

PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRDABLE DARI TEPUNG NASI AKING

Selpiana*, Jeo Fitra Riansya, Kevin Yordan

(*)Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Inderalaya – Prabumulih KM. 32 Inderalaya 30662

Email: selpi.ana123@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan kemasan plastik membuat plastik menjadi salah satu alat yang banyak dicari-cari oleh masyarakat baik dari kalangan bawah sampai kalangan atas. Sifat plastik yang ringan, mudah dibentuk serta harganya yang terjangkau, semakin menguatkan perannya dalam menunjang kegiatan masyarakat sehari-hari. Namun, kebanyakan kemasan plastik yang digunakan masyarakat bersifat non-degradable sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan karena banyaknya tumpukan sampah yang tidak terdegradasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh banyaknya penambahan gliserol dan kitosan pada tepung nasi aking dalam pembuatan plastik biodegradable. Plastik biodegradable disintesis dengan melarutkan kitosan dan gliserol dengan asam asetat 2%. Selanjutnya variasi rasio kitosan (3 gram, 5 gram dan 7 gram) dengan gliserol (0 ml, 2 ml, 4 ml, 6 ml, 8 ml dan 10 ml). Karakteristik biodegradabel ditandai dengan adanya uji biodegradasi, uji kuat tarik dan elongasi. Hasil karakterisasi plastik biodegradabel yang memiliki kinerja optimal diperoleh dari plastik biodegradable dengan perbandingan kadar kitosan dan volume gliserol adalah 3 gr kitosan dan 2 mL gliserol yang memiliki kuat tarik 25.789 Kg/cm², elongasinya 2,43% dan degradasi 98% selama 45 hari.

Kata Kunci: nasi aking, plastik biodegradable, kitosan, dan gliserol.

Abstract

The Increasing of people needs of plastic package become one of the most needs that people search from the top society up to the bottom. The properties of plastic which is light, malleable and its affordable price, made plastic role more important to support people in their daily activity. But, most of the plastic package that people used has non-degradable property causing environmental issue because its deposit. This research meant to learned the effect of plasticizer adding and the chitosan ratio for the making of biodegradable plastic from steamed rice flour. The synthesis of biodegradable plastic done with chitosan and glycerol were dissolved in acetic acid 2%. Then the used of chitosan ratio was 3 gr, 5 gr, and 7 gr and the glycerol volume was 0 ml, 2 ml, 4 ml, 6 ml, 8 ml, 10 ml. The characterization of biodegradable plastic known by degradation test, tensile strenght test, and elongation test. The result of characterization of the biodegradable plastic that has optimal performance obtained by plastic that has comparison 3 gr of chitosan and 2 ml glycerol. This comparison has tensile strenght 25.789 Kg/cm², elongation 2,43% and 98% degradation in 45 days.

Keywords: steamed rice waste, biodegradable plastic, chitosan, and glycerol

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan plastik sudah tidak diragukan lagi, dari masyarakat kalangan bawah sampai masyarakat kalangan atas menggunakan plastik dalam kehidupan sehari-hari. Plastik adalah polimer sintesis yang tersusun atas monomer-monomer yang saling terikat atau berhubungan satu dengan yang lainnya. Jika monomernya sejenis disebut dengan homopolimer, jika berbeda disebut dengan kopolimer. Sifat plastik yang ringan, mudah dibentuk serta harganya yang terjangkau, semakin menguatkan perannya dalam menunjang kegiatan masyarakat. Dibalik pentingnya peranan plastik dalam kehidupan masyarakat, plastik menimbulkan problema yang tak

berkesudahan, yaitu limbah. Limbah plastik

Tabel 1. Data Statistik Sampah Di Indonesia

Jenis sampah	Jumlah (juta ton/ tahun)	Persentase (%)
Sampah dapur	22,4	58
Sampah plastik	5,4	14
Sampah kertas	3,6	9
Sampah lainnya	2,3	6

Sumber: Kementerian Negara Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2008

hasil dari aktivitas masyarakat menjadi isu yang memberi dampak sangat besar dalam masalah

lingkungan. Penguraian limbah plastik yang membutuhkan waktu yang lama untuk diuraikan oleh mikroorganisme yang ada di dalam tanah, menyebabkan limbah plastik semakin lama semakin menumpuk. Produksi limbah plastik di Indonesia menduduki peringkat kedua penghasil sampah domestik yaitu sebanyak 5,4 juta ton per tahun. Jumlah ini diperkirakan akan semakin meningkat seiring dengan kebutuhan dan daya beli masyarakat (Antara news, 2014). Plastik yang banyak digunakan oleh masyarakat dibuat dari bahan polimer yaitu *polyethylene*. Polyethylene ini berasal dari polimerisasi gas etena. Hasil polimerisasi ini tidak dapat diuraikan dengan sempurna oleh mikroorganisme. Selain dari *polyethylene*, propilen juga digunakan sebagai bahan pembuat plastik. Propilen merupakan satu jenis plastik yang umum digunakan dan mudah didapatkan di pasaran. Akibat dari lamanya waktu penguraian yang dibutuhkan, mendorong masyarakat untuk menemukan solusinya.

Salah satu cara untuk mengurangi limbah plastik ini dengan cara mendaur ulang plastik tersebut. Plastik daur ulang ini juga menimbulkan isu kesehatan yang dapat membahayakan terkait tingkat keamanan dan kesehatan bagi pemakainya (I gede Sanjaya, 2011). Saat ini penggunaan plastik ramah lingkungan semakin banyak digunakan. Plastik ini berbahan dari pati yang terdapat pada biomassa. Plastik biodegradable adalah plastik yang dapat digunakan seperti layaknya plastik pada umumnya dan dapat diuraikan oleh mikroorganisme dalam waktu yang relatif lebih singkat dibanding plastik dari polimer sintesis. Plastik biodegradable ini berbahan dasar pati, pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosa yang terdiri dari amilosa dan amilopektin dengan perbandingan 1:3 (besarnya perbandingan amilosa dan amilopektin ini berbeda-beda tergantung jenis patinya). Memanfaatkan limbah organik untuk membuat plastik biodegradable, semakin mendorong inovasi terbaru dalam pembuatannya.

Nasi merupakan bahan pangan pokok masyarakat dunia khususnya Indonesia. Di Indonesia, nasi sudah menjadi makanan pokok di rumah tangga, restoran maupun tempat kuliner lainnya. Tetapi tidak sedikit juga yang menyisakan nasi tersebut dan membuangnya. Hal ini menyebabkan limbah nasi meningkat. Pada kalangan masyarakat yang sangat miskin, nasi ini diolah kembali menjadi bahan pangan, nasi ini dikenal sebagai nasi aking. Nasi aking adalah nasi yang diperoleh dari sisa nasi yang telah dikonsumsi lalu dibuang dan diolah

kembali. Pengolahan nasi aking menjadi nasi untuk dikonsumsi sama seperti mengolah beras menjadi nasi pada umumnya. Walaupun sudah diolah kembali menjadi nasi, nasi aking tidak memberi nilai gizi yang sama seperti nasi biasa karena sudah melalui proses yang panjang (Suara Merdeka, 2014). Menurut FAO, limbah nasi tercatat menghasilkan jumlah yang besar untuk gas metana. Asia dicatat sebagai kawasan yang boros untuk nasi, sereal, dan air (Republika, 2013). Pemanfaatan nasi aking menjadi nasi sehingga dapat dikonsumsi kembali oleh masyarakat merupakan suatu kemunduran bagi negara agraris seperti Indonesia. Faktor yang mendorong masyarakat kalangan bawah untuk mengkonsumsi nasi aking adalah harganya yang lebih murah dibandingkan dengan terigu, jagung dan singkong. Nasi aking merupakan nasi yang sudah tidak layak untuk dikonsumsi masyarakat, karena telah basi dan mengandung jamur dan mikroorganisme merugikan lainnya. Seiring dengan permasalahan ini, penelitian pembuatan plastik dari polimer alam yang mudah diuraikan berkembang dengan pesat. Kandungan pati yang cukup tinggi dari nasi aking dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik biodegradable.

Plastik biodegradable adalah polimer plastik yang tersusun atas monomer organik yang terdapat pada pati, selulosa, protein dan mikroorganisme. Plastik biodegradable dapat digunakan layaknya plastik konvensional biasa namun akan hancur oleh aktivitas mikroorganisme dan menghasilkan air dan senyawa yang tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan ketika dibuang ke lingkungan (Rinaldi Febrianto Sinaga, 2014). Karena terbuat dari bahan-bahan organik, plastik biodegradable bersifat ramah lingkungan. Berdasarkan bahan bakunya, Plastik biodegradable dikelompokkan menjadi dua, yaitu kelompok dengan bahan baku petrokimia dan kelompok berbahan baku biomassa seperti selulosa dan sari pati. Pembentukan plastik biodegradable dengan bahan dasar pati (*starch*) menggunakan prinsip gelatinisasi. Pati dilarutkan dengan sejumlah air dan kemudian dipanaskan dengan temperatur tertentu sehingga menguapkan kandungan air dan meninggalkan lapisan film yang bersifat kaku dan stabil. Film adalah lembaran tipis yang fleksibel dan tidak mengandung bahan metalik dengan ketebalan 0,01 inci sampai 250 mikron (Wiwik Pudjiastuti, 2012). Tetapi Plastik biodegradable berbahan dasar pati memiliki kelemahan antara lain tidak tahan terhadap panas, sifat mekanis yang rendah, tidak tahan terhadap mikroorganisme dan air. Untuk

meningkatkan sifat mekanis plastik biodegradable ditambahkan zat aditif antara lain kitosan. Berdasarkan bahan bakunya, Plastik biodegradable dibedakan menjadi plastik biodegradable berbahan baku petrokimia (*non-renewable resources*) dan plastik biodegradable berbahan dasar biomassa (*renewable resources*) (SW Ningsih,2010).

Pati adalah polisakarida yang memiliki monomer glukosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Pati memiliki kristal bergranula yang tidak dapat larut dalam air dalam kondisi murni pada temperatur ruangan yang memiliki bentuk dan ukuran sesuai jenis tanamannya (Aditya Indra, 2009). Pati ini tidak larut di dalam air, tetapi dapat larut pada asam asetat 1%-2% (I Gede Sanjaya,2011). Pati tersusun atas dua polimer utama yaitu amilosa dan amilopektin, juga mengandung protein 0,25% dan lemak 0,1%-0,3% (Ashogbon dan Akintayo, 2012). Pemanfaatan pati masih sangat jarang dikarenakan sifat fisik dan kimianya yang sulit digunakan secara luas, sehingga dilakukan modifikasi secara fisika dan kimia maupun kombinasi keduanya. Modifikasi pati dapat dilakukan dengan memotong struktur molekul dan menyusun kembali struktur molekul pati tersebut, mengoksidasi atau mensubstitusi gugus molekul pati. Beberapa macam pati memberikan sifat yang berbeda, pati nasi misalnya, pati ini memiliki sifat *opaque* yaitu tidak transparan ketika dimasak. Pada pembuatan plastik biodegradable, pati digunakan sebagai bahan utama pembuatan plastik karena sifatnya yang elastis dan menyerupai plastik dari polimer minyak bumi.

Amilosa adalah polimer dari glukosa yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih dan tidak berbau. Amilosa merupakan bagian polimer linier glukosa dengan alfa (1- 4) unit glukosa. Amilosa memiliki berat molekul yang berbeda, tergantung dari jenisnya. Amilosa memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan hidrogen dan retrogradasi (Ulyarti,1997). Retrogradasi adalah pembentukan kembali kristal matriks pati setelah tergelatinisasi akibat dari pemanasan. Pati yang memiliki kandungan amilosa yang tinggi sulit larut di dalam air. Untuk menghidrolisis polimer ini dilakukan dalam suasana asam. Senyawa asam yang bisa digunakan seperti asam karboksilat, asam fosfor organik, dan asam sulfat organik (Erica Budina, 2012). Amilosa yang terlarut dalam larutan asam lalu tergelatinisasi dan dikeringkan dan kembali menjadi kristalin berbentuk lapisan film. Sedangkan amilopektin merupakan unit – unit polimerisasi glukosa *anhydrous* melalui ikatan 1,4 alfa glikosidik dan ikatan cabang alfa

1,6 pada setiap 20-26 unit monomer glukosa (Ulyarti,1997). Amilopektin pada pati memiliki sekitar 200 unit glukosa yang saling berikatan pada ikatan 1,4 alfa glikosidik yang panjang dan cenderung berbentuk heliks. Struktur cabang amilopektin merupakan hasil enzim yang memecah rantai linier yang panjang.

Pada pembuatan plastik biodegradable, pati digunakan sebagai bahan utama pembuatan plastik karena sifatnya yang elastis dan menyerupai plastik dari polimer minyak bumi. Pembentukan Plastik biodegradable dengan bahan dasar pati (*starch*) menggunakan prinsip gelatinisasi. Gelatinisasi adalah peristiwa pembengkakan granula di dalam sel tumbuhan disebabkan oleh terserapnya air sehingga membentuk gel (Ulyarti, 1996). Proses gelatinisasi ini bersifat *irreversible* karena perubahan struktur granula. Menurut Matz (1984) peningkatan volume granula terjadi pada temperatur 58°C-70°C, temperatur ini disebut dengan temperatur gelatinisasi. Pati yang terdiri atas amilosa dan amilopektin yang tersimpan di dalam granula sel tumbuhan memiliki jenis yang berbeda-beda tergantung dari panjang rantai karbon. Kandungan amilosa di dalam pati berkisar 10%-30% sedangkan amilopektin berkisar 70% - 90% (I Gede Sanjaya, 2014). Kandungan ini mempengaruhi viskositas pati ketika tergelatinisasi. Jumlah amilopektin selalu lebih besar dari amilosa.

Menurut Harper (1981) tahap awal gelatinisasi terjadi ketika granula berinteraksi dengan air disertai dengan temperatur yang meningkat menyebabkan ikatan hidrogen rusak. Selanjutnya amilosa berdifusi keluar dari granula disebabkan temperatur yang meningkat dan air yang berlebihan. Proses ini terus berlanjut sampai seluruh amilosa berdifusi keluar granula dan hanya menyisakan amilopektin. Ketika granula pecah, amilosa dan amilopektin tersusun kembali menjadi matriks tiga dimensi.

Pati yang tergelatinisasi membentuk struktur kristalin. Pati dilarutkan dengan asam asetat 2% dan kemudian dipanaskan dengan temperatur tertentu sehingga menguapkan kandungan air dan meninggalkan lapisan film yang bersifat kaku dan stabil. Film adalah lembaran tipis yang fleksibel dan tidak mengandung bahan metalik dengan ketebalan 0,01 inci sampai 250 mikron (Wiwik Pudjiastuti,2012). Asam asetat digunakan untuk menghidrolisis amilosa dan pemberi suasana asam (Erica Budina,2013). Amilosa yang terhidrolisis oleh asam asetat kemudian tergelatinisasi. Gelatin yang terbentuk dari

amilosa tersebut yang kemudian membentuk kristal *film* Plastik biodegradable. Asam asetat cair memiliki konstanta dielektrik yang kecil sehingga asam asetat cenderung lebih membentuk pasangan ion dan lebih sering digunakan dalam membentuk senyawa kompleks. Asam asetat digunakan, karena bersifat protik hidrofilik, yaitu senyawa asam yang menukarkan satu buah proton yang bersifat asam dan hidrofilik karena larut dalam air. Asam asetat dapat melarutkan senyawa – senyawa anorganik, glukosa, senyawa polar dan senyawa non polar seperti minyak. Asam asetat bersifat polar seperti air, etanol heksana dan karena sifat kepolarannya dan kelarutannya membuat asam asetat digunakan secara luas. Tetapi Plastik biodegradable berbahan dasar pati memiliki kelemahan antara lain tidak tahan terhadap panas, sifat mekanis yang rendah, tidak tahan terhadap mikroorganisme dan air. Sifat mekanik polimer adalah salah satu hal yang penting untuk diketahui, karena dengan mengetahui sifat mekanik polimer tersebut maka akan diketahui polimer mana yang cocok untuk digunakan di bidang apa saja. Pada umumnya sifat mekanik penting untuk bahan polimer berbentuk film adalah *tensile strength* (kuat tarik), *elongation at break* (perpanjangan saat putus) dan modulus Young. *Tensile strength* merupakan ukuran kekuatan suatu bahan ketika bahan menerima beban yang cenderung meregangkan atau memperpanjang bahan sebelum bahan tersebut patah/putus. Pengujian ini untuk mengetahui besarnya gaya yang diperlukan untuk mencapai tarikan maksimum pada plastik biodegradable dan untuk mengetahui ketahanan. Nilai *tensile strength* sendiri bergantung pada konsentrasi dan banyaknya bahan untuk membuat plastik biodegradable. Elongasi adalah seberapa besar pertambahan panjang suatu bahan ketika dilakukan uji kekuatan tarik / *tensile strength*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui persentase pertambahan panjang per panjang awal bahan yang diujikan. Elongasi merupakan salah satu jenis deformasi. Deformasi merupakan perubahan ukuran yang terjadi saat material di beri gaya.

Polimer yang dibuat dari bahan - bahan alami rentan terhadap degradasi oleh mikroorganisme. Proses terjadinya biodegradasi film plastik pada lingkungan dimulai dengan tahap degradasi kimia, yaitu oksidasi molekul yang menghasilkan polimer dengan berat molekul yang rendah. Tahap selanjutnya adalah serangan mikroorganisme (bakteri, jamur dan alga) dan aktivitas enzyme (*intracellular* dan *extracellular*). Pengamatan daya degradasi film

plastik dilakukan dengan cara mengubur film plastik didalam tanah selama 60 hari. Setelah 60 hari maka akan terlihat bahwa film plastik telah terdegradasi secara alamiah di dalam tanah secara keseluruhan. Hal ini dapat diakibatkan oleh beberapa faktor, diantaranya mikroorganisme pengurai dan kelembaban tanah.

Pembuatan Plastik biodegradable mempunyai metode yang beragam tergantung dari sifat fisika dan kimia bahan baku yang digunakan. Namun, teknik yang umum digunakan adalah teknik inverse fasa dan teknik *molten polymer*. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah teknik inversi fasa, yaitu dengan menguapkan pelarut yang telah dicetak pada plat kaca. Teknik inversi fasa merupakan proses perubahan terkendali polimer dari fasa cair menjadi fasa padat. Prinsip perubahan ini didasarkan pada prinsip termodinamika larutan dimana keadaan awal larutan stabil kemudian terjadi ketidakstabilan pada tahap perubahan fasa (*demixing*) dari cair menjadi padat (I Gede Sanjaya MH,2011). Perubahan fasa diawali dengan perubahan pada satu lapisan larutan menjadi dua lapisan. Salah satu lapisan yang berkonsentrasi tinggi (polimer) akan menjadi padat sedangkan lapisan yang berkonsentrasi rendah (pelarut) akan menguap. Sedangkan teknik *molten polymer* adalah teknik yang memanaskan polymer melebihi titik didihnya, sehingga polimer tersebut meleleh dan dapat melewati ekstruder (David N. Jones,1982), yaitu alat yang digunakan untuk mencetak polimer plastik menjadi film, pipa, fiber yang terdiri dari hopper, screw, dan die. Sedangkan prosesnya adalah ekstrusi. Ekstrusi adalah proses pada material mencapai tingkat lelehnya akibat panas gesekan dari luar.

Untuk meningkatkan sifat mekanis plastik biodegradable ditambahkan zat aditif kitosan dan plasticizer gliserol. Kitosan adalah senyawa polimer alami turunan kitin yang diperoleh dari hasil diasetilasi limbah perikanan seperti kulit udang dan kuit kepiting. Penggunaan kitosan sebagai zat aditif dalam pembuatan Plastik biodegradable akan mengurangi kecepatan penyerapan air, meningkatkan sifat mekanik, dan mengurangi sifat kelembaban dari film tersebut. Plasticizer gliserol digunakan untuk meningkatkan elastisitas suatu material dan meningkatkan sifat ekstensibilitas material. Plasticizer dapat menurunkan gaya intermolekul dan meningkatkan fleksibilitas dengan memperlebar ruang kosong yang dapat membuat ikatan hidrogen melemah. Pada pembuatan plastik biodegradable, *plasticizer* yang sering

digunakan adalah gliserol dan sorbitol. Gliserol merupakan hasil samping dari pembuatan biodiesel. Gliserol adalah senyawa turunan *alkohol* yang memiliki tiga gugus alkohol (-OH) yang terikat pada 3 gugus alkil. Gliserol merupakan hasil samping dari proses pembuatan biodiesel melalui proses transesterifikasi. Gliserol memiliki rasa manis dan tidak berbau. Gliserol merupakan *plasticizer* yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan *intermolecular*. Pada pengaplikasiannya, penggunaan *plasticizer* harus disesuaikan dengan kebutuhan material yang akan dibuat, jika pemakaian *plasticizer* terlalu banyak, maka akan menurunkan sifat mekanis dari plastik biodegradable dan menaikkan persentase *elongation of break*. Semakin banyak penggunaan *plasticizer* maka akan meningkatkan kelarutannya. Begitu juga dengan penggunaan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik berfungsi untuk menurunkan kekakuan pada molekul plastik. Konsentrasi gliserol yang terlalu tinggi juga akan member efek negatif terhadap plastik yang dihasilkan, yaitu plastik akan mudah sobek karena sifat elastis dari plastik yang terlalu besar.

Pada penelitian ini dipelajari penambahan volume gliserol dan rasio kitosan untuk meningkatkan kuat tarik, elongasi serta kecepatan degradasi terhadap pembuatan plastik biodegradable.

2. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat yang digunakan

- 1) Mill 60 mesh
- 2) Saringan biasa
- 3) Oven
- 4) Gelas ukur
- 5) Pengaduk kaca
- 6) Termometer
- 7) Magnetic stirrer
- 8) Glas beker
- 9) Spatula besi
- 10) Neraca analitik
- 11) Hot Plate
- 12) Erlenmeyer

B. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

- 1) Nasi aking
- 2) Gliserol
- 3) Kitosan
- 4) Aquades
- 5) CH₃COOH

C. Prosedur Penelitian

Pretreatment Tepung Nasi Aking

1. Pengambilan limbah nasi dari rumah makan dan membersihkannya dari sisa makanan.
2. Nasi aking dikeringkan menggunakan oven dengan temperatur 70°C selama 20 jam. Diharapkan kadar air yang berada pada nasi berkurang atau hilang.
3. Setelah kering dan menjadi nasi aking selanjutnya dihaluskan dengan *mill* dan disaring sehingga partikel berukuran 60 mesh.

Proses Pembuatan Plastik biodegradable

1. 10 gram tepung nasi aking dilarutkan dengan 50 ml asam asetat 2 % dengan pengadukan pada temperatur 65°C.
2. Selanjutnya kitosan dilarutkan dengan 100 ml asam asetat 2 % dengan pengadukan selama 30 menit pada temperatur 65°C.
3. Setelah semua larutan larut, larutan nasi aking dicampurkan ke larutan kitosan dengan pengadukan selama 15 menit yang diharapkan agar campuran menjadi homogen.
4. Ditambahkan dengan gliserol dan melakukan pengadukan dan pemanasan selama 15 menit dan temperatur mencapai 65°C.
5. Cetakan dibersihkan dengan alkohol 96 % dan selanjutnya menuangkan larutan plastik biodegradable ke cetakan.
6. Dimasukkan kedalam oven dengan temperatur 70°C selama 20 jam.
7. Mengeluarkan cetakan dari oven dan didinginkan pada temperatur kamar.
8. Plastik biodegradable siap dianalisa.

Pada proses pembuatan plastik biodegradable dilakukan variasi komposisi bahan pembuatan plastik biodegradable yang dimulai dengan variasi volume gliserol yaitu 0 ml, 2 ml, 4 ml, 6 ml, 8 ml, dan 10 ml dan rasio kitosan 3 gr, 5 gr, dan 7 gr.

Pengujian Hasil Plastik biodegradable

1) Kuat Tarik

Sampel yang akan diuji terlebih dahulu dikondisikan dalam ruang dengan temperatur dan kelembaban standar (23±2⁰C, 52%) selama 24 jam. Sampel yang akan diuji dipotong sesuai standar yaitu 2 x 8 cm. Pengujian dilakukan dengan cara kedua ujung sampel dijepit. Selanjutnya dicatat panjang awal sebelum penambahan beban. Setelah dicatat film yang telah dijepit ditambahkan beban Selanjutnya

dilakukan pengujian lembar berikutnya. Perhitungan :

$$\text{Kekuatan Tarik (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{gaya kuat tarik (F)}}{\text{Luas permukaan (A)}}$$

2) Elongasi

Pengukuran elongasi dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian kuat tarik. Elongasi dinyatakan dalam persentase. Perhitungan:

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100\%$$

Ket: l = panjang setelah putus

l_0 = Panjang mula-mula

3) Uji Biodegradasi

Kemudian setelah diuji sifat mekaniknya maka tahap uji berikutnya adalah uji biodegradable dengan cara sampel ditanam didalam tanah dengan kedalaman 30 cm dan dibiarkan selama 60 hari dengan pengamatan setiap 15 hari. Sebelum penanaman ditimbang dan diukur terlebih dahulu sampel yang akan ditanam tersebut. Sampel uji diambil dan dibersihkan, dicuci dengan aquades kemudian direndam dengan alkohol 70% selama 5 menit. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada temperatur 60°C selama 1 hari. Sampel ditimbang kembali menggunakan neraca analitis. Perlakuan ini dilakukan untuk semua sampel yang diteliti. Persen kehilangan berat dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ kehilangan berat} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \%$$

Dimana :

W_1 = Berat plastik sebelum di uji biodegradasi

W_2 = Berat plastik setelah di uji biodegradasi

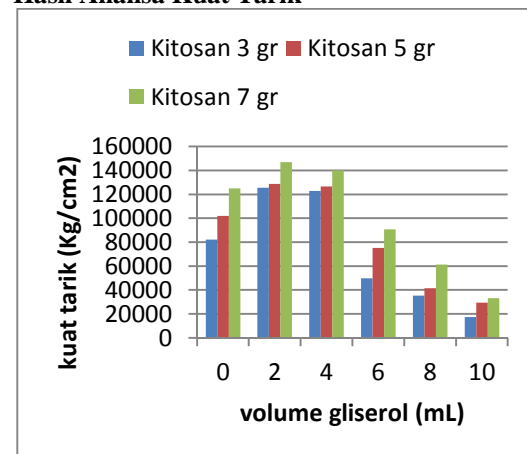
3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Plastik Biodegradable

Gambar 1. merupakan gambar dari plastik biodegradable yang dihasilkan, yaitu berupa lembaran tipis, transparan tidak tembus pandang dan elastis. Plastik Biodegradable dengan tambahan kitosan dan gliserol yang lebih banyak, tampak sedikit basah dan berbau asam. Bau asam yang ditimbulkan disebabkan oleh asam asetat yang digunakan sebagai pelarut tepung nasi aking dan kitosan. Plastik biodegradable ini mempunyai ketebalan sekitar 0,9-1 mm.

Hasil Analisa Kuat Tarik



Gambar 2. pengaruh penggunaan kitosan dan penambahan gliserol terhadap kuat tarik

Dari gambar 2. dapat dilihat bahwa penambahan kitosan dan gliserol memberikan hasil yang berbeda pada plastik yang dihasilkan. Bertambah banyak kitosan membuat nilai kuat tarik semakin naik. Kuat tarik adalah tegangan regangan maksimum sampel sebelum putus.

Pada sampel plastik yang tidak mengalami penambahan gliserol, sampel C dengan kadar kitosan 7 gr memiliki nilai kuat tarik yang paling tinggi. Naiknya nilai kuat tarik terjadi karena kadar kitosan yang semakin tinggi, maka akan semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat di dalam film plastik sehingga ikatan antar-molekul dari plastik akan semakin kuat. Naiknya nilai kuat tarik juga disebabkan oleh partikel bioplastik banyak mengalami perubahan fisika, sehingga plastik semakin homogen dan strukturnya rapat. Pada gambar 4.1. ditunjukkan juga sampel yang tidak mengalami penambahan gliserol (0 ml gliserol) nilai kuat tariknya semakin naik, naiknya nilai kuat tarik ini disebabkan ketebalan sampel plastik. Ketebalan sampel ini dikarenakan bertambahnya kadar kitosan. Sampel yang tidak mengalami penambahan gliserol juga bersifat

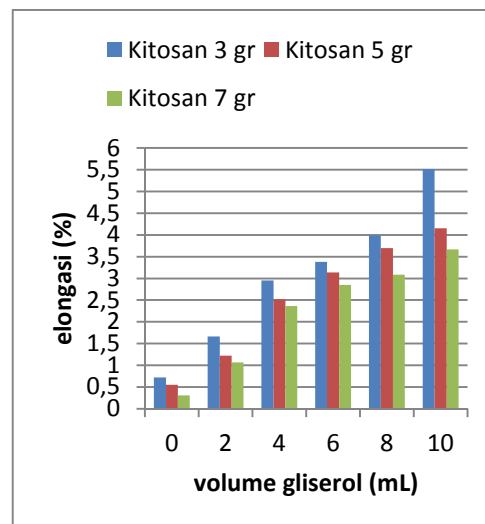
kaku dan sedikit kasar pada permukaannya. Pada sampel plastik yang tidak mengalami penambahan gliserol, didapat nilai rata – rata kuat tarik 103033 Kgf/cm².

Pada sampel plastik yang mengalami penambahan 2 ml gliserol didapat nilai rata-rata kuat tarik 133759 kgf/cm², dan sampel plastik dengan 7 gr kitosan yang paling tinggi nilai kuat tariknya. Nilai kuat tarik ini sesuai dengan minimal standar kuat tarik SNI yaitu sebesar 139,74 N/cm². Sehingga plastik biodegradable yang dihasilkan sudah memenuhi standar mutu dari SNI kantong plastik mudah terurai Nilai kuat tarik dengan penambahan 2 ml gliserol mengalami kenaikan dibandingkan sampel yang tidak mengalami penambahan gliserol. Kenaikan nilai kuat tarik ini terjadi karena gliserol membentuk ikatan silang dengan kitosan yang mengurangi gaya antar molekul rantai polisakarida sehingga sampel plastik menjadi lebih fleksibel dan sedikit lebih halus.

Pada sampel plastik yang mengalami penambahan gliserol, nilai kuat tarik dari sampel plastik cenderung menurun. Turunnya nilai kuat tarik ini disebabkan karena dengan penambahan gliserol sebagai *plasticizer*. Plasticizer menurunkan kekuatan ikatan hidrogen pada plastik sehingga menaikkan fleksibilitas sampel plastik. Naiknya fleksibilitas plastik ini menyebabkan nilai kuat tarik dari sampel plastik menurun. Penambahan gliserol akan mengurangi gaya antar-molekul rantai polisakarida yang menyebabkan fleksibilitas pada plastik. Peran gliserol di dalam plastik tersebut terletak diantara rantai ikatan biopolimer dan dapat berinteraksi dengan molekul-molekul biopolimer. Interaksi dengan molekul-molekul dapat melemahkan ikatan hidrogen dalam rantai ikatan biopolimer sehingga menyebabkan interaksi antar molekul biopolimer menjadi semakin berkurang. Lemahnya ikatan hidrogen antar molekul biopolimer ini menyebabkan berkurangnya kuat tarik film.

Hasil Analisa Pemanjangan (Elongasi)

Pada analisa elongasi didapat grafik sebagai berikut:



Gambar 3. Pengaruh penggunaan kitosan dan penambahan gliserol terhadap pemanjangan bioplastik

Persen pemanjangan diukur untuk mengetahui tingkat keelastisan dari sampel plastik yang dibuat. Dari gambar 3. dapat dilihat bahwa peningkatan elongasi terjadi dengan adanya penambahan gliserol. Pada sampel plastik tanpa adanya penambahan gliserol (0 ml gliserol) , sampel A memiliki persen elongasi yang lebih baik daripada sampel B dan Sampel C. Besarnya persen elongasi sampel A disebabkan kadar kitosan yang kecil, yaitu 3 gr. Kadar kitosan yang tinggi membuat ikatan hidrogen pada sampel plastik semakin bertambah kuat, padat, dan kaku. Ikatan hidrogen yang bertambah kuat disebabkan jarak antar molekul semakin rapat.

Pada sampel plastik lainnya, persen elongasi cenderung naik. Sampel A dengan penambahan 10 ml gliserol memiliki persen elongasi yang paling besar. Penambahan gliserol melemahkan ikatan hidrogen, sehingga jarak antar molekul biopolimer menjadi renggang. Kerenggangan antar molekul biopolimer meningkatkan fleksibilitas sampel plastik. Gliserol juga dapat menambah *free volume* dalam matriks film dengan melemahkan ikatan hidrogen antara rantai-rantai polimer (Luddk., 2009). Kenaikan persen elongasi menyatakan bahwa semakin banyak gliserol yang ditambahkan maka nilai elongasi dari plastik biodegradable cenderung naik. Pada gambar 4.2. dapat dilihat setiap sampel mengalami kenaikan persen elongasi karena penambahan gliserol. Tetapi persentase elongasi berbanding terbalik dengan kuat tarik. Semakin tinggi persen elongasi maka kuat nilai tariknya menurun, sebaliknya jika kuat tarik naik maka

persen elongasi menurun. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan ke dalam sampel plastik, maka elongasi akan menurun. Penurunan elastisitas ini disebabkan oleh penambahan kitosan sebagai zat aditif, kitosan merapatkan jarak antar molekul biopolimer yang merenggang. Penurunan jarak antar molekul biopolimer plastik *degradable* disebabkan karena titik jenuh telah terlampaui sehingga molekul-molekul pemplastis yang berlebih berada di dalam fase tersendiri di luar fase polimer dan akan menurunkan gaya intermolekul antar rantai (Laila, 2014).

Kami menduga semakin banyak gliserol yang digunakan maka semakin lentur plastik biodegradabel tersebut. Sebagai kantong plastik mudah terurai hasil pemanjangan plastik ini belum sesuai dengan nilai standar mutu SNI yang berkisar 400 – 1120 %. Hasil yang diperoleh dari analisa elongasi ini memberikan nilai paling sebesar 5,5% .

Hasil Analisa Biodegradasi

Analisa degradasi dilakukan untuk mengetahui apakah suatu material dapat didegradasi. Pada analisa degradasi, ada beberapa mekanisme yaitu secara kimiawi, biologi, termal, dan biodegradasi. Plastik dapat didegradasi dengan meningkatkan sifat hidrofiliknya atau pemotongan rantai polimernya menjadi lebih pendek dengan dioksidasi sehingga dapat diuraikan oleh mikroorganisme (bharwadj *et al*,2012).

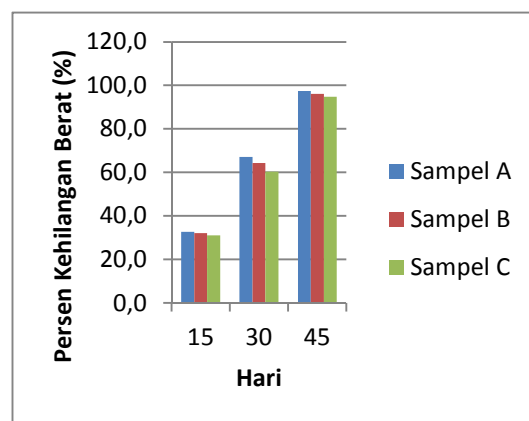
Pada pengujian degradasi plastik biodegradable dilakukan dengan pengujian *soil burial test*. Soil burial test yaitu penanaman plastik biodegradabel di dalam tanah untuk mengetahui kemampuan degradasinya. Sampel plastik biodegradable ditanam di dalam tanah dengan kedalam 30 cm selama 60 hari dengan titik pengamatan 15 hari. Pengamatan pada pengujian ini dilakukan dengan visual dan perhitungan persen kehilangan berat sampel plastik.

Gambar 4. menunjukkan semakin tingginya kadar kitosan maka semakin lambat degradasinya, ini karena penyerapan air yang lambat akibat tingginya kadar kitosan. Kitosan yang bersifat hidrofobik menghambat laju penyerapan air yang memudahkan bakteri untuk membusukkan sampel plastik. Penguraian di dalam tanah diawali dengan penyerapan air terlebih dahulu. Pada hari ke-15 persentase penurunan berat mencapai 30% dari total berat 1 gr. Pada hari ke-45 penurunan berat mencapai 95% dan pada hari ke- 60 plastik biodegradabel sudah terdegradasi seluruhnya. Semakin lambatnya degradasi yang terjadi disebabkan

oleh semakin padatnya antar molekul plastik biodegradabel karena penambahan kitosan sehingga penyerapan air berlangsung lambat. Selain itu, bakteri yang berada di tanah akan mendegradasi plastik biodegradable yang mengandung pati (polimer alami) dengan cara memutuskan rantai polimer menjadi monomer-monomernya melalui enzim yang dihasilkan dari bakteri tersebut (Sanjaya dkk, 2011). Kecepatan degradasi juga dipengaruhi oleh gliserol karena gliserol bersifat hidrofilik. Sifat hidrofilik berfungsi untuk mempercepat penyerapan air yang memungkinkan mikroorganisme dapat mendegradasi sampel plastik dengan cepat.

Menurut standar ASTM 5336 untuk tingkat degradasi 100% dibutuhkan waktu 60 hari untuk plastik biodegradable golongan *Polilactid acid* (PLA). PLA adalah plastik biodegradable yang berasal dari glukosa yang difermentasi oleh mikroorganisme. Asam laktat yang dihasilkan dari fermentasi glukosa dapat diperoleh dari tebu, pati, tapioka, kentang maupun biomassa yang mengandung glukosa lainnya.

Pada penelitian ini, film plastik dapat terdegradasi 60% pada hari ke 30. Hal ini berarti, agar terdegradasi 100% dibutuhkan waktu $\frac{100}{60} \times 30$ hari = 50 hari.



4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan:

1. Semakin tinggi volume gliserol yang digunakan, persen elongasi semakin bertambah. Elongasi paling besar didapat pada perbandingan 3 gr kitosan dengan penambahan 10 ml gliserol. Tetapi penambahan volume gliserol menyebabkan plastik biodegradable semakin mudah sobek.

2. Nilai kuat tarik paling besar didapat dengan perbandingan 7 gr kitosan dan 2 ml gliserol.
3. Persentase degradasi paling lambat terjadi pada bioplastik dengan kadar kitosan 7 gr. Lambatnya degradasi disebabkan kadar kitosan yang tinggi mengurangi laju penyerapan air.
4. Plastik biodegradable yang dihasilkan memiliki:
 - a) Kuat tarik paling besar dengan nilai 14.700 N/cm². Hasil ini sesuai dengan standar kuat tarik SNI yaitu sebesar 139,74 N/cm².
 - b) Elongasi paling besar memiliki pemanjangan 5,5 %, hasil elongasi ini belum sesuai SNI, yaitu memiliki nilai pemanjangan 400%-1120%.
 - c) Plastik Biodegradable dari tepung nasi aking dapat terdegradasi 100% selama 50 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashogbon, A.O. Dan Akintayo E.T. 2012. *Morphological, Functional and Pasting Properties of Starches Separated Cultivars Rice Grown in Nigeria*. International Food Research Journal 19(2): 665-671 (2012)
- Anita, Zulisma, Akbar F. dan Harahap H. 2013. *Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong*. Jurnal Teknik Kimia USU Vol. 2, No.2
- Hartatik, Y.D, Lailatun N, dan Iswarin. 2014. *Pengaruh Komposisi Kitosan terhadap Sifat Mekanik Dan Biodegradable Plastik biodegradable*. Jurnal Teknologi dan Sains
- Kumoro, A.C, dan Purbasari A. 2014. *Sifat Mekanik Dan Morfologi Plastik Biodegradable Dari Limbah Tepung Nasi Aking Dan Tepung Tapioka Menggunakan Gliserol Sebagai Plasticizer*. Jurnal Teknik Kimia Universitas Diponegoro.
- M.H, I Gede Sanjaya, dan Puspita T. 2011. *Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Plastik biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Singkong*. Jurnal Teknik Kimia ITS.
- Matz,S.A. 1984. *Bakery Technology and Engineering* 3rd Ed. AVI Van Nostrand Reinhold, New York Di dalam Ulyarti.1997. Ulyarti. 1997. *Mempelajari Sifat-Sifat Amilografi pada Amilosa, Amilopektin dan Campurannya*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ningsih, SW. 2010. *Optimasi Pembuatan Bioplastik Polihidroksialkanoat Menggunakan Bakteri Mesofilik Dan Media Cair pabrik Kelapa Sawit*. Tesis Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatra Utara. Medan
- Pudjiastuti,dkk. 2012. *Polimer Nanokomposit Sebagai Master Batch Polimer Biodegradable Sebagai Kemasan Makanan*. Jurnal Riset Industri Vol. VI,No. 1. 2010. Hal:51-60
- Purbasari, dkk. 2014. *Bioplastik Dari Tepung Biji Nangka*. Prosiding SNST ke-5 tahun 2014 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim, Semarang.
- Sinaga,R.F. 2014. *Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Kekuatan Tarik Dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik Dari Pati Umbi Talas*. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 3, No 2.
- Syafputri,Ella. 2014. www. Antaranews.com edisi Selasa 4 Februari 2014.
- Ulyarti. 1997. *Mempelajari Sifat-Sifat Amilografi pada Amilosa, Amilopektin dan Campurannya*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.