

SINTESIS PLASTIK BIODEGRADABLE DARI ONGGOK SINGKONG DENGAN PLASTICIZER GLISEROL

¹Ach. Kholish, ²Esti W. Widowati

¹Kimia, FMIPA, Institut Sains dan Teknologi Annuqayah

³Kimia, FST, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Email: cholisghalib@gmail.com

Abstract

*Cassava pulp is solid waste from the tapioca flour industry which has not been utilized optimally. Cassava pulp has a high carbohydrate content, so its starch compounds can be extracted as biodegradable plastics. The polymerization process of cassava starch as a biodegradable plastic can be assisted by the addition of acetic acid. The synthesis of biodegradable plastic from cassava starch was carried out through four stages, starch extraction from cassava pulp, biodegradable plastic manufacture, mechanical tests in the form of elongation and tensile strength, and biodegradation tests with *Aspergillus niger*. The method used in this study was starch blending with the addition of 0.5 acetic acid; 1.0; and 1.5 mL using a glycerol plasticizer. The results showed that acetic acid was able to improve the mechanical properties without decreasing the plastic degradation time. The highest tensile strength value was produced by the 1.5 mL acetic acid formulation, which was 55.42 MPa, while the largest elongation was in the 1 mL acetic acid formulation, which was 105.0%.*

Keywords: *Cassava pulp, starch, biodegradable plastics, acetic acid*

Abstrak

Onggok singkong merupakan limbah padat industri tepung tapioka yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Onggok singkong mempunyai kadar karbohidrat yang tinggi, sehingga dapat diekstrak senyawa patinya sebagai plastik biodegradable. Proses polimerisasi pati onggok singkong sebagai plastik biodegradable dapat dibantu dengan penambahan asam asetat. Sintesis plastik *biodegradable* dari pati onggok singkong dilakukan melalui empat tahapan, yaitu ekstraksi pati dari onggok singkong, pembuatan plastik *biodegradable*, uji mekanik berupa elongasi, dan kuat tarik, dan uji biodegradasi dengan *Aspergillus niger*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah blending pati dengan penambahan asam asetat sebanyak 0,5, 1,0, dan 1,5 mL dengan menggunakan plasticizer gliserol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asam asetat mampu meningkatkan sifat mekanik dan tanpa menurunkan waktu degradasi plastik. Nilai kuat tarik terbesar dihasilkan oleh formulasi asam asetat 1,5 mL yaitu 55,42 MPa, sedangkan elongation terbesar pada formulasi asam asetat 1 mL yaitu 105,0%.

Kata kunci: onggok singkong, pati, plastik biodegradable, asam asetat.

PENDAHULUAN

Sampah plastik menjadi permasalahan global dikarenakan terbuat dari minyak bumi dan tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme di tanah (Firdaus, 2008). Akibatnya, plastik yang tertimbun dalam tanah dapat mempengaruhi kualitas air tanah dan dapat memusnahkan kandungan humus yang menyebabkan tanah menjadi tidak subur (Darni, dkk., 2008).

Masalah tersebut dapat diatasi dengan pengembangan plastic *biodegradable*, yaitu plastik yang dapat terdegradasi oleh mikroorganisme ketika dibuang ke lingkungan. Pengembangan plastik *biodegradable* dapat dibuat dari bahan alam terbarui (*renewable resources*), seperti pati, selulosa, kitosan, dan beberapa senyawa alam lainnya.

Salah satu sumber pati yang belum banyak dimanfaatkan selama ini adalah onggok singkong. Bahan ini merupakan limbah padat dari pengolahan tepung tapioka. Indonesia merupakan produsen tapioka kedua di Asia setelah Thailand. Produksi rata-rata tapioka Indonesia mencapai 15-16 juta ton pertahun. Produksi optimal tepung tapioka dengan kualitas bahan baku yang baik, dari setiap satu ton singkong dapat menghasilkan 400 kilogram tapioka dan 160 kilogram onggok (Anonim, 2005). Onggok singkong dapat diekstrak senyawa patinya, karena masih mempunyai kandungan karbohidrat yang tinggi, yaitu sekitar 65,90% (Kurniadi, 2010).

Plastik *biodegradable* berbahan dasar pati bersifat ramah lingkungan karena dapat terdegradasi oleh mikroorganisme dengan memutus rantai polimernya menjadi monomer-monomer atau polimer yang lebih pendek. Hasil akhir dari degradasi ini adalah CO₂, H₂O, senyawa organik lain berupa asam organik, dan aldehid yang tidak berbahaya bagi lingkungan (Huda dan Firdaus, 2007).

Pati dapat dibuat plastik *biodegradable* melalui sintesis *polyblend*. Menurut Hasan, dkk (2007), dibandingkan dengan metode lain, seperti sintesis secara fermentasi khususnya yang berbahan poliester alifatik turunan alkanoat, metode ini lebih ekonomis. Selain itu, metode fermentasi tidak dapat mengontrol struktur polimer yang dihasilkan, dan rendemen polimernya sangat rendah, sehingga metode sintesis *polyblend* lebih prospek untuk dikembangkan.

Pembuatan plastik *biodegradable* perlu ditambahkan *plasticizer* agar plastik yang dihasilkan lebih elastis, fleksibel dan tahan terhadap air (Darni, dkk., 2008). Salah satu *plasticizer* yang banyak digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah gliserol. Hal ini dikarenakan gliserol sebagai *plasticizer* dapat memberikan sifat yang lebih elastis terhadap plastik jika dibandingkan *plasticizer* lain, seperti sorbitol (Pranamuda, 2001). Gliserol termasuk senyawa yang banyak ditemui di alam dan harganya relatif murah. Selain itu, gliserol bersifat ramah lingkungan, karena senyawa ini dengan mudah dapat terdegradasi oleh mikroorganisme (Marhanah, 2008).

Selain *plasticizer*, para peneliti sebelumnya menambahkan polimer lain, baik berupa polimer alam maupun sintetik, untuk meningkatkan sifat mekanik (kuat tarik dan elongasi) plastik *biodegradable*. Hasan, dkk. (2007), menambahkan Polikaprolakton (PCL), dan Cheong, dkk. (2010), menambahkan karet alam pada pati, tetapi pada penambahan bahan tersebut justru mengurangi sifat *biodegradable* dari plastik yang dihasilkan.

Dengan demikian, pada penelitian ini tidak menambahkan polimer lain pada proses pembuatan plastik *biodegradable*. Penelitian ini menggunakan asam asetat untuk membantu proses polimerisasi dan gelatinisasi pati. Penggunaan asam dan pemanasan, melalui hidrolisis suspensi pati, dapat membantu pati lebih larut dengan viskositas yang rendah dan struktur gel lebih kuat (Kusnandar, 2010). Hidrolisis ini dapat menghasilkan molekul pati yang lebih pendek, sehingga diharapkan pati lebih mudah bereaksi dengan *plasticizer* gliserol dan menghasilkan plastik yang mempunyai sifat mekanik tinggi tanpa mengurangi sifat *biodegradable* dari plastik.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium dengan tujuan untuk mensintesis plastik *biodegradable* menggunakan onggok singkong dan plasticizer gliserol. Adapun alat, bahan, dan prosedur kerja yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah alat-alat gelas pada umumnya, oven (Heraeus UT 6120), neraca analitik (OHAUS AR 2140), mikropipet 1000 μL (ACURA 825), stirrer, *hot plate* (CIMAREC), inkubator (Heraeus B 6760), termometer, *laminar air flow* (Esco EN 1822.1), autoklaf (ASTELA), spektrofotometer Inframerah (Thermo Nicolet avatar 360), teflon, seperangkat alat uji kuat tarik dan elongasi (Kao Tieh Testing Machine KT-7001-AZ), dan jangka sorong.

Bahan Utama yang digunakan adalah onggok singkong yang didapat di Desa Pundong, Kec. Srihardono, Kab. Bantul Yogyakarta. Bahan lain yang digunakan adalah gliserol, jamur *Aspergillus niger*, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), asam asetat, alkohol 70%.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Pati dari Onggok Singkong

Onggok singkong ditambahkan air dan dihaluskan untuk menghasilkan pulp. Kemudian dipisahkan antara ampas dan patinya dengan cara disaring dengan kain saring secara bertahap. Didiamkan beberapa jam hingga patinya mengendap. Hasil endapannya dikeringkan dalam oven.

Pembuatan Plastik Biodegradable

Disiapkan gelas beker sebanyak tiga buah, masing-masing diisi pati sebanyak 5 gram. Ditambahkan akuades sebanyak 125 mL dan gliserol 1 mL. Larutan pati-gliserol masing-masing ditambahkan asam asetat 0.5, 1.0, dan 1.5 mL. Dipanaskan pada suhu 80-90°C sambil diaduk selama 25 menit. Gelas beker berisi larutan diangkat. Larutan didinginkan dan dihilangkan gelembung udara maupun pengotornya. Larutan dituang ke dalam cetakan teflon. Dioven pada suhu 60°C selama 6 jam. Cetakan diangkat dan dibiarkan hingga suhu kamar. Plastik dilepaskan dari cetakan dan dianalisis.

Analisis Plastik Biodegradable

Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR

Sampel berupa plastik, ditempatkan ke dalam sample holder, kemudian sampel discan pada bilangan gelombang 4000-650 cm^{-1} .

Pengujian Sifat Mekanik

Pada penelitian sifat mekanik plastik *biodegradable* ditentukan melalui uji kuat tarik (*tensile strength*), dan elongasi (*elongation*). Sampel diuji sesuai dengan ASTM D 882. Sampel diuji menggunakan seperangkat alat uji kuat tarik dan elongasi (Kao Tieh Testing Machine KT-7001-AZ). Plastik diukur ketebalannya menggunakan jangka sorong, kemudian dikondisikan dalam suhu ruang, yaitu 30°C RH 68% selama 24 jam sebelum dilakukan pengukuran.

Seperangkat alat uji disiapkan dan unit penggerak diatur. Sampel plastik dipasang pada kedua penjepit. Dipastikan sampel plastik terjepit dengan kuat. Daerah pengukuran diatur dengan beban yang sesuai dan pen *reorder* dalam keadaan nol (mula-mula). Tombol penggerak chart dan penjepit dinyalakan. Pengujian diamati sampai sampel plastik mengalami putus. Kuat tarik ditentukan berdasarkan beban maksimum, sedangkan persentase elongasi ditentukan dan dihitung pada saat plastik *biodegradable* mengalami putus.

Uji Biodegradasi dengan Jamur Aspergillus niger

Disiapkan alat-alat yang akan dipakai, dibersihkan dan disterilisasi menggunakan autoclave dengan dipanaskan pada suhu 132°C, selama 15 menit. Media disiapkan dengan cara melarutkan 39 g PDA dalam 1 liter air kemudian dididihkan sambil diaduk. Media PDA dituangkan ke dalam erlenmeyer dan tabung ditutup dengan kapas selanjutnya disterilisasi dengan autoclave, dengan dipanaskan pada suhu 121°C selama 15 menit. Media PDA yang telah disterilisasi dituang ke dalam cawan petri. *Aspergillus niger* diinokulasi ke seluruh permukaan cawan petri hingga merata.

Sampel plastik *biodegradable* dipotong dengan ukuran 3 x 3 cm dan ditimbang. Sampel direndam dengan alkohol 70% untuk mensterilkan. Sampel dibiarkan hingga bau alkohol hilang. Sampel plastik *biodegradable* diletakkan di bagian tengah dari permukaan media PDA. Sampel sedikit ditekan agar lebih melekat ke permukaan media. Kemudian diinkubasi pada suhu 32°C selama 10 hari. Sampel diperiksa pada hari ke-3, 6, dan 10, dengan cara diambil dari media dan disterilkan dalam alkohol 70%. Sampel dikeringkan pada suhu 60°C dan ditimbang berat keringnya.

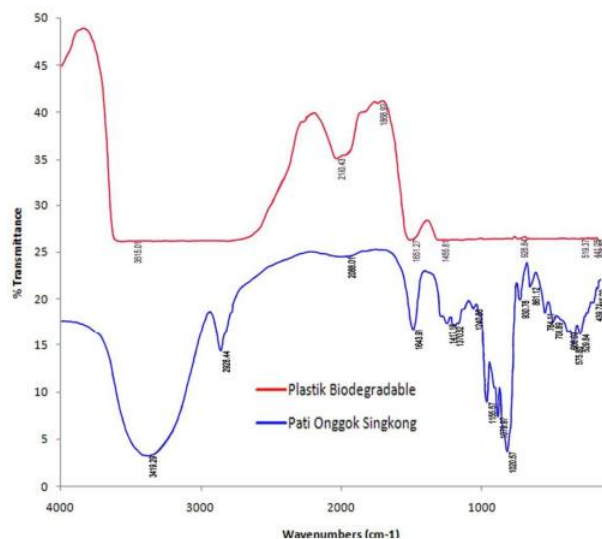
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis plastik *biodegradable* dilakukan sesuai dengan metode penelitian Ban, dkk. (2006), yaitu sintesis *polyblend* menggunakan pati. Metode sintesis *polyblend* adalah mencampurkan bahan dalam jumlah dan perbandingan tertentu pada pembuatan plastik. Metode ini telah banyak dipakai oleh peneliti plastik *biodegradable* baik luar maupun dalam negeri. Menurut Hasan dkk. (2007), jika dibandingkan dengan metode fermentasi, penggunaan metode sintesis *polyblend* lebih mudah mengendalikan struktur polimer, rendemen polimernya lebih banyak, dan relatif lebih cepat.

Polimerisasi pati dilakukan dengan metode polimerisasi kondensasi, dengan menghasilkan produk samping air (Cowd, 1991). Polimerisasi diawali dengan proses blending bahan plastik *biodegradable*. Pati, gliserol, dan asam asetat dilarutkan dalam air yang kemudian dipanaskan pada suhu 80-90°C.

Karakterisasi Plastik *Biodegradable* Menggunakan FTIR

Karakterisasi dengan FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam plastik *biodegradable*. Banyaknya frekwensi yang dilewatkan diukur sebagai persen *transmittance* (%T) (Darni, 2009).



Gambar 1. Spektra FTIR pati ongkok singkong (biru) dan plastik *biodegradable* (merah). Pergeseran dan munculnya serapan baru pada plastik *biodegradable* menunjukkan adanya reaksi polimerisasi pada bahan saat proses blending.

Dari gambar di atas, terlihat bahwa gugus O–H terletak pada bilangan gelombang $3419,29\text{ cm}^{-1}$ pada pati dan bergeser pada $3515,01\text{ cm}^{-1}$ pada plastik *biodegradable*. Ikatan C–H, antara pada pati dan plastik *biodegradable*, masing-masing ditunjukkan pada bilangan gelombang $1417,18$ dan $1455,81\text{ cm}^{-1}$. Ikatan C–O terdapat pada $1020,57$, bilangan gelombang tersebut merupakan karakteristik eter, asam karboksilat, alkohol, ester, dan anhidrida. Pada plastik *biodegradable* bergeser ke bilangan gelombang $926,84\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan karakteristik dari C–O ester. Pergeseran semacam ini mengindikasikan adanya reaksi polimerisasi bahan plastik *biodegradable* pada saat dilakukan blending (Zhong dan Xia, 2008).

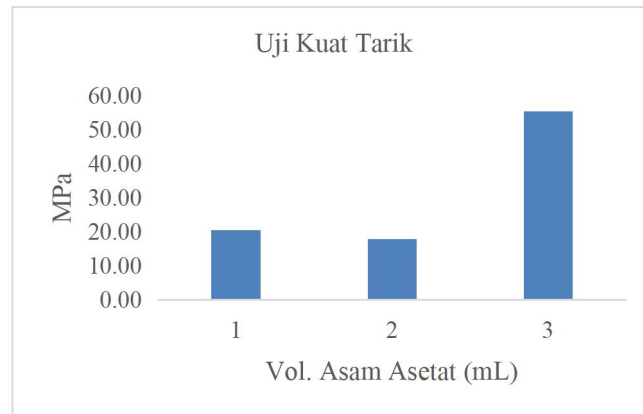
Pada plastik *biodegradable* terdapat serapan baru pada bilangan gelombang $1868,92\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus fungsi C=O. Sedangkan, pada pati karakteristik tersebut tidak ada, karena pati tidak mempunyai gugus fungsi C=O pada rumus strukturnya. Serapan ini menunjukkan bahwa gugus fungsi pati dengan plastik *biodegradable* sedikit berbeda. Plastik *biodegradable* mempunyai gugus fungsi C=O, yaitu hasil reaksi antara asam asetat dengan gliserol dan pati. Spektra plastik *biodegradable* di atas menunjukkan adanya ikatan kimia yang terbentuk antara pati, gliserol, dan asam asetat.

Uji Mekanik

Sifat mekanik dipengaruhi oleh perbandingan komponen penyusun plastik *biodegradable*, yaitu pati, gliserol, dan asam asetat. Gliserol sebagai *plasticizer* dapat memberikan sifat elastis pada plastik (Darni, 2009). Sedangkan asam asetat dalam pembuatan plastik *biodegradable* ini membantu proses blending dan sebagai terminator reaksi polimerisasi.

Sebelum dilakukan uji mekanik plastik *biodegradable*, terlebih dahulu dilakukan pengukuran ketebalan menggunakan jangka sorong. Ketebalan rata-rata plastik *biodegradable* setelah dilakukan pengukuran adalah $0,01\text{ mm}$. Selanjutnya dilakukan uji mekanik plastik *biodegradable* yang meliputi kuat tarik dan elongasi.

Uji kuat tarik merupakan salah satu uji yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan plastik menerima beban. Semakin besar nilai kuat tarik maka semakin kuat suatu plastik menerima beban. Nilai kuat tarik yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 17,93 sampai dengan 55,42 Mpa.

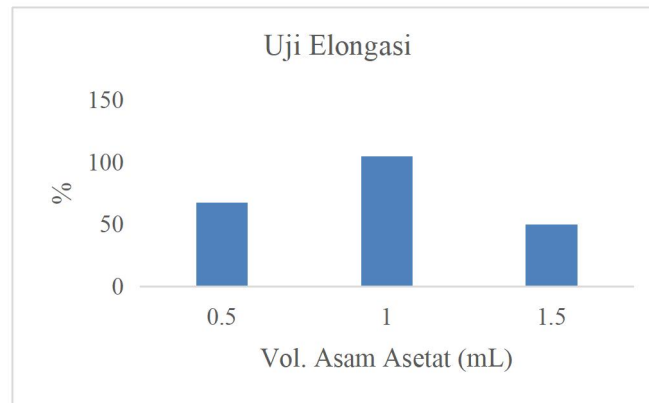


Gambar 2. Kuat tarik (Mpa) plastik *biodegradable* dengan variasi asam asetat (mL)

Gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan asam asetat dalam pembuatan plastik *biodegradable* mempengaruhi sifat kuat tarik. Secara umum, dalam penelitian ini semakin banyak asam asetat yang diberikan, maka nilai kuat tarik plastik *biodegradable* semakin baik. Nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada plastik *biodegradable* dengan komposisi asam asetat 1,5 mL, yaitu 55,42 MPa.

Standar minimal kuat tarik yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk plastik kemasan berbahan dasar minyak bumi, seperti *polypropylene*, adalah. Jika plastik *biodegradable* berbahan dasar pati onggok singkong yang dihasilkan dalam penelitian ini mengacu pada standar tersebut, maka nilai kuat tarik yang didapat masih jauh di bawah standar. Namun, nilai tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan beberapa peneliti terdahulu yang menggunakan polimer lain sebagai campuran pati, misalnya, Rahnatapun (2009), dengan penambahan *Carboxymethyl Cellulose* menghasilkan kuat tarik 31,04 Mpa, sedangkan Darni (2009), menambahkan selulosa menghasilkan plastik *biodegradable* dengan kuat tarik 10,28 MPa. Sifat mekanik, kuat tarik, dipengaruhi oleh proses gelatinisasi pati. Saat proses gelatinisasi berlangsung, terjadi destrukturisasi yaitu hilangnya bentuk granula dan selanjutnya akan bercampur atau berikatan dengan senyawa lainnya yaitu gliserol sebagai *plasticizer* (Darni, 2008).

Uji elongasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu polimer untuk mulur setelah diberi beban. Semakin tinggi nilai elongasi maka semakin tinggi kemampuan plastik untuk mulur. Nilai elongasi yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 50,00% sampai dengan 105,00%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa plastik yang dihasilkan cukup elastis.



Gambar 3. Elongasi (%) plastik *biodegradable* dengan variasi asam asetat (mL)

Pada **gambar 3** terlihat nilai elongasi terbesar diperoleh pada penambahan asam asetat 1 mL, yaitu 105,0%. Seperti pada uji kuat tarik, uji elongasi ini sangat rendah jika dibandingkan dengan standar minimal yang ditetapkan SNI untuk film kemasan berbahan dasar polypropylene, yaitu 270%. Namun, plastik yang dihasilkan dalam penelitian ini mempunyai nilai elongasi yang lebih besar jika dibandingkan beberapa peneliti terdahulu seperti Rahnatapun (2009) dan Darni (2009), yang masing-masing mempunyai nilai sebesar 3,5 dan 40,47%.

Tinggi dan rendahnya elongasi plastik *biodegradable* dipengaruhi oleh penambahan *plasticizer*. Namun, dalam penelitian ini dengan penambahan *plasticizer* dalam jumlah sama menghasilkan elongasi yang berbeda. Hal ini berarti penambahan asam asetat pada saat polimerisasi berpengaruh terhadap elastisitas plastik *biodegradable*.

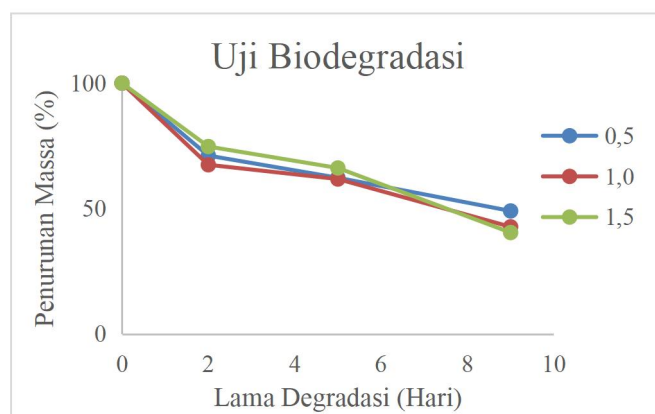
Seperti dijelaskan pada proses *blending* pembuatan plastik *biodegradable* di atas, bahwa asam asetat dapat menyebabkan pati terhidrolisis menjadi polimer yang lebih pendek sehingga interaksi dengan gliserol sebagai *plasticizer* menjadi lebih besar. Selain itu, asam asetat juga dapat menjadi terminator reaksi polimerisasi sehingga meminimalisir menumpuknya salah satu molekul ketika molekul lain habis bereaksi. Sehingga interaksi antara pati dan gliserol, sebagai *crosslinking*, lebih maksimal.

Uji *Biodegradable*

Berdasarkan sifat kimianya, plastik yang dihasilkan dalam penelitian ini bersifat mudah terdegradasi, hal ini karena bahan baku yang digunakan adalah bahan organik yang mudah berinteraksi dengan air dan mikroorganisme bahkan sensitif terhadap pengaruh fisik atau kimia lingkungan (Firdaus dan Anwar, 2004). Sehingga perlu dilakukan uji *biodegradable* untuk mengetahui tingkat ketahanan plastik yang dihasilkan terhadap pengaruh mikroorganisme pengurai.

Uji *biodegradable* dilakukan dengan menggunakan jamur *Aspergillus niger* yang didapat dari Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. *Aspergillus niger* menghasilkan enzim α -amilase yang dapat memecah polimer pati. Plastik *biodegradable* yang tersusun atas polimer pati dapat dipecah oleh enzim α -amilase menjadi polimer yang lebih pendek dengan memotong ikatan glikosida antar pati. Pemecahan polimer terus berlangsung sehingga dihasilkan fraksi kecil yang disebut maltosa (disakarida dari glukosa). Hasil akhir dari

pemecahan polimer pati adalah glukosa, sedangkan degradasi plasticizernya tetap berupa gliserol. Kedua monomer tersebut dapat berfungsi sebagai nutrisi jamur *Aspergillus niger*. Uji *biodegradable* plastik menggunakan *Aspergillus niger* dilakukan selama 10 hari, dengan pengamatan pada hari ke-3, 6, dan 10. Singkatnya perlakuan *biodegradable* ini karena masa pertumbuhan dari *Aspergillus niger* relatif singkat. Pada hari ke-4 sampai 5 telah memasuki fase stasioner, dan pada hari ke-6 ke belakang memasuki fase kematian (Khan dan Yadav, 2011).



Gambar 4. Kurva penurunan massa plastik dengan lamanya degradasi

Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa perbedaan komposisi asam asetat pada pembuatan plastik tidak mempengaruhi degradasi *Aspergillus niger*. Penurunan massa plastik dengan variasi asam asetat relatif sama. Fase pertumbuhan dan kemampuan jamur *Aspergillus niger* yang paling mempengaruhi degradasi pada penelitian ini. Dari grafik di atas terlihat, selama 2 hari pertama massa plastik turun sangat drastis. Sedangkan pada hari-hari selanjutnya penurunan massa plastik tidak terlalu signifikan. Hal ini kemungkinan besar karena *Aspergillus niger* mengalami fase stasioner dan selanjutnya fase kematian setelah biodegradasi-nya mencapai 3 hari dan seterusnya.

Berkurangnya massa setelah dilakukan pemeriksaan dalam beberapa hari mengindikasikan bahwa plastik yang dihasilkan dapat terdegradasi. Selain itu, dalam pengamatan, plastik yang telah mengalami degradasi mengandung air (H_2O), dan permukaannya berlubang, serta pecah. Hal ini sesuai dengan yang dijelaskan Huda dan Firdaus (2004), bahwa plastik berbahan dasar pati dapat didegradasi oleh mikroorganisme dengan memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Senyawa-senyawa hasil degradasi selain H_2O dan CO_2 , juga senyawa organik lain, seperti asam organik dan aldehid yang tidak berbahaya bagi lingkungan.

Penurunan massa plastik *biodegradable* selama degradasi sangat cepat, penurunan massa plastik selama sepuluh hari antara 50,94-59,55%. Nilai ini jauh lebih tinggi jika dibandingkan penelitian yang dilakukan Marhamah (2009), yaitu degradasi plastik berbahan dasar PVC dengan menggunakan jamur *Aspergillus niger*. Pada penelitian tersebut, selama 20 hari penurunan massa plastik mencapai 1,03% pada plastik yang menggunakan plasticizer DOP dan 9,64% pada plastik yang menggunakan plasticizer gliserol. Berikut ini beberapa perbandingan antara plastik *biodegradable* berbahan dasar pati dengan plastik sintetik berbahan dasar minyak bumi.

Tabel 1. Perbandingan sifat mekanik dan degradasi *Aspergillus niger* antara plastik *biodegradable* berbahan dasar pati dengan plastik sintetik berbahan dasar minyak bumi.

No	Jenis Plastik	Uji Mekanik		Degradasi <i>Aspergillus Niger</i>	Sumber
		Kuat Tarik	Elongasi		
1	Plastik <i>Biodegradable</i>	55,42 MPa	105,0%	59,55%/10 hari	Kholish (Penelitian ini)
2	Polipropilena	100 MPa	270%	-	SNI ISO 1755:2011
3	Polivinilklorida	-	-	1,03%/20 hari	Marhamah (2008)

Tabel 1 di atas memperlihatkan bahwa keunggulan dari plastik *biodegradable* yang dihasilkan pada penelitian ini hanya terletak pada waktu degradasi yang relatif singkat. Sementara, kemampuan sifat mekanik yang berupa kuat tarik dan elongasi masih jauh di bawah plastik sintetik dari bahan minyak bumi, seperti plastik kemasan pada umumnya.

SIMPULAN

Pati dari onggok singkong dapat dimanfaatkan sebagai plastik *biodegradable* dengan menggunakan metode sintesis *poliblend*. Hasil uji kuat tarik plastik *biodegradable* dengan variasi asam asetat masing-masing adalah 20,60 MPa, 17,93 MPa, dan 55,42 MPa. Sedangkan nilai elongasi masing-masing adalah 67,33%, 105,00%, dan 50,00%. Ketahanan plastik *biodegradable* terhadap degradasi jamur *Aspergillus niger* tidak dipengaruhi oleh variabel penambahan asam asetat.

REFERENSI

- Anonim. 2005. *Pengembangan Usaha Tepung Tapioka*. Jakarta: Departemen Pertanian
- Ban, Weiping, dkk. 2006. Improving the Physical and Chemical Functionality of Starch-Derived Films with Biopolymers. *Journal of Applied Polymer Science*. Vol. 100, 2542-2548
- Cheong, Kiing Sie, dkk. 2010. Development of Biodegradable Plastic Composite Blends Based on Sago Derived Starch and Natural Rubber. *Malaysia: Pertanika J. Sci. & Technol* 18 (2), 411-420
- Cowd, M.A.1991. *Kimia Polimer*. Alih Bahasa: Drs. Harry Firman, M.Pd. Bandung: IPB
- Crawford, R.J. 2002. *Plastics Engineering*. Third Edition. India: ButterworthHeinemann.
- Darni Yuli, Herti Utami, dan Siti Nur Asriah. 2008. Peningkatan Hidrofobisitas Dan Sifat Fisik Plastik Biodegradable Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut (*Euchema Spinossu*). *Prosiding Seminar Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*. Lampung: Universitas Lampung
- Darni, Yuli, Chici A, Sri Ismiyati D. 2008. Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin Dengan *Plasticizer* Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008*, Universitas Lampung.
- Firdaus, Feris, dan Chairil Anwar. 2004. Potensi Limbah Padat-Cair Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Film Plastik *Biodegradable*. Yogyakarta, *Logika*, Vol. 1, No. 2.

- Firdaus, Feris, dkk. 2008. Sintesis Fil Kemasan Ramah Lingkungan dari Komposit Pati, Khitosan dan Asam Polilaktat dengan Pemlastik Gliserol: Studi Morfologi dan Karakterisasi Mekanik. Yogyakarta: *Logika* Vol 5 no. 1, 15-22
- Hasan, Muhammad, dkk. 2007. Plastik Ramah Lingkungan dari Polikaprolakton dan Pati Tapioka dengan Penambahan *Refined Bleached and Deodorized Palm Oil* (RBDPO) sebagai Pemlastis Alami. *Purifikasi*. 8 (2). 133-138
- Huda, Thorikul, dan Feris Firdaus. 2007. Karakteristik Fisikokimiawi Film Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Singkong-Ubi Jalar. *Logika*. 4 (2): 3- 10
- Khan, Jahir Alam, dan Sachin Kumar Yadav. 2011. Production of Alpha Amylases by *Aspergillus Niger* Using Cheaper Substrates Employing Solid State Fermentation. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*. 3 sep (1). 100-108
- Kurniadi, Tedi. 2010. Kopolimerisasi Grafting Monomer Asam Akrilat Pada Onggok Singkong dan Karakteristiknya. *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB
- Kusnandar, Feri. 2010. *Kimia Pangan: Komponen Makro*. Jakarta: Dian Rakyat
- Marhamah. 2008. Biodegradasi Plasticizer Poligliserol Asetat (PGA) dan Dioktil Ftalat (DOP) dalam Matriks Polivinil Klorida (PVC) dan Toksisitasnya Terhadap Pertumbuhan Mikroba. *Tesis*. Sumatra Utara: USU
- Rachtanapun, Pornchai. 2009. Blended Films of Carboxymethyl Cellulose from Papaya Peel (CMCp) and Corn Starch. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 43: 259-266
- Zhong, Qiu-Ping, dan Wen-Shui Xia. 2008. Physicochemical Properties of Edible and Preservative Films from Chitosan/Cassava Starch/Gelatin Blend Plasticized with Glycerol. *Food Technol. Biotechnol*. 46 (3) 262 269