

PEMANFAATAN BIJI DURIAN SEBAGAI BAHAN BAKU PLASTIK *BIODEGRADABLE* DENGAN *PLASTICIZER* GISEROL DAN BAHAN PENGISI CaCO_3

Sri Haryati*, Anggie Septia Rini, Yuni Safitri

*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Inderalaya – Prabumulih KM. 32 Inderalaya 30662
Email: haryati_djoni@yahoo.co.id

Abstrak

Pemakaian plastik dalam kehidupan sehari-hari sebagai pengemas terus mengalami peningkatan menyebabkan limbah plastik semakin bertambah dari hari ke hari. Sampah plastik berasal dari bahan baku minyak bumi sulit terurai oleh mikroba di dalam tanah. Salah satu cara untuk mengurangi penggunaan *plastic non-degradable* yaitu dengan memproduksi plastik dari bahan-bahan organik yang mengandung pati didalamnya. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh banyaknya penambahan gliserol dan CaCO_3 pada tepung biji durian dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* dibuat dengan melarutkan tepung biji durian dengan aquades ditambah dengan gliserol dan CaCO_3 . Selanjutnya variasi rasio CaCO_3 (0 gram, 0,5 gram, 1 gram, dan 1,5 gram) dengan gliserol (25%, 35%, 45%, dan 55% dari berat tepung biji durian). Karakteristik *biodegradable* ditandai dengan adanya uji biodegradasi, uji kuat tarik dan elongasi. Hasil karakterisasi plastik *biodegradable* yang memiliki kinerja optimal diperoleh dari plastik *biodegradable* dengan kuat tarik 0,71 Mpa, persen elongasi 16,3%, dan waktu degradasi 14 hari.

Kata Kunci: Biji durian, gliserol, *biodegradable*, sampah plastik.

Abstract

The use of plastics as a packaging material in daily life continues to increase, it makes the plastic waste also increasing from time to time. Plastic waste that made from petroleum feedstock is difficult to unravel by microbes in the soil. One way can be done to reduce the use of non-degradable plastic is by producing plastics from organic materials containing starch. This study was conducted to assess the effect of the amount of the addition of glycerol and CaCO_3 into durian seed flour in the production of biodegradable plastics. Biodegradable plastics are made by dissolving the durian seed flour with water, glycerol and CaCO_3 . Furthermore, variations in the ratios CaCO_3 (0 gram, 0.5 gram, 1 gram and 1.5 gram) with glycerol (25%, 35%, 45%, and 55% of the weight of durian seed flour). Characteristics of biodegradable plastics are marked by the biodegradation test, tensile strength and elongation test The characterization results biodegradable plastics that have the optimal performance of biodegradable plastics obtained by 0,71 Mpa of tensile strength, elongation 16,3%, 14 days of degradation time.

Keywords: Durian seed, glycerol, *biodegradable*, plastic waste.

1. PENDAHULUAN

Salah satu bahan polimer yang banyak digunakan dalam kehidupan manusia adalah plastik. Plastik adalah polimer sintesis yang tersusun atas monomer-monomer yang saling terikat atau berhubungan satu dengan yang lainnya. Plastik bersifat kuat, ringan, dan praktis sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengemas baik makanan ataupun lainnya.

Kebutuhan akan plastik sangat besar sehingga memicu permasalahan lingkungan di dunia terutama di Indonesia berupa sampah plastik. Sampah plastik yang berasal dari bahan baku minyak bumi merupakan sampah yang sulit terurai oleh mikroba di dalam tanah. Di Indonesia, menurut data statistik persampahan domestik Indonesia, jenis sampah plastik menduduki peringkat kedua sebesar 5,4 juta ton

per tahun atau 14% dari total produksi sampah. Jumlah ini diperkirakan akan semakin meningkat seiring dengan kebutuhan dan daya beli masyarakat.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan *plastic non-degradable* yaitu dengan memproduksi dan membuat plastik dari bahan-bahan organik yang mengandung pati didalamnya. Pemanfaatan biji durian masih terbatas, karena hanya sepertiga dari buah durian yang bisa dimakan, sedangkan biji (20% sampai 25%) dan kulit biasanya dibuang. Selain itu, biji durian dewasa ini belum dimanfaatkan dengan baik dan masih banyak dibuang oleh masyarakat. Limbah biji durian yang ketersediaannya melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal memiliki kandungan karbohidrat terutama patinya yang cukup tinggi sekitar 43,6% dibanding dengan ubi jalar 27,9% atau singkong 34,7%.

Plastik Biodegradable

Biodegradable berasal dari kata *bio* yang berarti makhluk hidup, dan *degradable* yang memiliki arti dapat terurai. Jadi, film plastik *biodegradable* dapat diartikan sebagai plastik yang dapat terurai oleh makhluk hidup (mikroorganisme). Umumnya, plastik konvensional berasal dari, gas alam ataupun batubara. Adapun plastik *biodegradable* terbuat dari bahan yang dapat diperbaharui, karena senyawa penyusunnya terdapat dalam tanaman misalnya pati. Karena sifat plastik *biodegradable* yang dapat kembali ke alam, maka plastik *biodegradable* tergolong sebagai plastik yang aman bagi lingkungan. Plastik *biodegradable* atau lebih dikenal dengan bioplastik, adalah plastik yang seluruh atau setidaknya hampir seluruh komponen penyusunnya berasal dari material yang dapat diperbaharui. Selain penyusunnya, perbedaan antara plastik *biodegradable* dengan plastik konvensional adalah tingkat penguraian plastik yang dapat terdegradasi atau terurai dengan lebih mudah daripada plastik konvensional biasa (Anita, 2013).

Plastik *biodegradable* yang berbahan dasar tepung atau pati dapat didegradasi oleh bakteri pengurai dengan memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Hasil penguraian oleh bakteri pengurai tersebut akan membantu meningkatkan unsur hara dalam tanah. Senyawa-senyawa hasil penguraian polimer selain menghasilkan karbon dioksida dan air, juga menghasilkan senyawa organik lain berupa senyawa asam organik dan aldehid yang aman bagi lingkungan. Sebagai perbandingan, plastik konvensional yang

beredar dipasaran membutuhkan waktu paling tidak sekitar 50 tahun untuk dapat terurai di alam, sementara plastik *biodegradable* atau bioplastik dapat terurai hingga 20 kali lebih cepat. Untuk itu penggunaan *plastik biodegradable* ini tidak akan mencemari lingkungan seperti plastik konvensional umumnya. Plastik *biodegradable* yang terbakar juga tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya. Berdasarkan bahan baku yang digunakan, plastik *biodegradable* terbagi dalam 2 kelompok, pertama dengan bahan baku petrokimia (*non-renewable resources*) dengan bahan aditif dari senyawa bio-aktif yang bersifat *biodegradable*, dan yang kedua adalah dengan keseluruhan bahan baku berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) seperti dari bahan tanaman pati, kitin, dan selulosa (Coniwanti, 2014).

Biji Durian

Tanaman durian merupakan buah asli Indonesia yang menempati posisi ke-4 buah nasional dengan produksi yang tidak merata sepanjang tahun, lebih kurang 700 ton per tahun. Buah durian berwarna hijau sampai kecoklatan, tertutup oleh duri-duri yang berbentuk piramid lebar, tajam dan panjang 1 cm. Biji durian berbentuk bulat telur, berkeping dua, berwarna putih kekuning-kuningan atau coklat muda. Biji durian dapat diperoleh pada beberapa daerah yang mempunyai potensi akan adanya buah durian dimana biji durian tersebut menjadi salah satu limbah yang terbengkalai atau tidak dimanfaatkan, yang sebenarnya banyak mengandung nilai tambah. Agar limbah ini dapat dimanfaatkan sebagaimana sifat bahan tersebut dan digunakan dalam waktu yang relatif lama, perlu diproses lebih lanjut, menjadi beberapa hasil yang bervariasi. Salah satu cara untuk mengolah biji durian agar lebih tahan lama adalah dengan membuatnya menjadi tepung biji durian. Pati biji durian berbentuk sebuk halus dan berwarna putih kecoklatan. Kandungan pati yang cukup tinggi dari biji durian dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*, untuk memperjelas zat yang dikandung oleh biji durian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Data Hasil Analisa Kandungan Biji Durian

Komposisi	Kandungan (%)
Pati	66,49%
Air	27,24%
Abu	1,19%

Pati

Dalam sel tumbuhan hijau dan pada beberapa mikroorganisme, pati disimpan dalam berbagai organ tanaman seperti pada biji, buah, dan umbi. Pati dapat diartikan sebagai bentuk penyimpanan energi yang dihasilkan oleh semua tanaman hijau. Adapun beberapa contoh tanaman hijau yang mengandung pati dengan kadar cukup tinggi yaitu jagung, kentang, gandum, beras, tapioka, kacang polong dan lainnya. Pati disimpan dalam tanaman dalam bentuk butiran yang terdiri dari amilase dan juga amilopektin. Amilosa dan amilopektin disimpan dalam tanaman dalam butiran dengan diameter berkisar antara 1-100 μ m. Dalam butiran tersebut, terkandung sejumlah kecil air, lipid dan protein. Kandungannya pun berbeda untuk setiap sumber pati yang berbeda.

Pembentukan plastik *biodegradable* dengan bahan dasar pati (*starch*) menggunakan prinsip gelatinisasi. Karena didalam pati mengandung ikatan hidrogen yang kuat, hal ini mengakibatkan granula pati tidak larut dalam air dingin. Namun berbeda jika air tersebut dipanaskan, granula didalam pati akan secara bertahap mulai membengkak secara *irreversible*. Proses dimulai dengan pembengkakan pada daerah granula karena air masuk ke granula pati. Meresapnya air ke dalam granula menyebabkan ukuran granula terus membengkak hingga akhirnya pecah. Terjadi peningkatan viskositas akibat air yang sebelumnya berada diluar granula dan bergerak bebas, kini berada dalam butiran pati dan tidak dapat bergerak bebas. Meningkatnya viskositas membuat kekentalan pada bagian-bagian granula akhirnya akan menjadi larutan kanji kental. Proses ini dikenal sebagai gelatinisasi. Kemampuan pati untuk mengental seperti pasta bila dipanaskan dalam air, adalah sifat yang digunakan dalam aplikasi pati (Wurzberg, O.B. 1989).

Gliserol sebagai *Plasticizer*

Pada pembuatan *biodegradable* plastik diperlukan *plasticizer* untuk memperoleh sifat bioplastik yang khusus. *Plasticizer* didefinisikan sebagai bahan non volatil, bertitik didih tinggi jika ditambahkan pada material lain dan dapat merubah sifat material. Penambahan *plasticizer* dapat menurunkan kekuatan intermolekuler. *Plasticizer* digunakan dalam jumlah banyak untuk memproduksi plastik, bahan pelapis/*coating*, film, dan filamen untuk aplikasi di berbagai industri, seperti automotif, kesehatan dan barang konsumsi lainnya.

Adapun jenis *plasticizer* yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *plasticizer* gliserol. Gliserol dapat larut sempurna dalam air dan alkohol namun tidak larut dalam minyak. Gliserol memiliki titik didih tinggi karena adanya ikatan hidrogen yang sangat kuat antar molekul gliserol. Sifat kimia gliserol yang memiliki gugus (OH) pada bagian ujung-ujungnya, membuat senyawa ini banyak digunakan sebagai *plasticizer* atau zat pemlastis. Penggunaan gliserol sebagai zat pemlastis didasari dari sifat gliserol yang ramah lingkungan dan tidak beracun. Penambahan gliserol akan menghasilkan bioplastik yang lebih fleksibel dan halus.

CaCO₃

Dalam pembuatan plastik *biodegradable*, selain diperlukan gliserol sebagai *plasticizer*, diperlukan pula bahan pengisi lain untuk meningkatkan kekuatan bioplastik. Salah satu yang dapat digunakan yaitu kalsium karbonat. Kalsium karbonat dapat digunakan dalam pembuatan bioplastik untuk membantu mengatasi kekurangan sifat film bioplastik. Kalsium karbonat selain sebagai bahan pengisi bioplastik, juga untuk menekan biaya produksi apabila harganya lebih murah dibandingkan harga polimernya. Penambahan bahan pengisi ini dapat meningkatkan kekakuan plastik yang terlalu lentur, meningkatkan kekuatan, mengurangi kelarutan, serta kecenderungan pada bioplastik untuk bengkok. Kalsium karbonat sendiri harganya lebih murah dibandingkan dengan bahan pengisi lainnya. Penggunaan kalsium karbonat sebagai bahan pengisi sudah pernah digunakan pada beberapa penelitian sebelumnya, seperti penelitian Yang dkk (Yang dkk, 2004) dimana penambahan CaCO₃, dapat meningkatkan kuat tarik dari poli paduan pati dengan *polyvinyl alcohol* (PVA) sebagai dampak dari semakin kompaknya struktur poli paduan karena adanya CaCO₃.

Karakteristik Plastik *Biodegradable*

Keberhasilan suatu proses pembuatan kemasan plastik *biodegradable* dapat dilihat dari karakteristik film yang dihasilkan. Karakteristik film yang dapat diuji adalah karakteristik mekanik, dan nilai biodegradabilitasnya. Karakteristik mekanik suatu film kemasan terdiri dari: kuat tarik (*tensile strength*), persen pemanjangan (*elongation to break*). Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh film selama pengukuran berlangsung. Kuat tarik dipengaruhi oleh bahan pemlastis yang ditambahkan dalam proses pembuatan film. Adapun persen pemanjangan merupakan

perubahan panjang maksimum film sebelum terputus. Biodegradabilitas merupakan kata benda yang menunjukkan kualitas yang digambarkan dengan kerentanan suatu senyawa (organik atau anorganik) terhadap perubahan bahan akibat aktivitas-aktivitas mikroorganisme. Metode yang digunakan adalah metode *soil burial test* (Subowo, 2003) yaitu dengan metode penanaman sampel dalam tanah. Sampel berupa film bioplastik ditanamkan pada tanah yang ditempatkan dalam pot dan diamati secara berkala hingga terdegradasi secara sempurna.

Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai plastik *biodegradable* telah banyak dilakukan. Adapun beberapa penelitian terkait pembuatan plastik *biodegradable* yaitu, pembuatan plastik biodegradasi dari pati kulit singkong (Anita, 2013) dengan nilai kuat tarik terbaik 0,0212 Mpa, elongasi sebesar 3,5%, serta waktu penyimpanan selama 14 hari. Adapun penelitian lain oleh Coniwanti (Coniwanti, P, 2012) dengan bahan baku pati jagung, diperoleh nilai kuat tarik 3,92 Mpa, dan elongasi 37,92%. Sedangkan Betty I (Betty, I, dkk, 2015) melakukan penelitian plastik *biodegradable* dengan bahan baku pati biji nangka dimana plastik yang dihasilkan dapat terdegradasi setelah 3 minggu dipermukaan tanah.

2. METODOLOGI PENELITIAN

a. Alat yang digunakan

- 1) Ayakan
- 2) Saringan biasa
- 3) Oven
- 4) Gelas ukur
- 5) Pengaduk kaca
- 6) Termometer
- 7) Magnetic stirrer
- 8) Gelas beker
- 9) Kaca Arloji
- 10) Neraca analitik
- 11) Hot Plate
- 12) Erlenmeyer
- 13) Cetakan Kaca

b. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

- 1) Biji Durian
- 2) Gliserol
- 3) Air Kapur
- 4) Aquades
- 5) CaCO₃

c. Prosedur Penelitian

Pembuatan Tepung Biji Durian

1. Pengambilan limbah biji durian dari penjual durian dan dibersihkan dari sisa daging buah.
2. Biji durian dikupas untuk memisahkan kulit ari dengan inti biji durian. Inti biji durian direndam oleh air kapur terlebih dahulu selama 1 jam untuk menghilangkan getah yang terdapat didalamnya. Inti biji durian kemudian dibilas dengan air hingga bersih.
3. Biji durian basah ditimbang beratnya dan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 100°C untuk menghilangkan kadar air dalam biji durian.
4. Inti biji durian yang telah kering ditumbuk dengan lumpang alu dan diayak dengan ayakan sehingga menjadi tepung biji durian.



Gambar 1. Tepung Pati Biji Durian

Proses Pembuatan Plastik Biodegradable

1. Aquades dan tepung biji durian dicampur dengan perbandingan 10:1. Aduk hingga homogen. Panaskan pada temperatur 80°C.
 2. Tambahkan *plasticizer* dan bahan pengisi CaCO₃ sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Aduk kembali hingga homogen. Panaskan campuran disertai dengan pengadukan selama 40 menit.
 3. Cetakan kaca diolesi dengan sedikit minyak sayur untuk mempermudah dalam mengambil plastik nantinya.
 4. Cetak campuran plastik dalam cetakan kaca. Keringkan pada suhu 50°C dalam oven selama 15 jam.
 5. Keluarkan cetakan dari oven dan didinginkan pada temperatur kamar.
 6. Plastik *biodegradable* siap dianalisa.
- Pada proses pembuatan plastik *biodegradable* dilakukan variasi komposisi bahan pembuatan plastik biodegradable yang dimulai dengan variasi volume gliserol 25%, 35%, 45%, dan 55% dari berat tepung biji

durian dan rasio CaCO₃ 0gr, 0,5gr, 1gr, dan 1,5gr.

Pengujian Hasil Plastik *biodegradable*

1) Kuat Tarik

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

l₀ = 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 tertentu dan dibiarkan hingga sampel terdegradasi sempurna. Pengamatan terhadap sampel dilakukan setiap 7 hari. Sebelum penanaman, sampel ditimbang dan diukur terlebih dahulu. Perlakuan ini dilakukan untuk semua sampel yang diteliti. Persen kehilangan berat dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{kehilanganberat} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$$

Dimana :

W1 = Berat plastik sebelum di uji biodegradasi

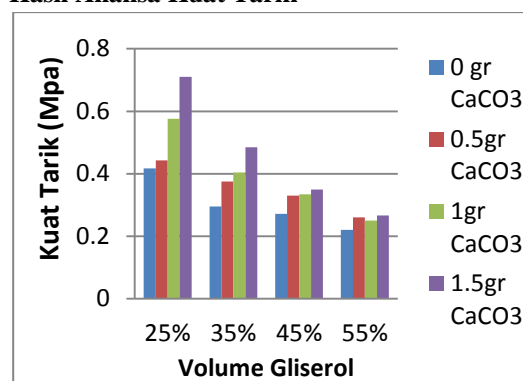
W2 = Berat plastik setelah di uji biodegradasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3.1. Perbandingan Standar Mutu Plastik

	Standar Mutu Bioplastik	Hasil Penelitian
Kuat Tarik	1-10 MPa	0.71 MPa
Elongasi	10-20%	10 85%
Biodegradasi	100% dalam 60 hari	dalam 14 hari

Hasil Analisa Kuat Tarik



Gambar 2. Pengaruh Penambahan Gliserol dan CaCO₃ terhadap Kuat Tarik

Dari gambar 2. dapat dilihat bahwa Kuat tarik yang dihasilkan berkisar antara 0,22 - 0,7 Mpa. Kuat tarik yang paling tinggi terdapat pada sampel bioplastik dengan 25% gliserol dan 1,5 gram CaCO₃ yaitu sebesar 0,7 Mpa. Sementara nilai kuat tarik paling rendah yaitu pada sampel 55% gliserol dan 0 gram CaCO₃ yaitu 0,22 Mpa. Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa penambahan gliserol dan CaCO₃ memberikan hasil yang berbeda pada tiap sampel bioplastik. Bertambah banyak CaCO₃ yang digunakan menghasilkan nilai kuat tarik yang lebih besar pula. CaCO₃ ditambahkan ke dalam matriks dengan tujuan meningkatkan sifat-sifat mekanik plastik melalui penyebaran tekanan yang efektif di antara serat dan matriks (Senny dan Dwi K, 2012).

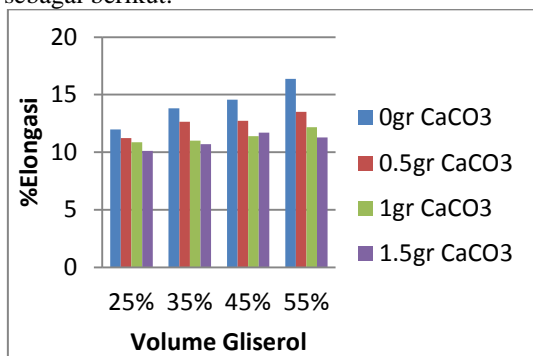
Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin banyak gliserol yang ditambahkan, maka akan menyebabkan nilai kuat tarik yang cenderung menurun. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Hardjono (Hardjono, 2016) dimana kuat tarik berkurang dengan bertambahnya jumlah *plasticizer*. Hal ini dikarenakan *plasticizer* menurunkan kekuatan ikatan hidrogen pada plastik sehingga menaikkan fleksibilitas sampel plastik. Naiknya fleksibilitas plastik ini menyebabkan nilai kuat tarik dari sampel plastik menurun. 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.

Plastik *biodegradable* pada penelitian ini memiliki kuat tarik antara 0,2-0,7 Mpa, dimana

hasil ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian bioplastik dari biji durian terdahulu oleh Prima dan Hesmita (2015) yang menghasilkan kuat tarik sebesar 0,00187 Mpa. Begitu pula jika dibandingkan dengan penelitian dari Zulisma (2013) dari pati kulit singkong, yang memiliki kuat tarik sebesar 0,02122 Mpa. Namun, bioplastik dari biji durian ini memiliki kuat tarik lebih kecil jika dibandingkan dengan bioplastik dari pati jagung oleh Pamilia (2014) yang menghasilkan kuat tarik sebesar 3,92 Mpa, dan penelitian Ani Purwanti (2010) yaitu bioplastik dari kitosan dengan kuat tarik maksimal 2,08 Mpa. Hasil uji kuat tarik ini belum memenuhi standar *Moderate properties* yaitu 1-10 MPa.

Hasil Analisa Pemanjangan (Elongasi)

Pada analisa elongasi didapat grafik sebagai berikut:



Gambar 3. Pengaruh Penambahan Gliserol dan CaCO₃ terhadap Elongasi

Pada sampel dengan penambahan gliserol 25%, sampel tanpa penambahan kalsium karbonat memiliki nilai elongasi yang lebih besar daripada sampel dengan penambahan 0,5 gr, 1 gr, dan 1,5 gr kalsium karbonat. Besarnya elongasi pada sampel tersebut dikarenakan tidak adanya penambahan bahan pengisi kalsium karbonat. Adanya bahan pengisi kalsium karbonat yang tinggi akan membuat ikatan hidrogen didalam plastik semakin kuat, padat dan kaku. Hal ini disebabkan karena jarak antar molekul akan semakin rapat. Sehingga menyebabkan nilai keelastisan plastik menurun seiring dengan bertambahnya bahan pengisi yang dipakai.

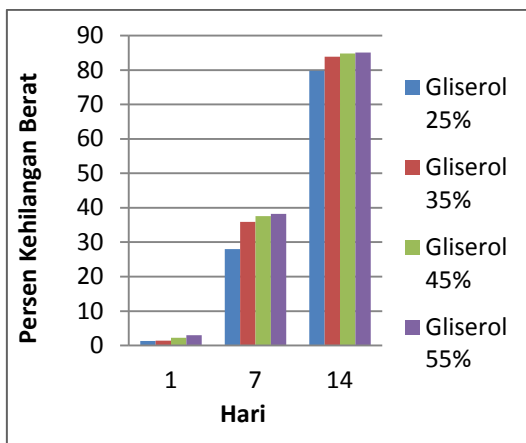
Pada sampel lain, semakin banyak penambahan *plasticizer*, dalam hal ini gliserol, maka nilai elongasinya akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan *plasticizer* dapat meningkatkan fleksibilitas film dengan mengurangi kerapuhan pada plastik dengan cara mengganggu ikatan hidrogen antara molekul polimer yang berdekatan. Peningkatan nilai elongasi ini dapat dilihat seperti pada Gambar 3,

untuk sampel dengan penambahan gliserol 55%, nilai elongasinya lebih tinggi daripada yang lain. Wirawan dkk, (Wirawan dkk, 2012) menyatakan bahwa *plasticizer* dapat mengurangi gaya intermolekuler sehingga dapat memperlebar jarak antar molekul dan meningkatkan elastisitas plastik. Elastisitas plastik ditunjukkan dengan semakin besarnya elongasi dari film plastik. Nilai elongasi berbanding terbalik dengan nilai kuat tariknya. Semakin besar nilai kuat tariknya maka akan terjadi penurunan pada tingkat keelastisan plastik tersebut. Begitupun sebaliknya, semakin tinggi persen elongasi maka akan semakin kecil kuat tariknya.

Hasil uji elongasi pada penelitian ini berkisar antara 10.11%-16,2%. Nilai tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan penelitian bioplastik dari biji durian sebelumnya oleh Prima dan Hesmita (2015) yang memiliki nilai persen pemanjangan hanya 7,547%. Nilai elongasi pada penelitian ini telah memenuhi standar dari *Moderate Properties* yaitu 10-20%.

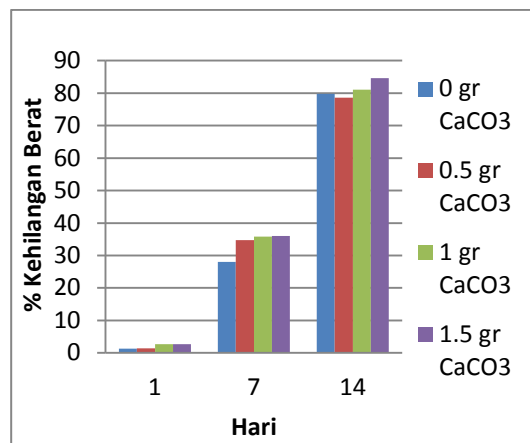
Hasil Analisa Biodegradasi

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan degradasi dari film plastik yang telah dibuat. Plastik dapat terdegradasi apabila sifat hidrofilik dari film tersebut tinggi. Sifat hidrofiliknya akan menyebabkan terjadinya pemotongan rantai polimer menjadi lebih pendek dengan dioksidasi sehingga dapat diuraikan oleh mikroorganisme (Bharwadj *et al*, 2012). Pengujian degradasi film plastik dilakukan dengan pengujian *soil burial test*. Metode pengujian ini dilakukan dengan menanamkan sampel plastik *biodegradable* didalam tanah untuk mengetahui kemampuan degradasi dari tiap-tiap sampel. Sampel plastik *biodegradable* ditanam didalam tanah dengan kedalaman 10 cm selama 2 minggu (14 hari) dengan titik pengamatan pada 1 hari pertama, 7 hari dan 14 hari. Pengamatan dilakukan secara visual dan kemudian akan dihitung persen kehilangan berat pada sampel plastik.



Gambar 4. Pengaruh Kadar Gliserol Terhadap Kecepatan Degradasi

Gambar 4 menunjukkan perbedaan konsentrasi gliserol mempengaruhi berat sampel yang terdegradasi. Sampel plastik yang dianalisa terdiri dari sampel tanpa penambahan CaCO_3 dengan persen penambahan gliserol 25%, 35%, 45%, dan 55%. Sampel plastik dengan penambahan gliserol 55% mengalami proses degradasi yang lebih cepat dibandingkan sampel dengan penambahan sedikit gliserol. Hal ini disebabkan sifat hidrofilik pada gliserol. Sifat hidrofilik dapat mempercepat penyerapan air yang memungkinkan mikroorganisme dapat mendegradasi sampel plastik dengan lebih cepat. Selain itu, gugus OH pada gliserol dan pati dapat menginisiasi reaksi hidrolisis setelah mengabsorpsi air dari tanah. Hal ini mengakibatkan pati terdekomposisi menjadi potongan-potongan kecil hingga akhirnya menghilang dalam tanah. Polimer terdegradasi karena proses kerusakan atau penurunan mutu akibat putusnya ikatan rantai pada polimer. Penguraian film plastik didalam tanah sudah dapat dilihat setelah hari pertama penanaman, yaitu penurunan berat mencapai 1,29-3% dari rata-rata berat awal sampel 2 gr. Pada hari ke-7 persentasi penurunan berat mencapai 38%. Pada hari ke-14 penurunan berat telah mencapai 85% dan pada hari ke-21 sampel plastik *biodegradable* sudah terdegradasi seluruhnya.



Gambar 5. Pengaruh Kadar CaCO_3 (25% Gliserol) terhadap Kecepatan Degradasi

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa semakin banyak penambahan kalsium karbonat akan mempengaruhi sifat *biodegradable* film. Sehingga semakin besar penambahan kalsium karbonat maka akan semakin besar pula persentase penurunan berat film. Kalsium karbonat yang dilarutkan dalam larutan pati akan berbentuk partikel-partikel kecil, apabila partikel tersebut masuk kedalam struktur pati maka struktur tersebut akan meregang membentuk rongga-rongga yang memudahkan air masuk ke dalam struktur. Hal ini mengakibatkan sampel plastik yang dihasilkan mempunyai tingkat kelembaban yang tinggi. Tingkat kelembaban yang tinggi menjadi habitat yang baik untuk mikroba melakukan degradasi terhadap sampel plastik. Untuk penambahan 1,5 gr CaCO_3 pada hari ke-1 persentase penurunan berat film mencapai 2,7% sedangkan sampel film tanpa penambahan CaCO_3 hanya 1,29% penurunan berat film. Pada hari ke-7 persentase penurunan berat film untuk 1,5 gr CaCO_3 mencapai 36% dan pada hari ke-14 persentase penurunan berat film mencapai 84% dari berat awal film plastik. Gambar 5 menunjukkan pengaruh penambahan CaCO_3 terhadap kecepatan degradasi film plastik pada sampel 25% gliserol. Untuk sampel dengan penambahan 35%, 45% dan 55% gliserol, pengaruh penambahan kalsium karbonat terhadap kecepatan degradasi film plastik tentunya akan semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah *plasticizer* yang ditambahkan.

Menurut standar ASTM 5336, dibutuhkan waktu 60 hari untuk plastik *biodegradable* dapat terurai 100%. Dalam penelitian ini sampel plastik rata-rata terdegradasi 80% selama 14 hari. Hasil ini menunjukkan bahwa sampel plastik dari biji durian memiliki kemampuan

degradasi yang besar. Kemampuan degradasi yang terlalu besar akan mengurangi massa pakai plastik, dan menurunya daya tahan plastik. Hasil pengujian degradasi sampel plastik yang dilakukan pada penelitian ini berbeda dengan standar SNI, pada pengujian degradasi sesuai standar SNI plastik mudah terurai dipaparkan dengan sinar matahari (UV) selama 250 jam (\pm 10 hari) dan mengalami penurunan berat < 5% setelah pemaparan. Perbedaan hasil ini dikarenakan perbedaan metode pengujian, metode pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, sampel plastik ditanam di dalam tanah, sehingga tidak terpapar sinar matahari (UV).

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh sifat mekanik film plastik yang terbaik adalah pada sampel 25% gliserol, 1,5gram CaCO₃ dengan nilai kuat tarik yaitu 0,71 MPa dan untuk persen pemanjangan (elongasi) yang terbaik adalah pada sampel 5 gram pati, 55% gliserol, tanpa penambahan CaCO₃ adalah 16,3%. Berdasarkan standar kuat tarik *moderate properties* yaitu sebesar 1-10 MPa, maka sampel plastik belum memenuhi standar namun sudah lebih baik dari penelitian sebelumnya. Sedangkan untuk persen elongasi sudah memenuhi standar *moderate properties* yaitu 10-20%, Film plastik terdegradasi didalam tanah selama 14 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita, Zulisma, Akbar F. dan Harahap H. 2013. Pengaruh Penamabahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong. Jurnal Teknik Kimia USU Vol. 2, No.2.
- Betty , I. H., Neni, D dan Endar P. 2015. Pembuatan Biodegradable Film dari Pati Biji Nangka (*Artocarpus hetrophyllus*) dengan Penambahan Kitosan. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia Yogyakarta. Yogyakarta
- Coniwanti, P., Linda L, dan Mardiyah R.A. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Khitosan Dan Pemplastis Gliserol. Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya. (Vol. 20, No. 4). Hal. 22-30.
- Hardjono, Dita A.P, dkk. 2016. Pengaruh Penambahan Asam Sitrat Terhadap Karakteristik Film Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata Balbisiana Colla*). Jurnal Bahan

Alam Terbarukan. (Vol.5, No.1). Hal. 22-28.

- Subowo, W.S., S, Pujiastuti. Plastik yang Terdegradasi Secara Alami Terbuat dari LDPE dan Pati Jagung Terlapis. Pusat Penelitian Informatika. LIPI. 2003. Bandung.
- Wirawan, Sang KOMPIANG, Agus Prasetya, and Ernie.2012. Pengrauh Plasticizer pada Karakteristik Edible Film dari Pektin. (Vol.14, No.1). Hal 61-67.
- Wurzburg, O.B. 1989. *Modified Starches. Properties and Uses* CRC Press, Bocca Raton, Florida
- Yang, June-Ho, Jongshin Park, dkk. 2004. Effect of Calcium Carbonate as the Expanding Inhibitor on the Structural and Mechanical Properties of Expanded Starch/Polyvinyl Alcohol Blends. Journal of Applied Polymer Science. Hal. 1762-1768.