Studi Pembuatan Plastik *Polyblend* Metilakrilat-Pati

Istiroyah [1)*], Lailatin Nuriyah [1)], N. Ardian P [1)]

[1)] Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya, Malang

Diterima tanggal 14 Agustus 2011, direvisi tanggal 5 Oktober 2011

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat plastik ramah lingkungan berbahan pati-metil akrilat. Hasil FTIR menunjukkan bahwa plastik yang dibuat dengan mempolimerisasi 100 gram pati dengan 2 L air pada suhu 95ºC dan ditambahkan 150 gram metil akrilat pada suhu 40-45ºC dengan *ceric ammonium nitrate* sebagai inisiator menghasilkan plastik *polyblend*.

Kuat tarik plastik tergantung dari jenis patinya. Plastik ramah lingkungan dengan pati yang berkadar amilosa tinggi memiliki nilai kuat tarik yang besar. Nilai kuat tarik tertinggi adalah 18,6±4,4 Mpa yaitu pada pati ubi jalar. Sedangkan nilai persen pemanjangan saat patah terbesar dperoleh pada pati jagung sebesar 25,33±6,29%.

Kata kunci**:** Plastik ramah Lingkungan, pati, *polyblend*, kuat tarik, persen pemanjangan saat patah.

ABSTRACT

The aims of the research was to make biodegradable plastics starch-methyl acrylate. FTIR spectra showed that polymerisation of 100 grams of starch with 2 L of water at 95ºC and added by 150 grams of methyl acrylate at 40-45ºC with ceric ammonium nitrate as catalys, produced polyblend plastics.

Tensile strength of plastics depend on starch type. Biodegradable plastics with starch that have high amylase concentration showed high tensile strength. Plastic sweet potato starch had maximum tensil strength at 18,6±4,4 Mpa while maximum elongation at bread was at 25,33±6,29% from plastic madeform corn strach.

Key word: biodegradable plastics, starch, polyblend, tensile strength, elongation at break

PENDAHULUAN

Peningkatan penggunaan material plastik pada saat ini sangat pesat sehingga menimbulkan permasalahan yang cukup serius. Polimer plastik yang tidak mudah terurai secara alami mengakibatkan terjadinya penumpukan limbah plastik. Salah satu usaha yang dilakukan untuk menanggulangi dampak negatif penggunaan plastik adalah dengan mengembangkan plastik ramah lingkungan yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme secara alami.

Plastik ramah lingkungan dibuat dari bahan alami tanaman atau campuran bahan sintetik dan bahan alami. Plastik ramah lingkungan adalah plastik yang mengalami perombakan secara alami oleh mikroorganisme seperti bakteri, fungi, dan alga, bukan perombakan oleh makroorganisme [1], sedangkan menurut Pranamuda (2001) [2] plastik ramah lingkungan adalah plastik yang dapat digunakan layaknya plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme.

Keanekaragaman hayati yang tersebar di wilayah Indonesia besar perannya dalam upaya

---

*Coresponding author
E-mail: istiroyah@gmail.com

modifikasi material. Pemanfaatannya dapat dilihat pada modifikasi plastik ramah lingkungan. Modifikasi dilakukan dengan menggunakan pati yang berasal dari bahan dasar umbi- umbian dan biji-bijian.

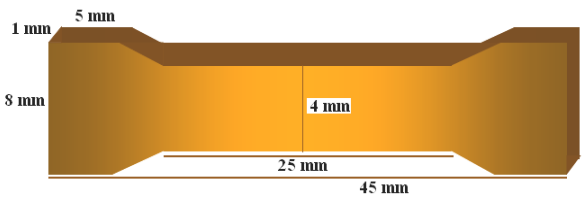
METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metil akrilat, *ceric ammonium nitrate* $NH_4(Ce(NO_3)_6)$, aquades, Pati, HNO_3, gas N_2, dan NaOH.

Alat-alat yang digunakan yaitu blender, mixer, desikator, grenda, fraise, gelas ukur, kain kasa mesh 61 dan mesh 21, oven, pipet, panci, loyang, kertas pH, spatula, mortir, kompor listrik, termostat, peralatan uji tarik, higrometer, media isolasi, alat FTIR, dan timbangan digital.

Pembuatan Pati. Pati dalam penelitian ini dibuat dari bahan baku umbi ubi jalar, ubi kayu, kentang, garut dan jagung. Umbi dicuci dan diblender bersama aquades, disaring menggunakan kain kasa mesh 61, dan diendapkan. Kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50-60°C.

Pembuatan Sampel Plastik Ramah lingkungan. Tahap pembuatan plastik 100 gram pati dilarutkan kedalam 2 L air, dipanaskan pada suhu 95°C diikuti pengadukan selama 30 menit agar tergelatinasi dengan dialiri gas nitrogen. Kemudian ditambahkan metil akrilat 150 gram sambil dipanaskan pada suhu 40-45°C, setelah lima menit ditambahkan larutan *ceric ammonium nitrate* sebagai inisiator.



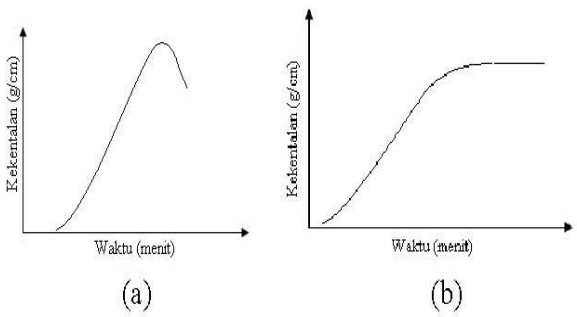
Gambar 1. Sampel Uji Mekanik

Campuran kemudian dituangkan ke dalam loyang dan dikeringkan. Plastik yang telah kering dibentuk menurut sampel uji mekanik (Gambar 1), sedangkan untuk sampel FTIR dibuat menjadi pelet dari serbuk plastik ramah lingkungan yang dihaluskan.

Karakterisasi. Karakterisasi yang dilakukan adalah uji gugus fungsi menggunakan FTIR dan uji sifat mekanik yang meliputi kuat tarik (*tensile strength*) dan *regangan maksimum.* Pengujian sifat mekanik tersebut menggunakan *universal tensile test.*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gelatinasi pati berfungsi untuk meluruskan rantai ikatan pati yang awalnya menekuk dan membuatnya terpolimerisasi. Proses polimerisasi campuran amilosa dan amilopektin dimulai dengan pemanasan suhu 80-90ºC dengan menambahkan aquades sampai terbentuk biopolimer. Suspensi pati mula-mula keruh, namun akan berkurang tingkat kekeruhannya dan lebih kental pada kenaikan suhu tertentu tergantung jenis patinya. Pati garut dan pati jagung mengalami penurunan viskositas selama 30 menit berada pada suhu 95ºC. Awalnya viskositas suspensi pati naik, namun seiring bertambahnya waktu viskositas semakin menurun (Gambar 2a). Lain halnya dengan pati kentang, ubi jalar, dan ubi kayu, viskositas mengalami kenaikan terus menerus hingga akhirnya mendekati konstan (Gambar 2b). Terjadinya peningkatan viskositas disebabkan oleh air yang semula berada diluar granula dan bebas bergerak, kini sudah berada dalam butir pati dan tidak dapat bergerak bebas.



Gambar 2. Laju kenaikan viskositas pati terhadap waktu gelatinasi (a) pati garut dan jagung (b) pati kentang, ubi jalar, dan ubi kayu

Perbedaan warna pada hasil plastik ramah lingkungan dipengaruhi oleh sifat dasar masing-masing pati itu sendiri. Perubahan warna selama proses pembuatan plastik ramah lingkungan terlihat lebih jelas setelah *ceric ammonium nitrate* ditambahkan.

Secara fisik perbedaan warna merupakan ciri yang mudah untuk membedakan plastik ramah lingkungan yang diperoleh, seperti ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Warna plastik pati-metil akrilat

No	Jenis Pati	Warna plastik yang dihasilkan
1	Garut	Kuning kecoklatan
2	Jagung	Kuning keputih-putihan
3	Ubi kayu	Kuning keputih-putihan
4	Kentang	Kecoklatan
5	Ubi kayu	Kecoklatan

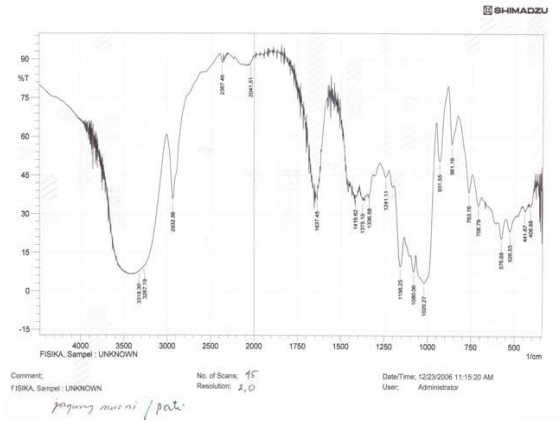
Hasil FTIR. Gambar 3 merupakan hasil FTIR plastik ramah lingkungan pati–metil akrilat yang menunjukkan adanya ikatan sekunder yang menghubungkan metil akrilat dengan pati. Ikatan sekunder ini membentuk polyblend antara pati-metilakrilat dimana molekul metilakrilat terperangkap diantara molekul pati namun fasa keduanya tetap memisah atau tidak menghasilkan fasa baru. Suatu campuran fisis dari dua atau lebih polimer yang tidak terikat melalui ikatan-ikatan kovalen merupakan suatu paduan polimer (polimer blend) [3].

Pati mengandung beberapa gugus utama, diantaranya gugus hidroksil (OH), etil (CH2), dan eter (-O-). Pita kuat pada bilangan gelombang sekitar 3350-3500cm^{-1} adalah gugus hidroksil. Pita lemah pada bilangan gelombang 2930,63cm^{-1} adalah gugus etil, sedangkan pita antara bilangan gelombang 1200-1000cm^{-1} adalah gugus eter. Pada metil akrilat bilangan gelombang 1383,83cm^{-1} adalah CH2=CHR. Gugus ester akrilat (=CH-CO-OR) ditunjukkan oleh bilangan gelombang 1734,85cm^{-1} [4].

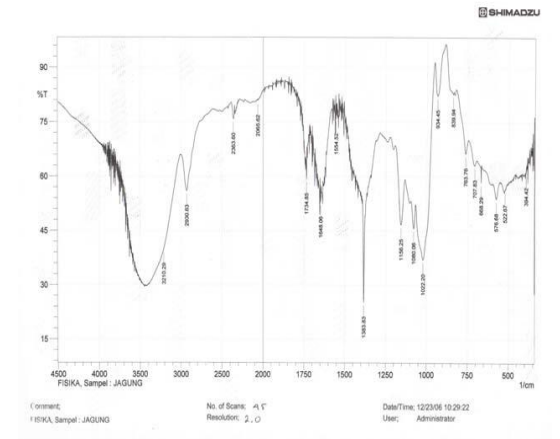
Hasil FTIR (Gambar 3) menunjukkan bahwa pati dan metil akrilat tidak terhubung secara kovalen, terbukti dengan adanya metil akrilat yang masih berupa monomer CH_2=$CHCOOCH_3$ pada plastik ramah lingkungan.

Sifat Mekanik. Jenis pati yang berbeda mempengaruhi nilai kuat tarik dan persen pemanjangan seperti diberikan pada Tabel 2.

Aplikasi plastik dapat ditentukan menurut sifat mekaniknya. Pengujian sifat mekanik dimaksudkan untuk mengetahui spesifikasi setiap bahan sehingga dapat ditelaah lebih jauh aplikasi yang cocok untuk bahan tersebut. Selain sebagai penentu nilai guna bahan, pada penelitian ini sifat mekanik juga dijadikan sebagai parameter pembanding terhadap plastik ramah lingkungan yang dihasilkan menurut jenis pati yang digunakan. Nilai mekanik plastik ramah lingkungan sangat dipengaruhi oleh jenis pati sebagai bahan utamanya.



(a)



(b)

Gambar 3. Hasil FTIR : (a) Pati jagung (b) Plastik pati jagung-metilakrilat

Kuat tarik menunjukkan kemampuan bahan untuk menahan tegangan maksimum sebelum bahan mengalami kerusakan atau perpatahan.

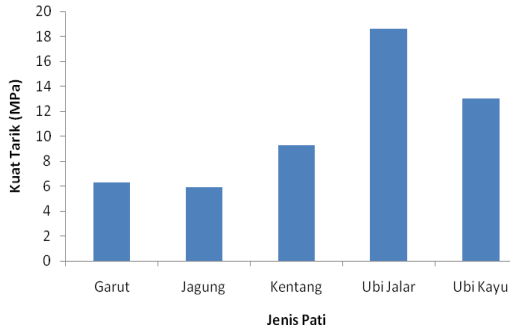
Tabel 2. Nilai sifat mekanik plastik ramah lingkungan pati-metil akrilat

Jenis pati	Kuat tarik (MPa)	Perpanjangan (%)
Garut	6,3±1,7	4,33±1,55
Jagung	5,9±1,7	25,33±6,29
Kentang	9,3±4,5	4,67±1,55
Ubi Jalar	18,6±4,4	9,00±2,70
Ubi Kayu	13,0±3,1	10,67±2,39

Setiap bahan polimer memberikan reaksi yang berbeda terhadap gaya-gaya dan energi eksternal [3]. Reaksi tersebut tergantung pada hubungan ikatan kovalen dan ikatan sekunder bahan. Ikatan sekunder dalam hal ini adalah ikatan antarmolekuler, memiliki gaya ikat yang jauh lebih lemah dibanding gaya ikat pada ikatan kovalen intermolekuler. Gaya ikat mempengaruhi besar kecilnya energi ikat plastik, sehingga berperan besar pada kekuatan bahan untuk menerima tarikan.

Besarnya gaya tarik luar yang dikenakan pada polimer memberikan dampak secara langsung terhadap putus tidaknya ikatan antar rantai molekul polimer. Semakin besar gaya yang dibutuhkan untuk memutuskan ikatan polimer maka semakin besar nilai kuat tarik suatu bahan.

Data hasil uji tarik sampel menghasilkan nilai kuat tarik yang berbeda tergantung jenis pati yang digunakan (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik kuat tarik pastik ramah lingkungan

Nilai kuat tarik sebesar 5,9±1,7 MPa untuk plastik ramah lingkungan pati jagung-metil akrilat, nilai tersebut adalah kuat tarik paling kecil yang diperoleh dalam penelitian ini, sedangkan kuat tarik terbesar terjadi pada plastik pati ubi jalar-metil akrilat 18,6±4,4 MPa. Nilai kuat tarik ini lebih besar dibandingkan dengan plastik ramah lingkungan komersial jenis novon 10,7±0,4 MPa, mater-BI 7,8±0,6 MPa, dan plastik sintetik polietilen yang bernilai 8,3 MPa [2]. Perbedaan nilai kuat tarik plastik ramah lingkungan disebabkan oleh perbedaan kandungan amilosa dan amilopektin untuk setiap jenis pati. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa amilosa memiliki struktur rantai yang linier dan amilopektin memiliki struktur bercabang. Kelinieran struktur molekul amilosa berpengaruh terhadap dispersi energi saat dilakukan uji tarik, dimana energi yang diteruskan pada rantai linier jauh lebih besar dibanding pada rantai bercabang. Jadi secara umum plastik ramah lingkungan dengan pati yang mengandung amilosa tinggi memiliki nilai kuat tarik yang tinggi pula. Tabel 3 memperlihatkan kandungan amilosa setiap jenis pati.

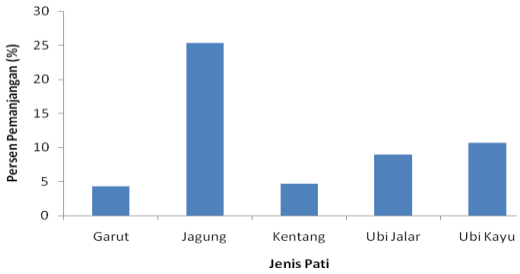
Tabel 3. Kandungan amilosa setiap jenis pati

Jenis Pati	%Amilosa
Ubi Jalar	33,84-37,58% [5]
Ubi Kayu	20-30% [6]
Kentang	23% [7]
Garut	22,89%[8]
Jagung	15,3-25,1%[9]

Persen Pemanjangan. Pemanjangan merupakan partambahan ukuran panjang akibat tarikan yang diberikan pada bahan. Persen pemanjangan didefinisikan sebagai persentase panjang maksimum terhadap panjang semula. Panjang maksimum diperoleh ketika bahan sudah tidak mampu lagi menambah ukuran panjangnya, yaitu saat bahan mengalami deformasi plastik.

Selama tegangan diberikan molekul-molekul sampel tertarik sepanjang arah garis tarikan. Terdapat tiga macam reaksi akibat tarikan plastik, yaitu melar atau elastik, plastik, dan patah. Gaya tarik yang bernilai lebih kecil dari gaya ikat antar molekul hanya akan menimbulkan reaksi elastik saja, bila gaya

tersebut dihilangkan sampel dapat kembali ke bentuk dan ukuran semula. Gaya yang sama besar dengan gaya antar molekul menimbulkan reaksi plastik, dan apabila gaya tersebut diperbesar maka bahan akan patah. Molekul-molekul sepanjang garis perpatahan terpisah menjadi dua bagian.



Gambar 5. Grafik Persen Pemanjangan Plastik

Gambar 5 menunjukkan bahwa plastik ramah lingkungan yang dihasilkan mempunyai nilai persen pemanjangan yang bervariasi. Plastik ramah lingkungan pati jagung-metil akrilat pemanjangannya mencapai 25,33±6,29%, nilai ini adalah yang terbesar dibanding jenis lainnya. Pemanjangan paling kecil dimiliki oleh Plastik ramah lingkungan pati garut-metil akrilat, yaitu sebesar 4,33±1,55%.

KESIMPULAN

Plastik ramah lingkungan pati-metil akrilat yang terbentuk berupa polyblend pati-metilakrilat.

Nilai kuat tarik tergantung pada persentase amilosa pada setiap jenis pati yang terkandung dalam plastik. Nilai kuat tarik paling tinggi sebesar 18,6±4,4 MPa terdapat pada plastik ramah lingkungan pati ubi jalar-metil akrilat dengan kandungan amilosa 33,84-37,58% dan nilai kuat tarik terendah 5,9±1,7 MPa terdapat pada plastik ramah lingkungan pati jagung-metil akrilat dengan kandungan amilosa 15,3-25,1%. Nilai persen pemanjangan paling tinggi diperoleh plastik ramah lingkungan pati jagung-metil akrilat sebesar 25,33±6,29%, dan nilai terkecil 4,33±1,55% diperoleh plastik ramah lingkungan pati garut-metil akrilat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada ADB yang telah membiayai penelitian ini melalui TPSDP Program Studi Fisika.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Stevens, E. S. 2002. Green plastics an introduction to the new science of biodegradable plastics. Princeton university press: New jersey.

[2] Pranamuda, Hardaning. 2001. Pengembangan bahan plastik ramah lingkungan berbahan baku pati tropis. Badan pengkajian dan penerapan teknologi. Jakarta.

[3] Vlack, Lawrence H. Van. 2004. Elemen-elemen ilmu dan rekayasa material: Edisi keenam. Erlangga. Jakarta.

[4] Dyer, John R. 1987. Application of absorbtion spectroscopy of organic compounds. Prentice hall. India.

[5] Mahartantri, L. 2005. Pembuatan glukosa kasar dari pati beberapa varietas klon ubi jalar (ipomea batatas l) secara hidrolisis enzimatis. skripsi. FTP Universitas Brawijaya Malang.

[6] Whistler, R. T. And E. F. Paschal. 1967. Starch chemistry and technology: Vol 2. Academic press. New york.

[7] www.encap.com/PDFs/77-%20Secetion%20of%20**Controlled**%20**Release**%20**Coatings**-%20Starches.pdf) Diakses tanggal 21 Maret 2007

[8] Kawabata, A., S. Sawayana, N. Nagasima and R. R, Del Rosario. 1984. Some phyco-chemical properties of starch from cassava, arrowroot and sago, dalam Simanjuntak, D., 2006, Pemanfaatan Komoditas Non Beras Dalam Diversifikasi Pangan Sumber Kalori, Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian, 4 (1): 45-54.

[9] Sandhu K.S., Singh N. and Kaur M, 2004, *Characteristics of the different corn types and their grain fractions: physicochemical, thermal, morphological, and rheological properties of starche*, Journal of food engineering, 64(1): 119-127