

PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN DAN GLISEROL TERHADAP SIFAT MEKANIK, MORFOLOGI, DAN WAKTU DEGRADASI BIOPLASTIK BERBASIS PATI KULIT UBI KAYU (*MANIHOT UTILISSIMA*)

Umi Fathanah¹, Mirna Rahmah Lubis², Muhammad Siddiqil Masyawi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdul Rauf No. 7 Darussalam Banda Aceh 23111 INDONESIA
¹umi_fathur@yahoo.com

Abstrak— Bioplastik merupakan plastik yang terbuat dari bahan alami seperti minyak nabati dan pati serta dapat terurai lebih cepat dibandingkan plastik konvensional. Oleh karena itu, bioplastik menjadi alternatif untuk menggantikan plastik konvensional yang menjadi sumber dari limbah plastik yang dapat mencemari lingkungan. Kulit ubi kayu merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan untuk membuat bioplastik karena memiliki kandungan pati yang tinggi, mudah ditemukan, dan ekonomis. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh penambahan kitosan dan gliserol terhadap sifat mekanik plastik, sifat fisik plastik, morfologi plastik, serta mengamati proses degradasi plastik yang dihasilkan. Pembuatan bioplastik dilakukan dengan cara mencampurkan pati kulit ubi kayu dengan kitosan pada rasio 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, dan 6:4, serta gliserol sebanyak 20%, 30%, dan 40% b/b sebagai *plasticizer*. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tarik tertinggi yaitu 4,18 MPa, nilai elongasi tertinggi yaitu 58,23%, dan *Modulus Young* tertinggi yaitu 1,99 MPa. Nilai *swelling* tertinggi yaitu 87,5%. Uji morfologi menggunakan Scanning Electron Microscopy menunjukkan pada bagian penampang tampak rata dan masih terdapat gelembung udara sedangkan pada bagian *cross-section* struktur plastik dan pori-pori tampak jelas. Waktu degradasi tercepat yang diperoleh selama 9 hari, sedangkan waktu degradasi terlama selama 21 hari.

Kata kunci— Bioplastik, gliserol, kitosan, pati kulit ubi kayu.

Abstract— Bioplastic is plastic which is made of natural materials such as vegetable oil and starch, and it can be degraded faster than conventional plastic. Therefore, bioplastic becomes an alternative solution to replace conventional plastic which is a source of environmental pollution. Cassava peel is one of raw materials which can be used to make bioplastic because it has a high starch composition, easily obtainable and inexpensive. This research aims to study the effect of chitosan and glycerol towards mechanical properties, physical properties, morphology, and degradation time of bioplastic. The bioplastic preparation takes place by mixing starch of cassava peel with chitosan (10:0, 9:3, 8:2, 7:3, 6:4 w/w), and glycerol (20%, 30%, and 40% w/w) as *plasticizer*. The research result shows the highest value of tensile strength is 4.18 MPa, the highest elongation at break is 58.23%, and the highest *Modulus Young* is 1.99 MPa. The highest *swelling* is 87.5%. Morphology analysis by using Scanning electron Microscopy shows that the top section appears flat and it still contains air bubbles, whereas at the cross section, plastic structure and pores are clearly visible. The fastest degradation of bioplastic occurs in 9 days, and the longest occurs in 21 days.

Keywords— Bioplastic, glycerol, chitosan, cassava peel starch

I. PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan merupakan suatu permasalahan yang harus ditanggapi secara serius oleh seluruh lapisan masyarakat, khususnya pencemaran yang diakibatkan oleh pembuangan sampah plastik. Jumlah sampah plastik yang dihasilkan rata-rata sekitar 10% dari total volume sampah, dimana kurang dari 1% plastik dapat dihancurkan karena sampah plastik berbahan dasar polimer sintetik dan sulit diuraikan oleh bakteri pengurai. Pada umumnya plastik berbahan dasar polimer sintetik membutuhkan waktu selama 300 hingga 500 tahun agar dapat terurai sempurna. Namun, pada saat terurai secara sempurna partikel plastik akan mencemari lingkungan disekitarnya. Pembakaran plastik merupakan salah satu cara agar plastik dapat terurai sempurna, akan tetapi hal tersebut bukanlah solusi yang baik karena plastik yang tidak terbakar sempurna pada suhu 800°C akan mengakibatkan terbentuknya dioksin yang merupakan salah satu senyawa berbahaya bagi kesehatan.[1] Plastik sering sekali digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena sifatnya yang ringan, kuat, dan stabil. Akan tetapi plastik banyak terbuat dari material yang sifatnya *non-renewable* (tidak dapat diperbaharui) sehingga membutuhkan waktu yang sangat lama agar dapat terurai di dalam tanah, Oleh karena itu sangatlah diperlukan kajian plastik yang berbahan dasar dari material

yang *renewable* (dapat diperbaharui) seperti dari bahan pati-patian [2].

Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang terbuat dari bahan baku yang dapat diperbaharui (*renewable source*) yang dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme pengurai. Plastik *biodegradable* biasanya disebut juga dengan bioplastik, dan plastik *biodegradable* umumnya memiliki kegunaan yang sama seperti plastik konvensional. Plastik *biodegradable* memiliki sifat yang ramah lingkungan dan dapat didaur ulang serta dihancurkan secara alami[3]. Berdasarkan bahan baku pembuatannya, plastik *biodegradable* dapat terbagi menjadi dua yaitu plastik *biodegradable* berbahan baku petrokimia yang bersifat *non-renewable* seperti poli (e -kapolakton) dan plastik *biodegradable* berbahan baku produk tanaman yang bersifat *renewable* seperti pati dan selulosa [4].

Pati merupakan zat tepung dari karbohidrat dengan suatu polimer senyawa glukosa yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu amilosa dan amilopektin. Umumnya pati dapat diperoleh dari tanaman umbi-umbian seperti ubi kayu dan jagung. Pati dapat diperoleh langsung dari daging buah maupun kulit buah [5]. Ubi kayu merupakan salah satu tanaman umbi yang memiliki kandungan pati yang cukup tinggi pada bagian kulitnya. Kandungan pati pada kulit ubi kayu berkisar antara 44 – 59% [6]. Pati memiliki kelebihan seperti mudah didapatkan, ekonomis, dan bersifat *renewable* sehingga dapat dijadikan alternatif bahan baku utama pembuatan bioplastik. Akan tetapi bioplastik berbahan dasar

pati memiliki beberapa kekurangan seperti sifat mekanik yang lebih buruk daripada plastik konvensional serta banyak menyerap air atau ketahanan air yang rendah, sehingga untuk menutupi kekurangan tersebut diperlukan zat aditif seperti kitosan dan gliserol yang berperan sebagai penguat sehingga bioplastik memiliki sifat mekanik dan ketahanan air yang lebih baik [7].

Kitosan merupakan senyawa turunan hasil deasetilisasi dari kitin. Dalam pembuatan bioplastik parameter yang harus diperhatikan dalam pemilihan kitosan sebagai *antimicrobial agenty* yaitu pH, berat molekul, konsentrasi, turunan kitosan, tipe mikroorganisme, derajat asetilasi, dan sumber kitosan [8]. Kitosan merupakan salah satu biopolimer yang sangat mudah ditemukan. Kitosan memiliki sifat *biodegradable*, tidak beracun, dan antimikroba [9]. Kitosan dapat berperan sebagai bahan penguat, dimana penambahan kitosan dengan pati dapat meningkatkan sifat mekanik dari bioplastik [10].

Plasticizer merupakan zat aditif yang diperlukan pada plastik berbahan dasar pati agar plastik yang dihasilkan tidak kaku (elastis), jenis *plasticizer* yang lazim digunakan yaitu gliserol dan sorbitol [11]. Gliserol merupakan *plasticizer* yang lebih efektif dibandingkan sorbitol karena gliserol memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intramolekuler. Selain itu *plasticizer* juga berfungsi untuk meningkatkan elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak antar molekul dari polimer. Semakin banyak *plasticizer* maka akan meningkatkan kelarutan. Begitu pula dengan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik juga akan meningkatkan kelarutannya dalam air [12].

Gelatinisasi merupakan proses yang sering sekali terjadi pada bioplastik berbahan dasar pati. Gelatinisasi merupakan proses penambahan air pada pati yang dipanaskan pada suhu tinggi sehingga granula pati akan menyerap air dan membengkak. Akan tetapi jumlah air yang dapat diserap dan pembengkakan dari pati terbatas. Pati umumnya dapat menyerap air secara maksimal jika suspensi air dipanaskan pada suhu 55°C hingga 65°C. Suhu gelatinisasi merupakan suhu pada saat granula pati pecah, dimana suhu gelatinisasi pati dapat mempengaruhi perubahan viskositas larutan pati. Proses gelatinisasi mengakibatkan ikatan amilosa cenderung saling berdekatan yang disebabkan oleh adanya ikatan hidrogen. Setelah proses gelatinisasi terjadi, biasanya larutan plastik (*dope*) akan langsung dicetak (*casting*) dan dikeringkan. Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan yang terjadi akibat hilangnya air di dalam bioplastik sehingga bioplastik yang dihasilkan akan lebih stabil [12].

Tujuan utama dari penelitian ini yaitu untuk mengkaji pengaruh penambahan kitosan dan gliserol terhadap sifat mekanik (*tensile strength*, elongasi, dan *Modulus Young*), sifat fisis, morfologi plastik, serta biodegradabilitas bioplastik yang berbahan dasar pati kulit ubi kayu.

II. METODOLOGI PENELITIAN

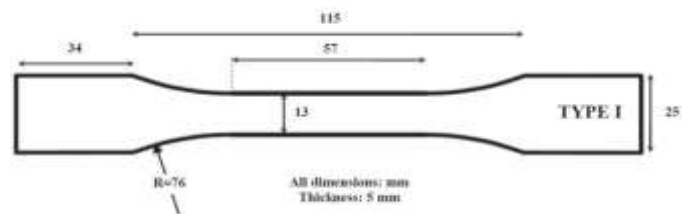
Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *aluminium foil*, blender, desikator, *digital balance*, gelas kimia, gelas ukur, *hot plate*, *magnetic stirrer*, plat kaca, spatula, *stop watch*, termometer. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan yaitu

aquades, asam asetat glasial, gliserol, kitosan, natrium metabisulfid, dan pati kulit ubi kayu.

Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahapan kegiatan, yang terdiri dari ekstraksi pati kulit ubi kayu, pembuatan bioplastik, dan analisis bioplastik. Tahap pertama yaitu ekstraksi pati kulit ubi kayu. Tahap ini dimulai dengan mencuci kulit ubi kayu lalu direndam dalam larutan natrium metabisulfid 0,3 % selama 24 jam. Selanjutnya kulit ubi kayu dihancurkan kemudian dicampur air dengan rasio 1:1. Bubur kulit ubi kayu disaring menggunakan kain kasa lalu dipisahkan antara filtrat dan ampasnya. Filtrat yang dihasilkan lalu diendapkan selama 24 jam. Endapan pati yang diperoleh selanjutnya dikeringkan menggunakan *oven* dengan suhu 70°C selama 3 jam [5]. Pati kering dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 200 *mesh*.

Tahap kedua yaitu pembuatan bioplastik. Pati ubi kayu seberat 5 gram dilarutkan dengan 50 ml *aquades* dalam gelas kimia lalu diaduk selama 15 menit agar larutan homogen. Kitosan sebanyak 5 gram dicampurkan ke dalam asam asetat glasial yang telah diencerkan menjadi 10% (b/v) dalam gelas kimia yang berbeda. Campurkan pati kulit ubi kayu dengan kitosan berdasarkan rasio yang ditentukan (10:0, 9:3, 8:2, 7:3, 6:4) di atas *hot plate* ke dalam gelas kimia yang telah dimasukkan *magnetic stirrer* yang berfungsi untuk mempercepat homogenisasi antara pati dan kitosan, pemanasan dan pengadukan ini dilakukan pada kondisi suhu 70°C selama 15-20 menit. Kemudian tambahkan *plasticizer* gliserol sesuai dengan variasi yang telah ditentukan (20%, 30%, dan 40% b/b). Setelah semua bahan telah tercampur, campuran harus tetap diaduk selama 30 menit agar kekentalan tetap terjaga sehingga campuran menjadi *dope*. *Dope* dituangkan ke atas plat kaca dengan ketebalan 0,02 mm [13]. *Dope* yang telah di-*casting* di atas plat kaca dimasukkan ke dalam oven dan didiamkan pada suhu 70°C selama 5 jam agar *dope* mengering menjadi bioplastik. Bioplastik yang telah kering dilepas dari plat kaca dan disimpan selama 24 jam di dalam desikator agar siap dianalisis.

Tahap terakhir yaitu analisis bioplastik. Parameter yang dianalisis yaitu sifat mekanik yang terdiri dari *tensile strength* (kuat tarik), elongasi, dan *Modulus Young*, morfologi plastik, dan waktu degradasi plastik. Pengujian *Tensile strength* dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machines Type HT-8503*. Sampel yang akan diuji harus dipotong berbentuk *dog bone* dengan ketebalan 101,5 µm hingga 245 µm. Bentuk dari sampel yang akan diuji dapat dilihat pada Gambar 2.1 [14].



Gambar 1 Bentuk Sampel Pada Pengujian *Tensile Strength*.

Tensile strength (σ) = $\frac{F}{A}$ Pada Pengujian kuat tarik diperoleh nilai kuat tarik maksimum dari sampel, nilai elongasi sampel saat putus dan nilai *Modulus Young*

(Kekakuan) dari bioplastik. Kuat tarik, elongasi, dan *Modulus Young* diperoleh menggunakan Persamaan (1) dan (2) [10].

$$Elongation (\epsilon) = \frac{L - L_0}{L_0} \tag{1}$$

$$Modulus Young (E) = \frac{\sigma}{\epsilon} \tag{2}$$

Dimana F tarikan maksimum; A luas permukaan sampel; L_0 panjang sampel mula-mula; dan L panjang akhir sampel.

Sifat fisis bioplastik diuji dengan pengujian ketahanan air (*swelling*). Pengujian ini dilakukan dengan cara sampel bioplastik dipotong dengan ukuran 3×2 cm dan ditimbang terlebih dahulu berat awalnya. Kemudian plastik direndam di dalam air dengan ketinggian 1,5 cm sampai terendam sempurna selama 24 jam. Selanjutnya ditimbang kembali berat sampel bioplastik. Kemampuan daya serap air dari bioplastik dapat dihitung berdasarkan Persamaan (4) [15].

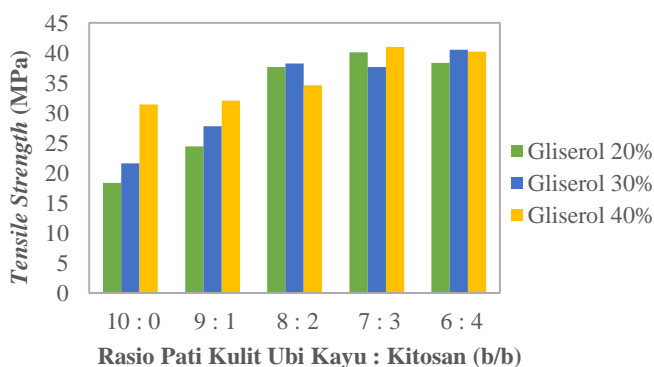
$$Swelling(W') = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \tag{3}$$

Analisis morfologi dilakukan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) Type TM300 Hitachi. Bagian sampel yang akan diuji yaitu bagian permukaan dan penampang dengan perbesaran $2500\times$. Pengujian waktu degradasi (*biodegradabilitas*) dilakukan dengan metode *soil burial test*. Sampel plastik dipotong dengan ukuran 3×3 cm dan ditimbang berat sampel mula-mula. Kemudian plastik ditanam di dalam tanah sampah dengan kedalaman 5 cm. Setelah itu sampel diambil setiap 3 hari sekali untuk ditimbang dan ditanamkan kembali sampel ke dalam tanah. Pengamatan dilakukan hingga sampel terdegradasi secara sempurna di dalam tanah [16].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Mekanik Bioplastik

Sifat mekanik bioplastik dapat ditentukan dengan cara uji kuat Tarik (*tensile test*) dan elongasi. Kuat tarik (*tensile strength*) merupakan gaya maksimum yang dapat ditahan oleh bioplastik [16]. Pengujian kekuatan tarik dari campuran kitosan dan pati ubi kayu dengan penambahan gliserol merupakan faktor yang penting untuk menentukan kondisi optimum sifat mekanis bioplastik yang diinginkan [17]. Pengaruh penambahan kitosan dan gliserol terhadap kuat tarik bioplastik dapat dilihat pada Gambar 2.2.

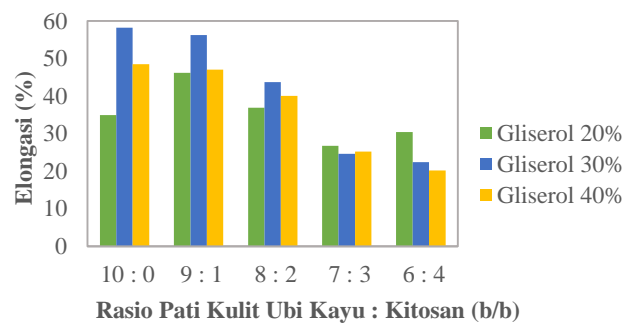


Gambar 2 Pengaruh Kitosan Dan Gliserol Terhadap Kuat Tarik Bioplastik.

Berdasarkan Gambar 2 pengaruh kitosan dan gliserol terhadap kuat tarik bioplastik memiliki hubungan berbanding lurus dimana semakin besar rasio kitosan terhadap pati dan gliserol maka semakin besarpula nilai kuat tarik yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena penambahan kitosan dapat memperbanyak ikatan hidrogen yang terdapat pada bioplastik, dimana semakin banyaknya ikatan hidrogen akan membuat struktur bioplastik menjadi semakin rapat dan membutuhkan energi yang besar agar dapat memutuskan ikatan tersebut sehingga bioplastik menjadi kuat dan tidak mudah putus [3]. Nilai *tensile strength* tertinggi diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 7:3 dan gliserol 40% yaitu sebesar 40,99 MPa (4,18 kgf/mm²), sedangkan nilai *tensile strength* terendah diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 10:0 dan gliserol 20% yaitu sebesar 18,34 MPa (1,87 kgf/mm²).

Perpanjangan (elongasi) merupakan perubahan panjang yang terjadi pada sampel pada saat dilakukan uji tarik. Ketika sampel diberi gaya tarik, jarak antar molekul pada sampel akan semakin renggang sehingga sampel menjadi bertambah panjang. Perpanjangan biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase [18] Pengaruh penambahan kitosan dan gliserol elongasi bioplastik dapat dilihat pada Gambar 2.3.

Berdasarkan Gambar 2.3 pengaruh kitosan terhadap elongasi bioplastik memiliki hubungan berbanding terbalik sedangkan pengaruh gliserol terhadap elongasi bioplastik memiliki hubungan lurus. Hal ini terjadi karena penambahan kitosan dapat membuat struktur bioplastik menjadi padat sehingga plastik menjadi lebih kaku dan tidak elastis. Sedangkan penambahan gliserol sebagai *plasticizer* dapat meningkatkan elastisitas dari bioplastik karena pada gliserol terdapat rantai fleksibel alkana yang dapat menyisip dan menghilangkan ikatan hidrogen di antara molekul polisakarida sehingga terdapat ruang kosong pada ikatan polisakarida yang membuat plastik tidak kaku (elastis) [11].

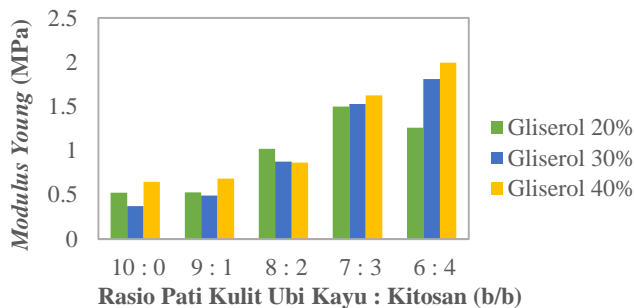


Gambar 3 Pengaruh kitosan dan gliserol terhadap elongasi bioplastik.

Nilai elongasi tertinggi diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 10:0 dan gliserol 30% yaitu sebesar 58,23%, sedangkan nilai elongasi terendah diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 6:4 dan gliserol 40% yaitu sebesar 20,18%.

Modulus Young merupakan ukuran kekakuan dari satu bahan, atau dapat dinyatakan juga sebagai perbandingan dari kuat tarik dengan elongasi [15]. Pengaruh penambahan kitosan dan gliserol terhadap *Modulus Young* bioplastik dapat dilihat pada Gambar 2.4.

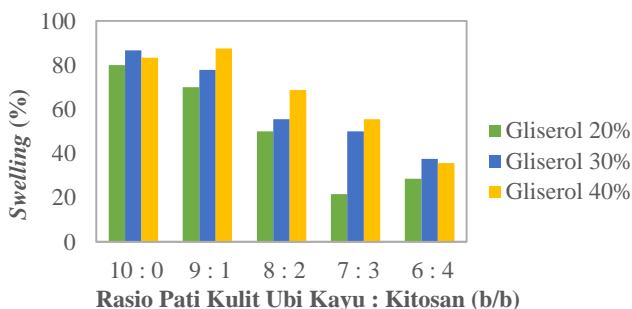
Berdasarkan Gambar 2.4 sampel bioplastik tanpa kitosan (rasio 10:0) memiliki nilai *Modulus Young* yang rendah, sedangkan pada pada sampel bioplastik yang ditambahkan kitosan (rasio 9:1, 8:2, 7:3, dan 6:4) nilai *Modulus Young* semakin meningkat. Hal ini terjadi karena penambahan kitosan dapat meningkatkan nilai kuat tarik dari bioplastik sehingga dapat meningkatkan nilai *Modulus Young* dari bioplastik. *Modulus Young* merupakan nilai yang menjadi acuan pada sifat mekanik bioplastik, dimana semakin tinggi nilai *Modulus Young* maka semakin bagus kualitas bioplastik yang dihasilkan [17]. Nilai *Modulus Young* tertinggi diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 6:4 dan gliserol 40% yaitu sebesar 1,99 MPa, sedangkan nilai *Modulus Young* terendah diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 10:0 dan gliserol 30% yaitu sebesar 0,37 MPa.



Gambar 4 Pengaruh kitosan dan gliserol terhadap *Modulus Young* bioplastik.

B. Sifat Fisis Bioplastik

Pengujian yang dilakukan untuk menentukan sifat fisis bioplastik yaitu uji ketahanan air (*swelling*). Ketahanan air atau juga dapat disebut daya serap air merupakan kemampuan plastik dalam melindungi produk dari air. Semakin besar daya serap airnya maka plastik kurang mampu melindungi produk dari air yang dapat menyebabkan produk cepat rusak atau berkurang kualitasnya [17]. Pengaruh penambahan kitosan dan gliserol terhadap *swelling* bioplastik dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 5 Pengaruh kitosan dan gliserol terhadap *Swelling* bioplastik.

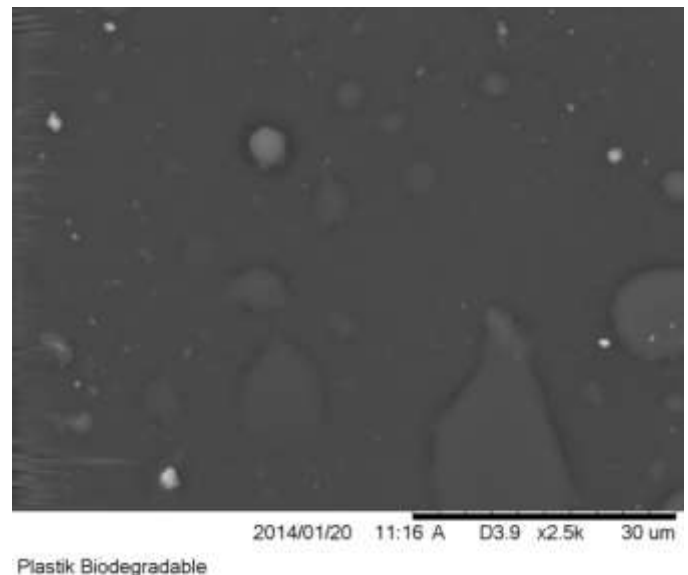
Berdasarkan Gambar 5 penambahan kitosan memiliki hubungan berbanding terbalik terhadap *swelling*, sedangkan gliserol memiliki hubungan berbanding lurus terhadap *swelling*. Semakin besar kitosan yang ditambahkan akan memperkecil nilai *swelling* bioplastik, sedangkan semakin besar gliserol yang ditambahkan akan memperbesar nilai *swelling* bioplastik. Hal tersebut terjadi karena kitosan yang

bersifat hidrofobik, dimana semakin besar kitosan yang ditambahkan pada bioplastik akan membuat senyawa rantai bioplastik menjadi sukar untuk dapat berikatan dengan senyawa rantai pada air yang mengakibatkan daya serap air pada bioplastik menjadi kecil (ketahanan air bioplastik menjadi lebih bagus) [15]. Sebaliknya, gliserol memiliki sifat hidrofilik yang sama seperti pati, dimana penambahan gliserol dapat mengakibatkan senyawa rantai pada bioplastik menjadi mudah untuk berikatan dengan senyawa rantai pada air sehingga bioplastik yang dihasilkan memiliki ketahanan air yang buruk (daya serap air tinggi) [12].

Nilai *swelling* tertinggi diperoleh pada bioplastik dengan rasio pati-kitosan 9:1 dan penambahan gliserol 40% yaitu 87,5%, sedangkan nilai *swelling* terendah diperoleh pada bioplastik dengan rasio pati-kitosan 7:3 dan penambahan gliserol 20% yaitu 21,66%.

C. Hasil SEM Bioplastik

Analisis morfologi dengan SEM bertujuan untuk menentukan homogenitas bioplastik, struktur permukaan, dan kehalusan permukaan hasil paduan. Hasil analisis SEM dengan perbesaran 2500x dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.



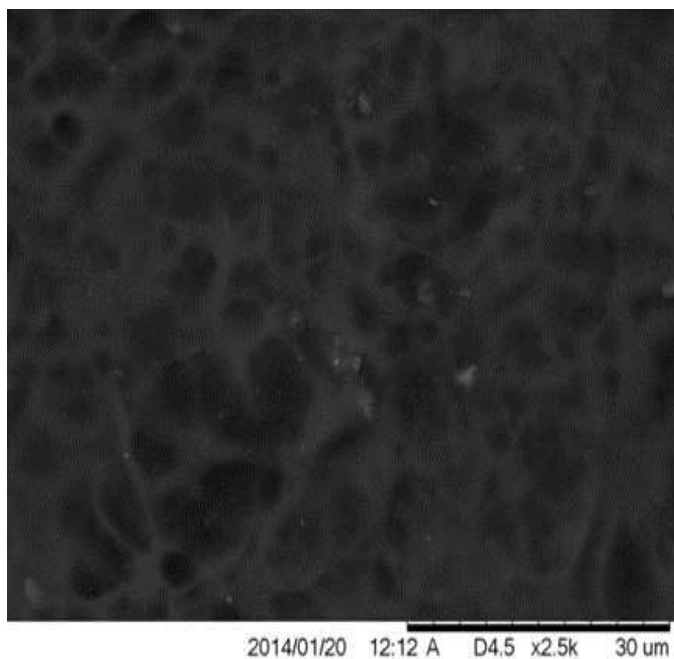
Gambar 6 Permukaan bioplastik pada rasio pati-kitosan 7:3 dan konsentrasi gliserol 30% dengan perbesaran 2500x.

Pengamatan struktur mikro menggunakan SEM untuk sampel bioplastik seperti yang disajikan pada Gambar 2.6 menunjukkan bahwa partikel-partikelnya saling berikatan satu dengan yang lain dan tergolong cukup rapat. Akibatnya air yang diserap cukup rendah dibandingkan bioplastik lainnya, tetapi terdapat pori yang tidak merata yang disebabkan oleh pengadukan yang belum sempurna. Struktur morfologi film yang dihasilkan tidak homogen disebabkan oleh pencampuran yang kurang sempurna dan adanya kitosan yang tidak larut dalam pelarut organik.

Pada permukaan bioplastik juga terlihat adanya gelembung-gelembung udara. Pembentukan rongga udara disebabkan oleh pengadukan dan proses pencetakan bioplastik yang kurang sempurna sehingga mempengaruhi struktur dari bioplastik yang dihasilkan. Semakin baik proses pencetakannya maka

uap air yang terkandung dalam bahan akan semakin cepat menguap, sehingga dalam proses penguapan air tersebut partikel-partikel bahan akan bergerak ke atas dan menyebabkan lapisan antar sel menyatu [14].

Struktur penampang melintang bioplastik pada Gambar 2.7 menunjukkan adanya pori-pori yang terbentuk. Pori-pori kecil dapat mengakibatkan film berbahan dasar pati memiliki laju transmisi rendah terhadap uap air dan gas [19]. Pada penampang bioplastik juga masih terdapatnya struktur granula pati di dalamnya meskipun sudah tidak utuh. Besarnya ukuran granula yang masih bisa diamati memiliki diameter 30 μm . Pati yang berasal dari biji, umbi, akar, dan batang tanaman memiliki diameter granula yang bervariasi antara 2-100 μm [14].

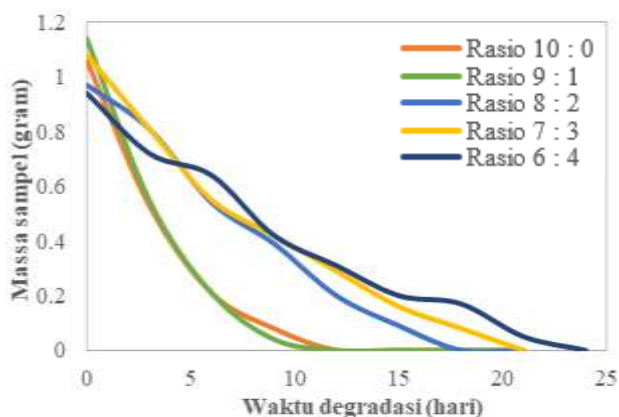


Plastik Biodegradable

Gambar 7 Penampang (*Cross-Section*) Bioplastik Pada Rasio Pati Kitosan 7:3 Dan Konsentrasi Gliserol 30% Dengan Perbesaran 2500 \times .

D. Biodegradabilitas Bioplastik

Biodegradabilitas merupakan kemampuan dari suatu bahan untuk dapat terurai di dalam tanah dengan bantuan mikroorganisme. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan kitosan dapat memperlama waktu degradasi dari bioplastik yang ditunjukkan pada Gambar 2.8



Gambar 8 Hubungan penurunan massa bioplastik terhadap waktu degradasi pada sampel dengan variasi rasio pati-kitosan dan penambahan gliserol 30%.

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa penambahan rasio kitosan berbanding lurus terhadap waktu degradasi, dimana semakin banyak kitosan yang ditambahkan pada bioplastik maka akan semakin kecil pengurangan berat massa sampel yang mengakibatkan sampel semakin lama untuk terdegradasi sempurna di dalam tanah. Hal tersebut terjadi karena kitosan memiliki sifat antimikroba, dimana kitosan dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* hingga 75% pada bioplastik [20]. Selain itu dengan adanya penambahan kitosan pada bioplastik juga dapat membuat struktur ikatan bioplastik semakin rapat dan kompleks sehingga mikroorganisme akan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memutuskan ikatan tersebut yang berarti bioplastik akan lebih lama terdegradasi secara sempurna di dalam tanah[21].

Pada Gambar 6 dapat dilihat juga waktu degradasi tercepat diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 10:0 yaitu 9 hari, sedangkan waktu degradasi paling lama diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 6:4 yaitu 21 hari. Faktor lain yang dapat membuat bioplastik dapat terurai di dalam tanah yaitu aktivitas dari mikroorganisme pengurai, dimana mikroorganisme tersebut dapat memutuskan rantai polimer menjadi molekul sederhana, serta dipengaruhi juga oleh larutan penyusun dari bioplastik seperti asam asetat dan gliserol yang mengandung ikatan senyawa alami dan bersifat mudah terurai sehingga mikroorganisme dapat dengan mudah menguraikan bioplastik [22].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, nilai tensile strength tertinggi diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 7:3 dan gliserol 40% yaitu sebesar 40,99 MPa (4,18 kgf/mm²) sedangkan nilai tensile strength terendah diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 10:0 dan gliserol 20% yaitu sebesar 18,34 MPa (1,87 kgf/mm²). Nilai elongasi tertinggi diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 10:0 dan gliserol 30% yaitu sebesar 58,23%, sedangkan nilai elongasi terendah diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 6:4 dan gliserol 40% yaitu sebesar 20,18%. Nilai *Modulus Young* tertinggi diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 6:4 dan gliserol 40% yaitu sebesar 1,99 MPa, sedangkan nilai *Modulus Young* terendah diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 10:0 dan gliserol 30% yaitu sebesar 0,37 MPa. Nilai *swelling* tertinggi diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 9:1 dan gliserol 40% yaitu sebesar 87,5%, sedangkan nilai *swelling* terendah diperoleh pada sampel dengan rasio pati-kitosan 7:3 dan gliserol 20% yaitu sebesar 21,66%. Hasil SEM menunjukkan pada bagian permukaan struktur bioplastik tampak rata dan rapat meskipun masih terdapat gelembung udara, sedangkan pada bagian penampang (*cross-section*) terlihat ada pori-pori pada bioplastik meskipun tidak terlalu menonjol dan masih terdapat sisa-sisa granula pati pada bioplastik. Hasil biodegradasi menunjukkan waktu degradasi bioplastik tercepat terjadi selama 9 hari, dan yang paling lama selama 21 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Ira Ditami Hapsari dan Nurul Pramudiah yang telah banyak membantu dan berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

[1] M. R. Utami, Latifah, and N. Widiarti, "Sintesis Plastik Biodegradable dari Kulit Pisang dengan Penambahan Kitosan dan Plasticizer Gliserol," *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 3, no. 2, pp. 163–167, Aug 2014.

[2] C. Amni, Marwan, and Mariana, "Pembuatan Bioplastik dari Pati Ubi Kayu Berpenguat Nano Serat Jerami dan ZnO," *Jurnal Litbang Industri*, vol. 5, no. 2, pp. 91–99, Dec 2015.

[3] P. Coniwanti, L. Laila, and R. Alfira, "Pembuatan Film Plastik Biodegradable dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemlastis Gliserol," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 20, no. 4, pp. 22–30, Dec. 2014.

[4] F. Razza, F. D. Innocenti, A. Dobon, C. Aliaga, C. Sanchez, and M. Hortal, "Environmental Profile of A Bio-based and Biodegradable Foamed Packaging Prototype in Comparison with The Current Benchmark," *Journal of Cleaner Production*, vol. 102, pp. 493–500, Apr. 2015.

[5] F. Akbar, Z. Anita, and H. Harahap, "Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong terhadap Sifat Mekaniknya" *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 2, no. 2, pp. 11–15, 2013.

[6] N. Richana, *Menggali Potensi Ubi Kayu & Ubi Jalar*. Bandung, Indonesia: Nuansa Cendekia, 2013.

[7] R. Wicaksono, K. Syamsu, I. Yuliasih and M. Nasir, "Karakteristik Nanoserat Selulos dari Ampas Tapioka dan Aplikasinya sebagai Penguat Film Tapioka," *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 23, no. 1, pp. 38–45, 2013.

[8] M. Hosseinnejad and S.M. Jafari, "Evaluation of different factors affecting antimicrobial properties of chitosan," *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 85, pp. 467–475, Jan. 2016.

[9] J. Wang, L. Wang, H. Yu, Z. Abdin, Y. Chen, Q. Chen, W. Zhou, H. Zhang, and X. Chen, "Recent Progress on Synthesis, Property and Application of Modified Chitosan: An Overview," *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 88, pp. 333–344, Apr. 2016.

[10] N. Kaisangsri, O. Kerdchoechuen, and N. Laohakunjit, "Biodegradable Foam Tray from Cassava Starch Blended with Natural Fiber and Chitosan," *Industrial Crops and Products*, vol. 37, pp. 542–546, Jul. 2012.

[11] F. Anggarini, Latifah, and S. S. Miswandi, "Aplikasi Plasticizer Gliserol pada Pembuatan Plastik Biodegradable dari Biji Nangka," *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 2, no. 3, pp. 173–178, Nov 2013.

[12] R. F. Sinaga, G. M. Ginting, M. H. S. Ginting, and R. Hasibuan, "Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Sifat Kekuatan Tarik dan Pemanjangan saat Putus Bioplastik dari Pati Umbi Talas," *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 3, no. 2, pp. 19–24, Jun 2014.

[13] L. Nurviantika, S. M. R. Sedyawati, and F. W. Mahatmanti, "Perbandingan Sifat Bioplastik Berbasis Limbah Nasi dan Kulit Singkong dengan Aditif Limonen," *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 4, no. 1, pp. 173–178, May 2015.

[14] A. W. Utomo, B. D. Argo, and M. B. Hermanto, "Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Lidah Buaya (*Aloe vera*)-Kitosan," *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, vol. 1, no. 1, pp. 73–79, Apr 2013.

[15] W. Setiani, T. Sudiarti, and L. Rahmidar, "Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan," *Valensi*, vol. 3, no. 2, pp. 100–109, Nov 2013.

[16] Y. D. Hartatik, L. Nuriyah, and Iswarin, "Pengaruh Komposisi Kitosan terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradable Bioplastik," *Physics Student Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 1–4, Apr 2014.

[17] G. P. Lazuardi and S. E. Cahyaningrum, "Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan dan Pati Singkong dengan Plasticizer Gliserol," *UNESA Journal of Chemistry*, vol. 2, no. 3, pp. 161–166, Sep 2013.

[18] I. Febriantoro, L. Nuriyah, and S. J. Iswarin, "Pengaruh Komposisi Pati Kulit Pisang Raja dan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Bioplastik dan Pengukuran Karakteristiknya," *Physics Student Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 1–4, 2014.

[19] S. Widyaningsih, D. Kartika, and Y. T. Nurhayati, "Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Kalsium Karbonat terhadap Karakteristik dan Sifat Biodegradasi Film dari Pati Kulit Pisang," *Jurnal Molekul*, vol. 7, no. 1, pp. 69–81, 2012.

[20] M. Vlacha, A. Giannakas, P. Katapodis, H. Stamatis, A. Ladavos, and N. M. Barkoula, "On the Efficiency of Oleic Acid as Plasticizer of Chitosan/Clay Nanocomposites and Its Role on Thermo-mechanical, Barrier and Antimicrobial Properties – Comparison with Glycerol," *Food Hydrocolloids*, vol. 57, pp. 10–19, Jan. 2016.

[21] G. A. A. M. P. Dewi, B. A. Harsoyo, and I. W. Arnata, "Pengaruh Campuran Bahan Komposit dan Konsentrasi Gliserol terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Kulit Singkong dan Kitosan," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, vol. 3, no. 3, pp. 1–10, 2015.

[22] Y. L. Imran, G. AS Hutomo, and I. Rahim, "Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu (*Metroxylon sp.*)," *e-Jurnal Agrotekbis*, vol. 2, no. 1, pp. 38–46, Feb 2014.