PENGARUH KADAR DAN UKURAN SELULOSA BERBASIS BATANG PISANG TERHADAP SIFAT DAN MORFOLOGI BIOPLASTIK BERBAHAN PATI UMBI TALAS

Roy Marthin Panjaitan[1)], Irdoni[2)], Bahruddin [2)]

1)Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau

2)Dosen Jurusan Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

Email : panjaitanroy665@yahoo.com

Abstract

Plastic waste is one of environmental problem especially in Indonesia. Conventional plastic is made from synthetic polymer that is made by petroleum which hard to recycle or break down by microorganism. Bioplastic is the answer of this problem. Starch is kind of natural polymer that can be used for bioplastic production because the sources overflow, renewable and ready degradable. However, starch have a bad mechanical characteristic. Cellulose as the strengthened has been proved to overcome the lack of starch. This research is aim to analyze the effect of composition and size of cellulose particle to get the best combination of bioplastic mechanical characteristic and morphology. Bioplastic was made by casting method where the taro's starch, glycerol and cellulose are mixed. This research take variable on addition level of cellulose 6, 9, 12, 15%wt with cellulose fiber sizes of 100, 150 and 200 mesh. The composition with a good characteristic was 15%wt cellulose with the size 150 mesh with strength 7,595 MPa, elongation 11,379%, modulus young 66,465 MPa, water uptake 37,50%, and biodegradation is about 36,11% in one week.

Keyword : *bioplastic, casting, cellulose, glycerol, starch*

1. PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan lingkungan di dunia pada umumnya dan di Indonesia pada khususnya adalah limbah plastik. Kebutuhan plastik sebagai kantong plastik, kemasan pangan atau barang semakin lama semakin meningkat. Ini dikarenakan plastik mempunyai keunggulan dibandingkan dengan media lain seperti logam atau gelas, yaitu jauh lebih ringan, harga lebih murah, kemudahan dalam proses pembuatan dan aplikasinya, dan tidak mudah pecah. Selain itu, peningkatan jumlah penduduk di dunia ditambah dengan penggunaan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui untuk memproduksi plastik semakin menambah penumpukan sampah plastik. Plastik konvensional yang masih sering digunakan saat ini berasal dari bahan polimer sintetis yang terbuat dari petroleum, atau gas alam yang sulit didaur ulang dan diuraikan oleh pengurai. Plastik konvensional yang dihasilkan dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan berupa pencemaran tanah, air, dan udara, serta penumpukan sampah plastik [Marbun, 2012].

Setiap tahun sekitar 100 juta ton plastik diproduksi di dunia, dari jumlah tersebut maka dapat dilihat bahwa sampah plastik setiap tahun mengalami peningkatan. Begitu pula di Indonesia, kebutuhan plastik meningkat menjadi 2,3 juta ton [Setiawan, dkk., 2014]. Di sisi lain, minyak bumi sebagai bahan baku plastik konvensional yang sulit didegradasi juga merupakan sumber daya alam yang terbatas dan tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*). Sulitnya proses penguraian plastik konvensional menyebabkan penumpukan sampah terus meningkat dan semakin mengganggu lingkungan. Sehingga diperlukan solusi alternatif bahan plastik yang aman bagi lingkungan dan makhluk hidup. Hal tersebut, memberikan gambaran mengenai potensi pengembangan kemasan plastik *biodegradable* dengan kemampuan yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme

sehingga mengurangi pencemaran lingkungan [Setiawan, dkk., 2014].

Bioplastik adalah material yang dapat digunakan, seperti layaknya plastik konvensional tetapi bioplastik mudah mengalami penguraian oleh mikroorganisme. Penggunaan bioplastik juga memberikan manfaat positif pada pelestarian lingkungan dengan memanfaatkan bahan baku yang dapat diperbaharui dan dapat didegradasi oleh lingkungan [Bahmid, dkk., 2014].

Bioplastik adalah polimer yang dapat berubah menjadi biomassa, H_2O, CO_2, dan atau CH_4 melalui tahapan depolimerisasi dan mineralisasi. Bioplastik akan terurai oleh aktivitas pengurai melalui proses biodegradasi. Kemudian hasil biodegradasi berupa mineral dan air akan diolah tanaman dan tanaman akan berfotosintesis. Sebagian hasil fotosintesis akan disimpan dalam bentuk cadangan makanan, salah satunya berupa umbi. Kemudian umbi dapat diolah kembali menjadi bioplastik [Marbun, 2012].

Bioplastik dapat dibuat dari berbagai sumber dan bahan baku. Salah satunya adalah minyak tumbuhan, selulosa, karbohidrat, pati dan lain-lain. Selulosa merupakan produk biomassa polisakarida alami yang dapat diperbaharui dan mudah didegradasi oleh mikroorganisme. Selulosa merupakan salah satu polimer alam yang melimpah dan dapat dimodifikasi dimana kegunaannya sangat luas mulai dari bidang industri kertas, film fotografi, plastik biodegradabel, sampai untuk membran yang digunakan diberbagai bidang industri [Whistler, 1993].

Pati merupakan produk biomassa polisakarida alami yang dapat diperbaharui (*renewable*) dan mudah didegradasi (*biodegradable*) oleh mikroorganisme dengan harga yang murah. Pati merupakan cadangan makanan yang secara alami terbentuk dalam akar, biji, dan batang dari beberapa tanaman tersebut antara lain adalah padi, kentang, ubi kayu, jagung, gandum dan sebagainya [Whisler, 1993].

Pati terbentuk dengan struktur yang sangat terorganisasi, yang dikenal sebagai granula pati. Pati memeiliki sifat termal yang unik dan fungsional yang membuat pati diijinkan pada penggunaan yang luas pada produksi makanan dan aplikasi industri. Ketika dipanaskan dengan air, pati akan mengalami proses transisi, dimana granula terpecah menjadi sebuah campuran polimer didalam larutan, yang dikenal sebagai gelatinisasi [Ratnayake dan Jackson, 2008]. Gelatinisasi mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen. Setelah terjadi proses gelatinisasi, kemudian larutan gelatin dicetak atau dituangkan pada tempat pencetakan dan dikeringkan selama 24 jam. Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat dari lepasnya air, sehingga gel akan membentuk bioplastik yang stabil [Ginting, dkk., 2014].

Semakin kecil ukuran maka semakin luas permukaan, sehingga interaksi antara pengisi dengan matriks akan relatif kuat. Hal ini diperkuat oleh teori yang menyatakan bahwa reaksi antarfasa akan meningkat dengan semakin kecilnya ukuran partikel pengisi komposit [Adryani dan Maulida, 2014]. Selain itu, [Gunawan, dkk., 2016] juga menyatakan bahwa tingkat kerapatan susunan antar serat pada ukuran diameter kecil lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran diameter yang besar, sehingga rongga antar serat yang terjadi pada susunan diameter kecil lebih rendah dibandingkan dengan diameter besar. Hal ini akan mengurangi kemampuan material komposit dalam menerima beban, sebab ikata antar unsur penyusun komposit melemah.

Untuk menyelamatkan lingkungan dari bahaya plastik, saat ini telah dikembangkan bioplastik yang dapat diurai kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan yang berasal dari selulosa, pati, *kolagen*, *kasein*, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan. Kandungan pati yang berasal dari umbi talas yang cukup tinggi memungkinkan digunakan sebagai bahan pembuat bioplastik [Sinaga, dkk., 2014]. Pada penelitian ini, pati yang digunakan untuk pembuatan bioplastik bersumber dari pati umbi talas dimana selulosa yang digunakan sebagai penguatnya bersumber dari batang pisang kepok (*Musa paradisiaca normalis*). Proses pembuatan bioplastik pada penelitian ini menggunakan metode *casting* dengan menggunakan gliserol sebagai *plasticizer*. Proses *casting* akan dilakukan dengan variasi kadar dan ukuran serat selulosa.

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pati umbi talas dengan kadar pati 67,97% dan selulosa batang pisang dengan

kadar selulosa sebesar 62,75% sebagai bahan baku, gliserol 95% sebagai plasticizer, NaOH 1M, aquades , NaOCl 5%, dan HCl 3%.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, labu ukur, gelas piala, gelas ukur, batang pengaduk, oven, ayakan 100, 150 dan 200 mesh, cetakan kaca, kaca arloji, pipet tetes, heating mantle, kondensor, labu leher tiga, statif, termometer, hot plate. Peralatan atau instrumen untuk karakterisasi antara lain penguji kuat tarik, dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Prosedur Penelitian

Isolasi Selulosa dari Batang Pisang

Batang pisang dipotong menjadi ukuran ± 2 cm dan dikeringkan di dalam oven. Potongan batang pisang yang telah kering dihaluskan sampai berukuran menyerupai serbuk. Selanjutnya dilakukan tahap isolasi selulosa. Isolasi selulosa dilakukan melalui tiga tahap perlakuan. Tahap pertama adalah perlakuan basa dengan menggunakan NaOH disertai pemanasan. Pada penelitian ini digunakan NaOH 1 M dan suhu pemanasannya adalah 80 °C selama 4 jam. Sampel kemudian dicuci sampai didapatkan pH netral. Tahap kedua adalah proses pemucatan. Tepung batang pisang direndam dalam larutan NaOCl 5% selama 3 jam pada suhu 30 °C. Tahap ketiga adalah perlakuan dengan asam menggunakan HCl 3% disertai pemanasan pada suhu 60 °C selama 1 jam. Selulosa hasil isolasi dikeringkan dalam oven bersuhu 30-40 °C sampai kering (Febriyani, 2014). Langkah selanjutnya adalah pengayakan selulosa dengan ukuran 100, 150 dan 200 mesh.

Isolasi Pati dari Umbi Talas

Proses pembuatan pati umbi talas diawali dengan cara 100 gr umbi talas dicuci dengan air biasa kemudian ditiriskan. Umbi talas dikuliti dengan pisau kemudian dipotong berbentuk kubus berukuran kira-kira (1 x 1 x 1) cm. Umbi talas tersebut dimasukkan kedalam blender dan ditambahkan dengan air sebanyak 100 ml lalu diblender hingga halus. Hasil blender kemudian disaring dengan menggunakan saringan biasa. Filtrat yang diperoleh didiamkan selama 24 jam hingga terbentuk endapan (pati). Air dibuang untuk mendapatkan endapan pati. Endapan pati dicuci dengan menambahkan air pada pati tersebut, diaduk, lalu biarkan 1 jam lalu dibuang airnya. Diulangi kembali dengan menambahkan air pada endapan pati hingga diperoleh endapan pati yang benar – benar bersih. Hasil endapan pati yang diperoleh kemudian dikeringkan dengan oven pada temperatur 80ºC selama 15 menit [Sinaga, dkk., 2014].

Pembuatan Bioplastik

Pembuatan bioplastik tanpa penambahan selulosa, mula-mula pati yang diperoleh dari umbi talas ditambah aquades dengan perbandingan pati : aquades sebesar 1:20. Larutan tersebut diaduk dengan *hot plate* dan *magnetic stirrer* pada kecepatan 200 *rpm* dan suhu 70°C selama 20 menit. Selanjutnya gliserol sebanyak 15%b terhadap pati ditambahkan dan diaduk selama 10 menit setelah itu didinginkan. Hasil yang diperoleh dituang ke dalam cetakan kaca ukuran 30 cm x 20 cm. Setelah rata, adonan dalam cetakan dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam. Kemudian dimasukkan ke dalam desikator. Plastik siap untuk dikarakterisasi [Septionari, dkk., 2014]. Setelah itu, dilakukan pembuatan bioplastik dengan penambahan selulosa dengan kadar 6 %, 9 %, 12 % dan 15 %b terhadap berat pati dengan ukuran serat selulosa 100, 150 dan 200 mesh.

Uji Kekuatan Tarik (Tensile Strength) dan Pemanjangan Saat Putus (Elongation at Break) ASTM D882

Sampel yang akan diuji terlebih dahulu dikondisikan dalam ruang dengan suhu kelembaban relative standar (23 ± 2ºC) selama 24 jam. Sampel akan diuji dipotong sesuai standar. Pengujian dilakukan dengan cara kedua ujung dijepit pada mesin penguji tensile. Selanjutnya dicatat panjang awal dan ujung tinta pencatat diletakkan pada posisi 0 pada grafik. Knob start dinyalakan dan alat akan menarik sampel yang putus dan dicatat gaya kuattarik (F) dan panjang setelah putus. Selanjutnya dilakukan pengujian lembar berikutnya. Uji kekuatan tarik di hitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Tensile Strength(MPa)} = \frac{\text{Load of break}}{(\text{Original width})(\text{originak thickness})}$$

Pengukuran dilakukan dengan cara yang sama dengan uji kekuatan tarik. Elongasi dinyatakan dalam persentase melalui perhitungan berikut:

$$\%\ \text{Elongation} = \frac{\text{Panjang Putus} - \text{Panjang Awal}}{\text{Panjang Awal}} X\ 100\%$$

Prosedur Uji Modulus Young ASTM D882

Uji *Modulus Young* didasarkan pada hasil uji kekuatan tarik dan uji perpanjangan pada saat putus.

1. Diperoleh data nilai kekuatan tarik dari hasil pengujian.
2. Diperoleh data nilai perpanjangan pada saat putus dari hasil pengujian.
3. Ditentukan nilai *Modulus Young* berdasarkan nilai kekuatan tarik dan perpanjangan pada saat putus dari data yang diperoleh.

Perhitungan :

$$\textit{Modulus Young}\ (\text{MPa}) = \frac{\text{Kekuatan Tarik}}{\text{Pemanjangan Saat Putus}/100}$$

Pengujian Air Yang Diserap (Water Uptake) [Darni, dkk., 2009]

Berat awal sampel yang akan diuji ditimbang (Wo). Lalu isi suatu wadah (botol/ gelas/ mangkok) dengan air aquades. Letakkan sampel plastic kedalam wadah tersebut. Setelah 10 detik angkat dari dalam wadah berisi aquades, timbang berat sampel (W) yang telah direndam dalam wadah. Rendam kembali sampel kedalam wadah tersebut, angkat tiap 10 detik, timbang berat sampel. Lakukan hal yang sama hingga diperoleh berat akhir sampel yang konstan. Air yang diserap oleh sampel dihitung melalui persamaan:

$$\%\ \textit{water uptake} = \frac{\text{Berat Sampel (W)} - \text{Berat Sampel Awal(Wo)}}{\text{Berat Sampel Awal (Wo)}} X\ 100\%$$

Prosedur Analisa Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan dengan menggunakan metode sebagai berikut

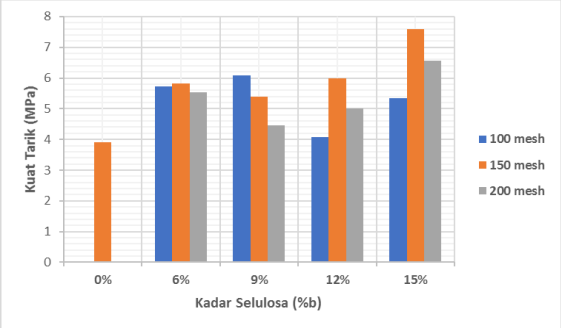
1. Siapkan sampel dengan ukuran 2 × 6 cm.
2. Kemudian ditimbang massanya
3. Sampel kemudian dikubur dalam tanah dan didiamkan selama satu minggu.
4. Bioplastik dikeringkan didalam desikator dan ditimbang sehingga diperoleh berat konstan.

$$\%\ \text{Berat (W)} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} X\ 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Kadar dan Ukuran Serat Selulosa Terhadap Kuat Tarik, Elongasi dan Modulus Young Bioplastik

Untuk mengetahui pengaruh kadar dan ukuran serat selulosa terhadap kekuatan tarik, maka dalam penelitian ini diinterpretasikan secara grafikal untuk melihat kecenderungan atau keterkaitan antara variabel. Hasil analisa menunjukkan bahwa bioplastik yang dihasilkan memiliki nilai kekuatan tarik seperti ditampilkan pada gambar 3.1

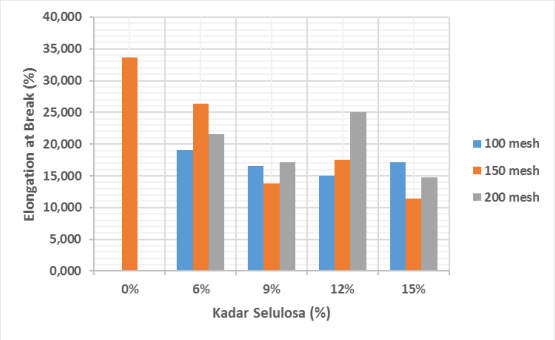


Gambar 3.1 Grafik Pengaruh Kadar dan Ukuran Selulosa Terhadap Kuat Tarik

Peningkatan nilai kuat tarik dapat juga diakibatkan oleh ukuran serat dari selulosa. Dari gambar 3.1 diatas dapat dilihat terjadinya kenaikan nilai kuat tarik bioplastik dari 100 mesh ke 150 mesh. Hal ini disebabkan oleh semakin kecil ukuran maka semakin luas permukaan, sehingga interaksi antara pengisi dengan matriks akan relatif kuat. Hal ini diperkuat oleh teori yang menyatakan bahwa reaksi antarfasa akan meningkat dengan semakin kecilnya ukuran partikel pengisi komposit [Adryani dan Maulida, 2014]. Selain itu, [Gunawan, dkk., 2016] juga menyatakan bahwa tingkat kerapatan susunan antar serat pada ukuran diameter kecil lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran diameter yang besar, sehingga rongga antar serat yang terjadi pada susunan diameter kecil lebih rendah dibandingkan dengan diameter besar. Hal ini akan mengurangi kemampuan material komposit dalam menerima beban, sebab ikata antar unsur penyusun komposit melemah. Nilai *tensile strength* tertinggi pada analisa bioplastik yang dihasilkan terdapat pada penambahan selulosa 15% dengan ukuran serat selulosa yang lolos ayakan 150 mesh yaitu sebesar 7,595 MPa.

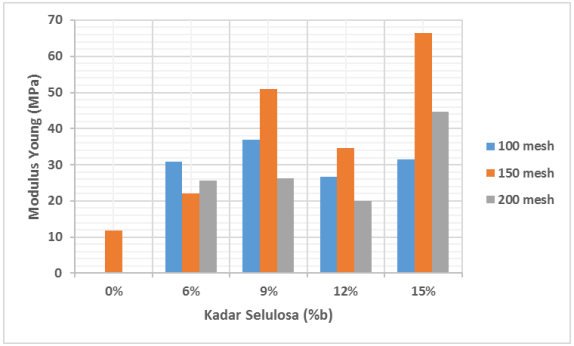
Pada gambar 3.1 diatas dapat dilihat terjadi juga penurunan nilai kuat tarik akibat dari semakin kecilnya ukuran dari serat

selulosa. Pada kadar selulosa 9 % terjadi penurunan nilai kuat tarik dari 100, 150 dan 200 mesh. Hal tersebut dapat diakibatkan terjadinya aglomerasi *filler* pada matriks pati. Hal ini didukung oleh teori yang mnyatakan bahwa peningkatan kandungan bahan pengisi menyebabkan terbentuknya aglomerat yang besar pada partikel pengisi. Ketika tingkat aglomerasi meningkat, maka interaksi antara pengisi dan matriks menjadi lemah. Selain itu, penurunan nilai kuat tarik juga dapat disebabkan oleh ketidakmampuan pengisi mendukung transfer tegangan yang merata dari matriks, sehingga mekanisme penguatan oleh adanya pengisi tidak terjadi dengan baik [Adryani dan Maulida, 2014].



Gambar 3.2 Grafik Pengaruh Kadar dan Ukuran Selulosa Terhadap Elongasi

Gambar 3.2 menunjukkan terjadinya penurunan nilai elongasi dengan adanya penambahan filler selulosa pada sampel bioplastik. Pada penelitian ini diperoleh hasil analisa elongasi terbesar pada penambahan selulosa 6% dengan ukuran serat selulosa 150 mesh yaitu 26,378%. Darni, dkk., [2009] menyatakan semakin banyak komposisi selulosa yang terkandung di dalamnya maka % elongasi semakin berkurang. Hal ini dikarenakan fleksibilitas yang tinggi pada selulosa sehingga dapat memberikan pengaruh terhadap perpanjangan elongasi pada sampel bioplastik. Hal ini dapat diartikan bahwa nilai kuat tarik berbanding terbalik dengan nilai perpanjangan elongasi. Hal ini terkait dengan penambahan gliserol. Gliserol sebagai plasticizer berfungsi sebagai pemberi sifat elastisitas pada film plastik sehingga semakin banyak gliserol yang ditambahkan maka akan meningkatkan nilai elongasi pada plastik. Penambahan plasticizer menyebabkan turunnya gaya intermolekular sepanjang rantai polimer sehingga meningkatkan fleksibilitas [Darni, dkk., 2009].

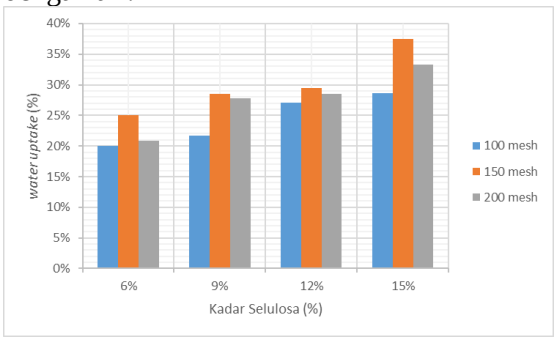


Gambar 3.3 Grafik Pengaruh Kadar dan Ukuran Selulosa Terhadap Modulus Young

Gambar 3.3 menunjukkan bahwa nilai modulus young sampel bioplastik dengan ukuran serat 150 mesh lebih besar dibandingkan dengan ukuran serat 100 mesh. Bahmid, [2014] menyatakan bahwa ukuran serat berpengaruh signifikan terhadap modulus young bioplastik. Semakin kecil ukuran serat penyusun selulosa maka semakin tinggi modulus young yang dihasilkan. Hal ini diduga karena sifat yang lebih reaktif yang menyebabkan mobilitas molekul rantai polimer semakin tinggi terhadap pemlastis sehingga tingkat kekakuan bioplastik menurun.

Pengaruh Kadar dan Ukuran Serat Selulosa Terhadap Water Uptake

Sifat ketahanan air suatu molekul berhubungan dengan sifat dasar molekulnya. Bahan pati yang digunakan dalam penelitian ini bersifat hidrofilik, yaitu menyukai air. Penambahan gliserol juga menambah sifat hidrofilik bioplastik yang dibuat. Peningkatan penyerapan air terkait dengan karakter hidrofilik pada gliserol sehingga terjadi peningkatan daya tarik-menarik gliserol dengan air.

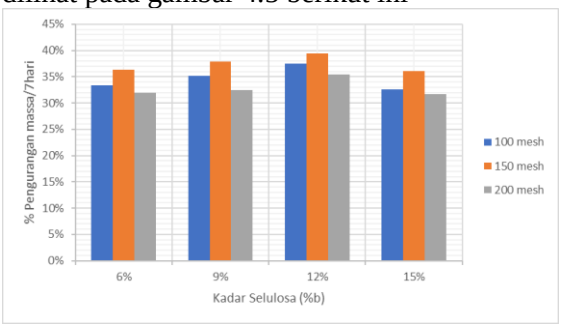


Gambar 3.5 Grafik Pengaruh Kadar dan Ukuran Selulosa Terhadap *Water Uptake*

Dari gambar 4.4 diatas terjadi kenaikan *water uptake* seiring dengan bertambahnya selulosa dan semakin mengecilnya ukuran serat selulosa. Namun pada ukuran selulosa 200 mesh memiliki nilai ketahanan air yang lebih rendah dibandingkan dengan ukuran serat selulosa yang 150 mesh. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan selulosa memiliki daya serap air yang relatif tinggi. Menurut Darni, dkk., [2009] penambahan selulosa bertujuan untuk mengurangi sifat hidrofilik pada pati karena karakteristik selulosa yang tidak larut dalam air. Ditinjau dari struktur kimia, selulosa memiliki ikatan hidrogen yang kuat sehingga sulit untuk bergabung dengan air. Namun penambahan selulosa yang berlebih mampu meningkatkan daya serap selulosa. Hal ini terjadi karena ikatan hidrogen dalam molekul selulosa cenderung untuk membentuk ikatan hidrogen intramolekul termasuk dengan molekul air.

Pengaruh Kadar dan Ukuran Serat Selulosa Terhadap Degradasi Bioplastik

Uji biodegradasi bertujuan untuk mengetahui seberapa lama bioplastik yang dihasilkan agar dapat terurai di lingkungan. Hasil pengujian biodegradasi bioplastik dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut ini

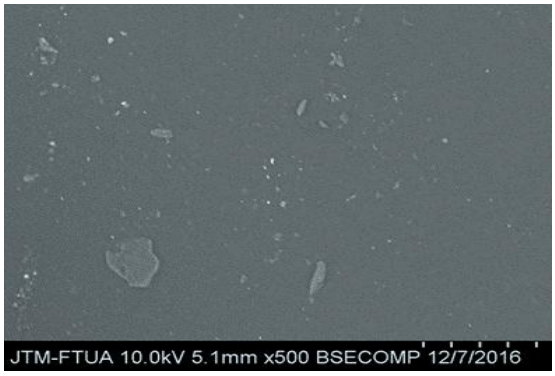


Gambar 3.6 Grafik Pengaruh Kadar dan Ukuran Selulosa Terhadap Biodegradasi

Pada gambar 3.6 diatas terjadi peningkatan %pengurangan massa seiring dengan penambahan selulosa dan semakin kecilnya ukuran serat selulosa. Namun terjadi penurunan %pengurangan massa pada ukuran serat 200 mesh dan penambahan selulosa 15%. Hal tersebut dapat diakibatkan karena semakin banyaknya selulosa yang ditambahkan, dimana selulosa merupakan polimer alam yang dapat terdegradasi di alam. Menurut Wypich [2003], pada uji biodegradabilitas air dapat menetrasi struktur material dan membantu aktivasi biologi (mikroba) pada material tersebut. Pada penelitian Behjat, dkk., [2009] menyatakan bahwa semakin banyak selulosa yang dikandung oleh suatu plastik, maka semakin cepat plastik tersebut untuk terdegradasi. Jadi yang berperan dalam faktor biodegradabilitas suatu plastik adalah selulosa. Karena selulosa merupakan bahan alam yang dapat terdegradasi di alam karena aktivitas mikroba yang berada di dalam tanah.

Scanning Electron Microscopy (SEM)

Dari mikrograf permukaan bioplastik hasil SEM berikut ini, dapat dilihat adanya aglomerasi atau penumpukan komponen selulosa di satu titik. Aglomerasi pada matriks pati dapat mengakibatkan tidak meratanya persebaran dari filler yang ditambahkan sehingga mengakibatkan hasil analisa sampel bioplastik tidak maksimal. Hal ini didukung oleh teori yang mnyatakan bahwa peningkatan kandungan bahan pengisi menyebabkan terbentuknya aglomerat yang besar pada partikel pengisi. Ketika tingkat aglomerasi meningkat, maka interaksi antara pengisi dan matriks menjadi lemah. Selain itu, penurunan nilai kuat tarik juga dapat disebabkan oleh ketidakmampuan pengisi mendukung transfer tegangan yang merata dari matriks, sehingga mekanisme penguatan oleh adanya pengisi tidak terjadi dengan baik [Adryani dan Maulida, 2014].



Gambar 3.4 Mikrograf SEM perbesaran 500x

4. Kesimpulan

Penambahan selulosa dan semakin kecil ukuran seratnya mengakibatkan nilai kuat tarik, modulus young dan *water uptake* semakin meningkat namun menurunkan elastisitas dari bioplastik yang dihasilkan.

Bioplastik dengan karakteristik terbaik diperoleh pada bioplastik dengan variasi ukuran serat selulosa 150 mesh dan kadar selulosa 15% dimana diperoleh nilai kuat tarik 7,595 MPa, elongasi 11,379%, modulus young

66,465 MPa, *water uptake* 37,50% dan biodegradasi 36,11%.

Daftar Pustaka

Adryani, R., Maulida. (2014). Pengaruh Ukuran Partikel Dan Komposisi Abu Sekam Padi Hitam Terhadap Sifat Kekuatan Tarik Komposit Poliester Tidak Jenuh. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3 (4), 31-36.

Bahmid, N.A., Khaswar, S., & Akhiruddin, M. (2014). Pengaruh Ukuran dan Serat Selulosa Asetat dan Penambahan Dietilen Glikol (DEG) Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Bioplastik. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 24 (3), 226-234.

Behjat, T., Rusly, A.R., Luqman, C.A., Yus, A.Y., & Azowa I.N. (2009). Effect of PEG on the Biodegradability Studies of Kenaf Cellulose-Polyethylene Compsites. *International Food Research Journal*. 16 (2): 243-247.

Darni, Y., Utami, H., & Asriah, S.N. (2009). Peningkatan Hidrofobisitas dan Sifat Fisik Platik Biodegradabel Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut Euchema spinossum. *Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 126-139

Febriyani, E.P. (2014). Selulosa Mikrobifril dari Batang Pisang Sebagai Bahan Baku Film Plastik. Skripsi Sarjana. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Ginting, M., Hasibuan, H.S., Rosdanelli, Sinaga, R.F., & Ginting, G. (2014). Pengaruh Variasi Temperatur Gelatinisasi Pati terhadap sifat Kekuatan Tarik dan Pemanjangan pada saat Putus Bioplastik Pati Umbi Talas, *Jurnal Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, ISSN : 2407-1846.

Gunawan, Y., Aksar, P., Irfan, L.O. (2016). Analisa Pengaruh Ukuran Diameter Serat Tangkai Sagu Terhadap Sifat Mekanik Pada Material Komposit. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 2 (2), 62-67.

Marbun. (2012). Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa, Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.

Ratnayake, W.S., Jackson, D.S. (2008). Starch Gelatinization, *Journal Advances in Food and Nutrition Research*, 55, 221-258.

Septiosari, A., Latifah., & Kusumawati, E. (2014). Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Limbah Biji Mangga dengan Penambahan Selulosa dan Gliserol. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 3 (2): 157-162.

Setiawan, H., Musthofa, L., Masruroh. (2014). Optimasi Plastik Biodegradable Berbahan Jelarut (Marantha Arundinacea L) dengan Variasi LLDPE untuk Meningkatkan Karakteristik Mekanik, *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 2 (2), 124-130.

Sinaga, R.F., Ginting, G., Ginting, M.H & Hasibuan, R. (2014) Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Sifat Kekuatan Tarik dan Pemanjangan saat Putus Bioplastik dari Pati Umbi Talas, *Jurnal Teknik Kimia*, Universitas Sumatera Utara Medan, 3 (2), 19-24

Whistler, R.L. (1993). *Methode in Carbohydrate Chemistry*, Academic Press Publishing, New York and London, Vol. 3.

Wypich, G. (2003). *Plasticizer Use and Selection for Specific Polymers*. Toronto: ChemTec Laboratories.