan air pada bioplastik masih tergolong sangat tinggi, hal ini disebabkan karena pati sorgum yang bersifat hidrofilik. Namun semakin hidrofilik suatu bioplastik maka semakin mudah ia terurai dalam tanah. Berdasarkan Gambar 4.6 dapat disimpulkan bahwa semua sampel pada penelitian ini masih tergolong tinggi dan tidak memenuhi standar nilai ketahanan air plastik HDPE.

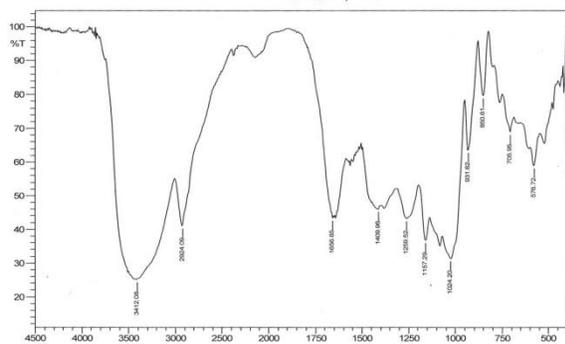
Dari uji mekanik dan fisik yang telah dilakukan terhadap bioplastik yang dihasilkan pada penelitian ini. Diperoleh kecenderungan bioplastik yang paling menyamai plastik konvensional HDPE pada bioplastik dengan variasi jumlah *filler* 0,25 gram dan konsentrasi gliserol 10%. Selain uji mekanik dan juga uji fisik pada sampel bioplastik, dilakukan juga uji FTIR untuk menganalisis gugus fungsi yang terdapat pada bioplastik yang telah diperoleh. Hasil uji FTIR bioplastik tersebut tersaji pada Gambar 7.



Gambar 7. Spektrofotometri hasil uji FTIR bioplastik dengan jumlah filler 0,25 gram dan konsentrasi gliserol 10%.

Dapat dilihat pada Gambar 7 bahwa terdapat ikatan polimerik O-H pada panjang gelombang 3000-3700  $\text{cm}^{-1}$  dengan puncak gelombang pada 3300,73  $\text{cm}^{-1}$ . Ikatan C-H alkana timbul pada panjang gelombang pada 2700-3000  $\text{cm}^{-1}$  dengan puncak gelombang pada 2922,96  $\text{cm}^{-1}$ . Ikatan C=CH Alkynes muncul pada puncak 2187,42  $\text{cm}^{-1}$  pada panjang gelombang 2000-2190  $\text{cm}^{-1}$ . Ikatan C=C pada panjang gelombang 1600-1645  $\text{cm}^{-1}$  dengan puncak gelombang pada 1644,61  $\text{cm}^{-1}$ . Ikatan nitril C=N terdapat pada panjang gelombang 1340-1370  $\text{cm}^{-1}$  dengan puncak gelombang terdapat pada 1366,71  $\text{cm}^{-1}$ . Ikatan aromatik C-X pada rentang panjang gelombang 1200-1255 1242,67  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan komponen fosfor P-O pada panjang gelombang 990-1050  $\text{cm}^{-1}$  dengan puncak gelombang pada 1017,78  $\text{cm}^{-1}$ , dan Phenyl group pada rentang panjang gelombang 501-1000  $\text{cm}^{-1}$  [9].

Untuk mengetahui ada-tidaknya gugus fungsi baru dari penelitian ini, dilakukanlah perbandingan dengan membandingkan hasil uji FTIR pada penelitian ini dengan hasil uji FTIR dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh [11]. Hasil uji FTIR bioplastik berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh [11] tersaji pada Gambar 8.

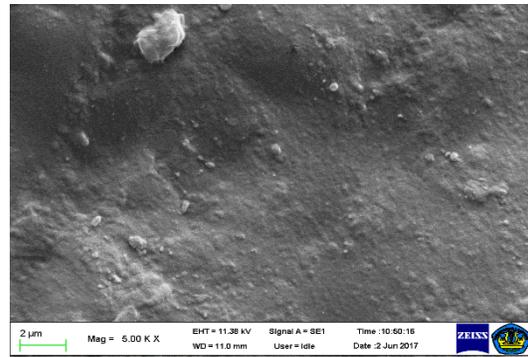


Gambar 8. Spektrofotometri hasil uji FTIR bioplastik penelitian sebelumnya oleh [11].

Berdasarkan Gambar 8, terlihat bahwa bioplastik tersebut memiliki ikatan pyroles N-H pada gelombang 3412,08  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan alkana pada gelombang 2924,09  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan quinones C=N pada gelombang 1656,85  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan penol O-H pada gelombang 1409,96  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan aromatik C-X pada gelombang 1259,52  $\text{cm}^{-1}$  dan 1157,59  $\text{cm}^{-1}$ , serta phenyl group pada rentang gelombang 501-1000  $\text{cm}^{-1}$  [9].

Uji terakhir yang dilakukan pada penelitian ini yakni uji SEM untuk menganalisis morfologi permukaan bioplastik terbaik yang dihasilkan yakni pada bioplastik variasi jumlah filler 0,25 gr, dan konsentrasi gliserol 10%. Uji SEM dilakukan dengan jarak tembak (WD) tiap sampel 11 mm

untuk melihat perbesarannya dengan fokus yang baik serta energi tembak (EHT) 11,38 kV, dan perbesaran 5000 X. maka diperoleh hasil seperti yang telah tersaji pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil uji SEM bioplastik filler 0,25 gr dan konsentrasi gliserol 10%.

Berdasarkan Gambar 9, tampak bahwa partikel-partikel penyusun bioplastik saling berikatan satu dengan yang lain. Hanya saja, permukaan yang dihasilkan masih tidak rata meski tidak terdapat retakan-retakan pada permukaan bioplastik [11]. Permukaan bioplastik yang tidak rata umumnya disebabkan oleh temperatur pengeringan tinggi yang abnormal, dimana sampel bioplastik dapat mengalami pengerutan, *melted*, atau bahkan bisa terbakar [2]. Kurang homogenya larutan bioplastik saat proses pencampuran larutan juga dapat mengakibatkan permukaannya menjadi tidak merata. Hal tersebut dikarenakan serat atau selulosa sendiri bersifat tidak dapat larut dengan baik dalam pelarut organik sehingga menghasilkan permukaan plastik yang tidak merata [3].

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa formulasi penambahan selulosa *Eucheuma cottonii* dan konsentrasi plasticizer gliserol pada pembuatan bioplastik berbasis sorgum ini sudah memenuhi standar plastik HDPE pada sifat mekanik, namun belum memenuhi standar pada sifat fisiknya terutama jika ditinjau berdasarkan penyerapan air-nya. Karakteristik bioplastik terbaik pada penelitian ini diperoleh pada variasi jumlah filler 0,25 gram dan konsentrasi plasticizer gliserol 10% dengan kuat tarik sebesar 25,523 Mpa, modulus young 238,816 Mpa, perpanjangan 10,687%, kadar air 23,80 % dan densitas sebesar 0,535  $\text{gr/cm}^3$ .

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggadiredja, Jana T., Zalnika, Achmad., Purwoto, Heri., Istini, Sri. 2008. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [2] Darni, Yuli, Sitorus, Tosty M., Hanif, Muhammad. 2014. Produksi Bioplastik dari Sorgum dan Selulosa Secara Termoplastik. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. ISSN 1412-5064. Vol 10. No 2.
- [3] Distantina, Sprisa. 2011. *Synthesis of Hydrogel Film Based on Carrageenan Extracted from Kappaphycus Alvarezii*. Modern Applied Science; Vol.7, No.8. ISSN 1913-1844.
- [4] Dewi, Tri Kurnia, Dandy, Wahyu Akbar. 2011. Pengaruh Konsentrasi NaOH, Temperatur Pemasakan, dan Lama Pemasakan Pada Pembuatan Pulp dari

- Batang Rami dengan Proses Soda. *Jurnal Teknik Kimia* No.2, Vol. 17.
- [5] Fanindi, Achmad, Siti Yuhaeni Dan Wahyu H. 2008. Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Sorgum (*Sorghum Bicolor (L) Moench* dan *Sorghum Sudanense (Piper) Stafp*) Yang Mendapatkan Kombinasi Pemupukan N, P, K Dan Ca. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2008. Bogor.
- [6] Harper, C.A. (1996). *Handbook of Plastics, Elastomers and Composites*. New York: Mc Graw Hill Companies. Inc.
- [7] InChing, C., D.L. Kaplan and E. L. Thomas (eds). *Biodegradable Polymer and Packaging*. Technomic Publishing Company, Inc., Pennsylvania, USA.
- [8] Manalu, Santika dan Yuli Darni. 2013. Pengaruh Konsentrasi *Plasticizer* terhadap Karakteristik Material Bioplastik dan Uji Biodegradabilitasnya. Seminar Nasional 2013. Fisika. Institut Teknologi Bandung.
- [9] Mistry, B.D. (2009). *A Handbook of Spectroscopic Data Chemistry (UV, IR, PMR, CNMR and Mass Spectroscopy)*, New Delhi: Oxford Book Company.
- [10] Ramzah, MohammadS., Basuki W., Nursyamsu B. 2008. *Karakteristik Termoplastik Polietilena Dengan Serat Batang Pisang Sebagai Komposit Untuk Bahan Palet Kayu*, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [11] Sumartini, Siti. 2015. Teknologi Modifikasi Bioplastik dengan Filler Batang Sorgum pada Pembuatan Bioplastik Berbasis Sorgum – *Eucheuma spinosum*, Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung. Bandar Lampung.