

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK GELATIN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN BIODEGRADABILITAS PLASTIK CAMPURAN POLIETILEN TEREFTALAT BEKAS DAN PATI SAGU

Resalina¹, Sri Mulyadi Dt. Basa¹, Yuli Yetri²

¹Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas

²Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang

e-mail: resalinaecha28@yahoo.co.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan serbuk gelatin terhadap sifat mekanik dan biodegradabilitas plastik campuran polietilen tereftalat bekas dan pati sagu. Pada penelitian ini dibuat sampel dengan 4 macam variasi penambahan serbuk gelatin yaitu 0 g, 5 g, 10 g dan 15 g. Sampel tersebut dikubur selama 10 hari, 20 hari, 30 hari dan 40 hari. Kemudian dilakukan pengujian sifat mekanik (kuat lentur dan kuat tarik) dan biodegradabilitas dari sampel. Hasil menunjukkan bahwa serbuk gelatin kurang mempengaruhi kekuatan lentur sampel, nilai kuat lentur tertinggi dimiliki sampel tanpa penambahan serbuk gelatin. Nilai kuat tarik tertinggi dimiliki sampel dengan penambahan serbuk gelatin sebanyak 5 g, yaitu sebesar 505,411 N/mm². Sampel yang paling cepat terdegradasi adalah sampel dengan penambahan serbuk gelatin sebanyak 15 g.

Kata kunci : polietilen tereftalat, pati sagu, serbuk gelatin, biodegradabel, kuat lentur dan kuat tarik

ABSTRACT

The research about effect of addition of gelatin powder to mechanical properties and biodegradability of polyethylene-terephthalate plastic scraps with sago starch has been done. It is used samples with 4 variations of gelatin powder addition that is 0 g, 5 g, 10 g, and 15 g. Samples were buried for 10 days, 20 days, 30 days and 40 days long. Mechanical properties (flexure strenght and, tensile strenght) and biodegradability are then measured. The result shows that gelatin powder has a little influence on flexure strength. The highest flexure strenght is found at sample with no addition of gelatin powder. The highest value of tensile strength is found at sample with addition of 5 g gelatin powder. The most rapidly degrade sample is the sample with 15 g gelatin powder addition.

Keywords : polyethylene terephthalate, sago starch, gelatin powder, flexural strength and tensile strength

I. PENDAHULUAN

Penggunaan kemasan plastik tak bisa lepas dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini dikarenakan plastik memiliki sifat unggul seperti ringan tetapi kuat, transparan, tahan air serta harganya relatif murah dan terjangkau oleh semua kalangan masyarakat. Plastik yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetik, terbuat dari minyak bumi (*non-renewable*) yang tidak dapat terdegradasi mikroorganisme di lingkungan. Kondisi demikian ini menyebabkan kemasan plastik sintetik tersebut tidak dapat dipertahankan penggunaannya secara meluas karena akan menambah persoalan lingkungan dan kesehatan di waktu mendatang (Latief, 2001).

Polietilen Tereftalat (PET) berpotensi untuk dijadikan plastik biodegradabel. Plastik biodegradabel (*biodegradable plastic*) adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional akan tetapi plastik biodegradabel terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa-senyawa yang terkandung pada tanaman seperti selulosa dan protein yang dapat hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadikan hasil akhir plastik berupa air dan gas karbondioksida yang habis terpakai dan dibuang ke lingkungan, dari total produksi bahan plastik dunia. Industri plastik biodegradabel akan berkembang menjadi industri besar di masa yang akan datang (Pranamuda, 2003).

Salah satu jenis plastik biodegradabel adalah plastik berbasis pati. Hasil pertanian Indonesia yang potensial untuk dikembangkan menjadi biopolimer adalah jagung, sagu, kacang kedele, kentang, tepung tapioka, ubi kayu (nabati) dan kitin dari kulit udang (hewani) (Firdaus, F dan Chairil Anwar, 2004). Penambahan pati pada plastik akan menjadikan plastik bersifat rapuh dan rentan mengalami kerusakan jika diberikan beban. Solusi untuk mengatasi hal

tersebut adalah dengan memberikan bahan pemlastis yang bersifat mengurangi kekakuan dari bahan polimer. Salah satu bahan alami yang dapat berfungsi sebagai pemlastis adalah gelatin.

Melihat potensi dari material tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai bioplastik, dimana plastik kemasan PET bekas ditambahkan pati sagu sebagai material yang dapat terurai dan penambahan serbuk gelatin sebagai bahan pemlastis alami yang berguna untuk memperkuat ikatan antar monomer bahan plastik. Untuk menguji sifat mekanik plastik tersebut dilakukan pengujian kuat lentur dan kuat tarik.

II. METODE

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Peleburan dan pencetakan kemasan plastik PET bekas dan pati sagu dilakukan pada bulan Februari 2012 – Mei 2012 di Kampus Unand Limau Manis. Pengujian kuat lentur, kuat tarik dan struktur mikro dilakukan pada bulan Mei 2012 – Juli 2012 di Laboratorium Metalurgi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.

2.2 Prosedur Penelitian

Bahan penelitian berupa plastik PET bekas, tepung sagu dan serbuk gelatin dilebur menggunakan kualiti besi yang dipanaskan. Pada penelitian ini akan dibuat 4 variasi massa serbuk gelatin, dengan massa plastik polietilen tereftalat (90 gram) dan tepung sagu (5 gram) tetap. Penambahan serbuk gelatin dimulai dari penambahan 5 g, 10 g dan 15 g. Campuran tersebut dicetak sesuai dimensi pengujian sampel. Semua pengujian didasarkan pada *American Society for Testing and Materials* (ASTM), untuk masing-masing pengujian standar yang digunakan yaitu, Uji Tarik menggunakan ASTM D638 dan Uji Lentur menggunakan ASTM D790 dan uji degradabilitas dilakukan dengan mengubur sampel di dalam tanah berlumpur, dimana waktu penguburan sampel divariasikan sebanyak empat variasi waktu dengan maksimal waktu penguburan selama 40 hari. Selanjutnya dilihat perubahan fisis yang terjadi pada sampel meliputi perubahan bentuk fisik sampel, struktur mikro yang dilihat dengan menggunakan Mikroskop Optik Digital, bentuk fisik dari sampel dilihat dari ada atau tidaknya lubang pada sampel akibat proses enzimatik mikroorganisme dan ada atau tidaknya pengurangan massa sesudah dilakukan penguburan.

III. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap seluruh sampel uji, maka didapatkan uraian lengkap mengenai hasil dan pembahasan penelitian tersebut.

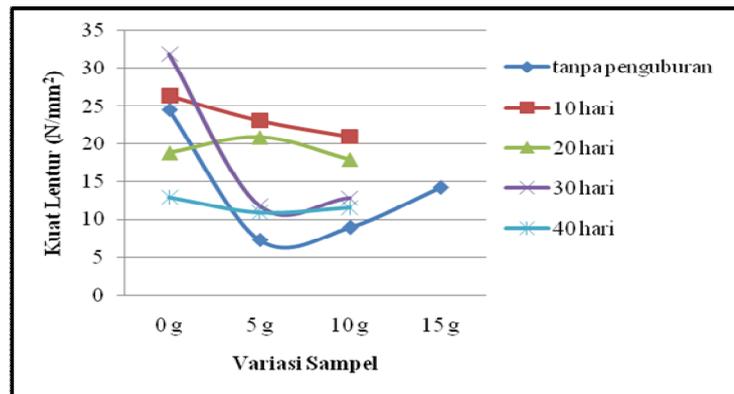
3.1 Hasil Pengujian Kuat Lentur Plastik PET Bekas Campuran Pati Sagu dan Serbuk Gelatin

Nilai kuat lentur plastik Polietilen Tereftalat bekas campuran pati sagu dan serbuk gelatin ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai kuat lentur yang didapatkan merupakan perbandingan antara variasi sampel dengan lamanya waktu penguburan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Variasi sampel	Kuat lentur (N/mm ²)				
	Tanpa penguburan	Penguburan 10 hari	Penguburan 20 hari	Penguburan 30 hari	Penguburan 40 hari
90 g : 5 g : 0	24,53	26,42	18,82	31,84	12,90
90 g : 5 g : 5 g	7,282	23,09	20,90	11,75	10,83
90 g : 5 g : 10 g	8,944	20,96	17,94	12,79	11,49
90 g : 5 g : 15 g	14,17	Data tidak dapat diambil			

Dari Tabel 1, maka didapatkan grafik perbandingan kuat lentur plastik dengan variasi waktu penguburan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Kuat Lentur Sampel Plastik dengan Variasi Waktu Penguburan

Pada Gambar 1 dapat dilihat grafik perbandingan kuat lentur sampel plastik dengan variasi waktu penguburan. Dari grafik terlihat bahwa semakin lama waktu penguburan yang dilakukan pada sampel plastik, maka nilai kuat lentur yang dimiliki sampel plastik semakin berkurang, terlihat dari bentuk grafik yang semakin menurun. Ini dapat menjadi bukti bahwa plastik Polietilen Tereftalat bekas campuran pati sagu dan serbuk gelatin merupakan plastik biodegradabel.

Nilai kuat lentur yang semakin berkurang disebabkan oleh kerusakan sampel yang terjadi semakin banyak karena terjadinya pemutusan ikatan polimer oleh mikroorganisme di dalam tanah yang akhirnya menyebabkan penurunan kuat lentur sampel plastik. Hal ini diperkirakan karena plastik biodegradabel adalah suatu bahan dalam kondisi tertentu dan pada waktu tertentu mengalami perubahan dalam struktur fisis dan kimianya karena pengaruh mikroorganisme yang kemudian mempengaruhi sifat-sifat yang dimilikinya (Firdaus, F. dan Chairil Anwar, 2004). Hal ini juga dapat terjadi karena tambahan material organik berupa tepung sagu dan serbuk gelatin dalam campuran plastik PET tersebut yang memudahkan mikroorganisme dalam proses penguraian.

Nilai kuat lentur yang didapatkan sampel plastik sangat bervariasi. Pada sampel plastik tanpa penguburan didapatkan nilai kuat lentur yang rendah dibandingkan setelah sampel plastik ditanamkan ke tanah dan nilai kuat lentur tertinggi sebagian besar dimiliki oleh sampel plastik tanpa penambahan serbuk gelatin. Hal ini dapat terjadi karena tekstur serbuk gelatin yang sulit untuk bercampur dengan bahan plastik PET dan pati sagu menyebabkan serbuk gelatin harus dipanaskan terlebih dahulu sampai berubah menjadi berwarna kecoklatan. Perlakuan ini menjadikan ikatan yang terdapat pada serbuk gelatin terputus. Karena serbuk gelatin yang termasuk dalam gugus protein akan mudah rusak ikatannya bila dipanaskan, istilah ini dikenal juga dengan denaturasi protein.

Namun setelah dilakukan penguburan nilai kuat lentur yang didapatkan dari sampel plastik menjadi lebih tinggi. Kandungan air yang terdapat di dalam tanah ikut mempengaruhi kekuatan lentur plastik tersebut. Serbuk gelatin dan tepung sagu yang bersifat menyerap air, setelah ditanamkan ke tanah selama 10 hari meningkat kekuatannya karena serbuk gelatin dan tepung sagu jika dicampur dengan air akan meningkat keelastisannya dan bersifat lengket. Hal ini menyebabkan meningkatnya kuat lentur sampel plastik setelah dilakukan penguburan selama 10 hari.

Penambahan serbuk gelatin terhadap sifat mekanik dari plastik PET campuran pati sagu tidak memberi pengaruh besar terhadap nilai kuat lenturnya. Dapat dilihat pada Gambar 1 dari variasi waktu penguburan nilai kuat lentur plastik PET campuran pati sagu tanpa penambahan serbuk gelatin merupakan kuat lentur yang paling tinggi. Perubahan terjadi pada penguburan 20 hari, dimana nilai kuat lentur tertinggi dimiliki oleh sampel dengan penambahan serbuk gelatin sebanyak 5 g. Ini dikarenakan bahan serbuk gelatin yang sulit bercampur dengan plastik PET dan pati sagu menyebabkan serbuk gelatin tersebut tidak tercampur merata di seluruh permukaan sampel menyebabkan pembentukan pori pada sampel semakin banyak. Pori yang

dimiliki oleh material merupakan suatu cacat yang dapat mempengaruhi kekuatan mekanis suatu bahan (Efilusi, D., 2012).

Pengaruh terhadap sifat mekanik ini disebabkan juga oleh penurunan affinitas dengan adanya penambahan gelatin. Menurut Weiping Ban, faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik pada suatu film plastik adalah affinitas antara tiap komponen penyusunnya. Affinitas adalah suatu fenomena dimana atom atau molekul tertentu memiliki kecenderungan untuk bersatu atau berikatan. Jika terjadi peningkatan affinitas maka semakin banyak terjadi ikatan antar molekul. Kekuatan suatu bahan dipengaruhi oleh ikatan kimia penyusunnya. Ikatan kimia yang kuat bergantung pada jumlah ikatan molekul dan jenis ikatannya (seperti ikatan kovalen, ion, hidrogen dan Van der Waals). Ikatan kimia yang kuat sulit untuk diputus karena diperlukan energi yang cukup besar untuk memutus ikatan tersebut.

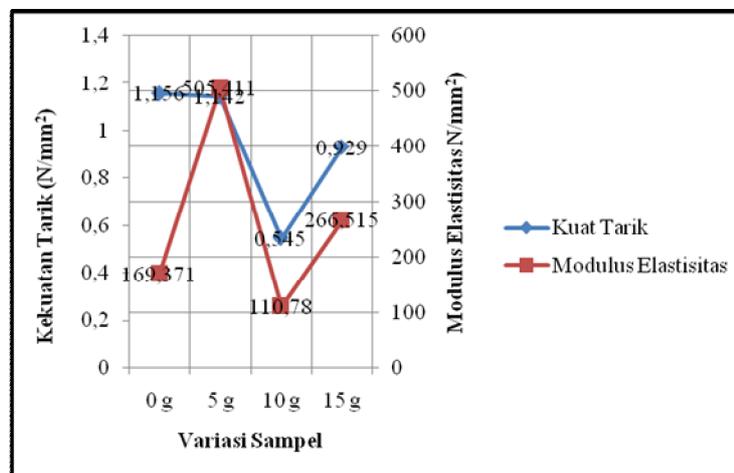
3.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Plastik PET Bekas Campuran Pati Sagu dan Serbuk Gelatin

Pada Tabel 2. dapat dilihat hasil dari pengujian kuat tarik plastik Polietilen Tereftalat bekas campuran pati sagu dan serbuk gelatin, sebagai data tambahan maka ditampilkan nilai modulus elastisitas dari sampel tersebut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tarik

Variasi sampel	Kuat Tarik (N/mm ²)	Modulus Elastisitas (N/mm ²)
90 g : 5 g : 0	1,156	169,371
90 g : 5 g : 5 g	1,142	505,411
90 g : 5 g : 10 g	0,545	110,78
90 g : 5 g : 15 g	0,929	266,515

Berdasarkan Tabel 2. maka didapatkan grafik seperti Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Kekuatan Tarik dan Modulus Elastisitas Plastik

Pada Gambar 2 dapat dilihat grafik kekuatan tarik plastik Polietilen Tereftalat bekas campuran pati sagu dan serbuk gelatin. Nilai kuat tarik paling tinggi didapatkan dari sampel tanpa penambahan serbuk gelatin, namun modulus elastisitas sampel tersebut menurun karena ketika sampel diuji tarik pertambahan panjang sampel semakin besar. Sampel plastik yang bersifat getas dan mudah patah ikut mempengaruhi kekuatan tarik plastik tersebut, semakin tinggi tingkat kegetasan suatu sampel maka nilai kuat tarik yang diperoleh akan semakin kecil.

Pencampuran yang tidak merata pada sampel plastik menyebabkan nilai kuat tarik yang diperoleh menjadi tidak stabil. Dapat dilihat dari Gambar 2. kuat tarik pada sampel dengan penambahan serbuk gelatin sebanyak 5 g menjadikan nilai kuat tarik sampel menurun, ketika penambahan serbuk gelatin ditingkatkan menjadi 10 g nilai kuat tarik semakin turun, namun pada penambahan serbuk gelatin sebanyak 15 g nilai kuat tarik meningkat. Kesulitan dalam

melakukan pencampuran serbuk gelatin pada sampel plastik tersebut menyebabkan serbuk gelatin tidak tercampur sempurna.

3.3 Biodegradabilitas Plastik PET Bekas Campuran Pati Sagu dan Serbuk Gelatin

Untuk membuktikan terjadi degradasi pada sampel plastik, maka dilakukan pengujian terhadap struktur mikro permukaan plastik dan pengukuran massa plastik sebelum dan sesudah dilakukan penguburan. Foto struktur mikro ini berguna untuk melihat perubahan fisik sampel setelah dilakukan penguburan di dalam tanah.

3.3.1 Perubahan Fisik Plastik PET Bekas Campuran Pati Sagu dan Serbuk Gelatin

Setelah dilakukan pengujian terlihat perubahan fisik sampel. Struktur permukaan plastik berubah, hal ini terlihat dari permukaan plastik yang semakin kasar dan semakin banyak pori yang terdapat pada permukaan plastik tersebut. Semakin lama waktu penguburan kerusakan yang dialami semakin banyak. Bahkan sampel dengan penambahan gelatin sebanyak 15 g tidak hanya mengalami penambahan pori, namun juga mengalami keretakan di bagian permukaannya. Berikut merupakan hasil foto sampel plastik setelah sampel plastik ditanam di dalam tanah sesuai waktu yang ditentukan pada metode penelitian ini. Hasil foto tersebut diambil dengan menggunakan mikroskop optik.

a. Foto struktur mikro sampel plastik tanpa penambahan serbuk gelatin



b. Foto struktur mikro sampel plastik dengan penambahan serbuk gelatin sebanyak 5 gram



c. Foto struktur mikro sampel plastik dengan penambahan serbuk gelatin sebanyak 10 gram



d. Foto struktur mikro sampel plastik dengan penambahan serbuk gelatin sebanyak 15 gram



3.3.2 Perubahan Massa Plastik

Faktor lain yang digunakan untuk melihat degradasi sampel akibat mikroorganisme adalah dengan melihat pengurangan massa sampel plastik setelah dilakukan penguburan di dalam tanah. Pada Tabel 3. dapat dilihat perubahan massa sampel plastik setelah dilakukan penguburan selama 10 hari.

Tabel 3. Degradasi Massa Plastik Setelah Penguburan

Variasi sampel	Degradasi (%)			
	10 hari	20 hari	30 hari	40 hari
90 g : 5 g : 0	0,096	0,477	1,316	1,474
90 g : 5 g : 5 g	0,128	1,992	4,997	5,640
90 g : 5 g : 10 g	6,579	14,381	11,337	16,896
90 g : 5 g : 15 g	17,823	21,271	23,247	25,046

Dari Tabel 3. terlihat bahwa massa sampel setelah penguburan yang berkurang karena terdegradasi oleh mikroba. Pada sampel tanpa penambahan serbuk gelatin pengurangan massa yang terjadi setelah penguburan hanya sedikit. Penambahan serbuk gelatin ditingkatkan menjadi 5 g, 10 g dan 15 g, pada penambahan 15 g terjadi pengurangan massa yang semakin banyak. Hal ini menunjukkan degradasi plastik semakin besar karena penambahan biopolimer berupa serbuk gelatin yang semakin banyak karena serbuk gelatin yang merupakan bahan alami dapat berkurang karena aktivitas mikroorganisme di dalam tanah.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai kuat lentur plastik PET bekas campuran pati sagu dan serbuk gelatin, maka dapat disimpulkan:

1. Serbuk gelatin kurang efektif ditambahkan sebagai pemlastis. Dapat terlihat dari data kuat lentur yang diperoleh dari penelitian ini, nilai kuat lentur tertinggi didapatkan dari sampel uji dengan campuran 90 g plastik PET bekas, 5 g pati sagu tanpa penambahan serbuk gelatin. Penurunan kekuatan lentur sampel uji terjadi di tiap penambahan waktu penguburan. Semakin lama waktu penguburan sampel, maka kekuatan lentur sampel semakin berkurang.
2. Nilai kuat tarik tertinggi didapatkan dari sampel tanpa penambahan serbuk gelatin, yakni sebesar $1,156 \text{ N/mm}^2$. Modulus elastisitas tertinggi didapatkan dari sampel dengan penambahan serbuk gelatin sebanyak 5 g, sebesar $505,411 \text{ N/mm}^2$.
3. Dari keseluruhan variasi, didapatkan sampel yang paling cepat terdegradasi adalah sampel dengan penambahan 15 g serbuk gelatin, hal ini dapat terlihat dari perubahan fisik sampel dan struktur mikro permukaan sampel tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Darni, Yuli, Chici A. dan Sri Ismiyati D., 2008, Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi II 2008 Universitas Lampung*, Bandar Lampung.
- Elvi, Maria H., 2011, Pengaruh Penambahan Gula Jagung Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradabilitas Plastik Campuran *Polypropylene* Bekas dan Pati Sagu. *Skripsi Sarjana Fisika*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
- Emriadi, 2005, *Material Polimer*, Andalas University Press, Padang.
- Firdaus, F. dan Chairil Anwar, 2004, Potensi Limbah Padat-cair Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradabel, *Jurnal Sain-teknologi LOGIKA* Vol. 1, No. 2, hal: 38-44.
- Latief, R., 2001, *Teknologi Kemasan Plastik Biodegradable*, Makalah Falsafah Sains (PPs 702) Program Pasca Sarjana /S3 Institut Pertanian Bogor Juni 2001

- Pranamuda, H., 2003, *Pengembangan Bahan Plastik Biodegradable Berbahanbaku Pati Tropis*, Hasil Penelitian dari BPPT Jakarta, <http://www.std.ryu.titech.ac.jp/~indonesia/zoa/paper/html/paperHardaningPranamuda.html>.
- Saleh, Eniza, 2004, Teknologi Pengolahan Susu Dan Hasil Ikutan Ternak, *Skripsi Sarjana Produksi Ternak*, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Surdia, Tata dan Shinroku Saito, 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Weiping, Ban, 2005, Improving The Physical And Chemical Functionally of Starch-Derived Films with Biopolymer, *Journal of Applied Polymer Science* vol. 100.