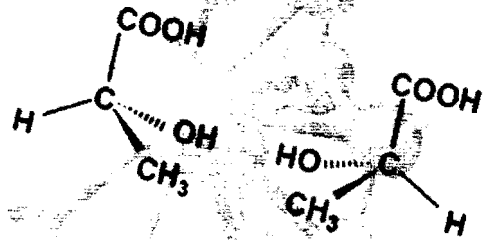




Prosiding

Seminar Nasional

Himpunan Kimia Indonesia Tahun 2011



Tema :

**Peranan Kimiawan Dalam Pemanfaatan Dan Peningkatan
Sumber Daya Alam Menuju Era Industrialisasi Nasional**

UNIVERSITAS RIAU

Pekanbaru, 18-19 Juli 2011



**Penanggung jawab : Dr. Christine Jose
Dewan Editor :**

**Ketua : Dr. Amilia Linggawati
Anggota : Ganis Fla Kartika, M.Si.
Yuana Nurulita, S.Si., M.Si.
Dwita Liana Siregar, S.Si.
Deni Reffianto, S.Si.**

**Editor Teknis : Noviza Delfira
Shally Yanova, S.Si.**

Sifat Mekanis Polipaduan Polistirena-Pati Menggunakan Zat Pemplastis Epoksida Minyak Jarak Pagar

Tetty Kemala, Ahmad Sjahriza, Nurhafidz Felani

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor
Email: tetty.kemala@yahoo.com

Abstrak. Polipaduan merupakan pencampuran secara fisik dua polimer atau lebih yang berbeda sifat dengan salah satu tujuannya mendapatkan polimer yang dapat terdegradasi dan memiliki sifat mekanik yang baik. Pati merupakan polimer yang mudah terdegradasi di alam, sedangkan polistirena merupakan polimer sintetik yang sangat sukar terdegradasi. Polipaduan polistirena-pati akan menghasilkan polimer yang mudah terdegradasi, namun sifat mekanik polipaduan turun. Untuk peningkatan sifat mekanik polipaduan diperlukan suatu zat yang dapat memplastisasi polipaduan, yaitu epoksida minyak jarak. Pencampuran polipaduan polistirena-pati dilakukan dengan beragam komposisi dan zat pemplastis epoksida minyak jarak pagar ditambahkan dengan konsentrasi 0,0; 2,5; 5,0; 7,5; dan 10,0%. Bobot jenis polipaduan semakin turun seiring dengan penambahan zat pemplastis epoksida minyak jarak pagar. Penurunan bobot jenis ini menunjukkan bahwa epoksida minyak jarak pagar dapat digunakan sebagai pemplastis. Hasil analisis sifat mekanik memperlihatkan bahwa penambahan epoksida minyak jarak pagar dapat meningkatkan perpanjangan (*elongasi*) dan menurunkan kekuatan tarik bahan, sedangkan hasil analisis termal dengan *differential scanning calorimetry* (DSC) menunjukkan suhu transisi kaca polipaduan yang semula 95,37 °C turun menjadi 91,79 °C.

Kata kunci: Polipaduan, polistirena-pati, pemplastis

Abstract. Polyblend is a physical mix between two or more polymers resulting in different properties to get degradable polymer and better mechanical properties. Starch is degradable polymer, but polystyrene is synthetic polymer which is difficult to degrade. Polyblend polystyrene-starch will make the polymer easily to degrade but low mechanical properties. To increase the mechanical properties of polyblend, the plasticizers is needed. The plasticizers in this experiment was epoxide of jathropha oil. The polyblend of polystyrene-starch was prepared with various compositions, i.e. 0; 2.5; 5.0; 7.5; and 10.0%. The density of the polyblend decreased with the addition of the plasticizers. The reduction of density shown that jathropha oil epoxides can be used as plasticizers. The mechanical properties showed that the additions of plasticizer could increase the elongation and reduce the tensile strength. Thermal analysis using differential scanning calorimetry showed that glass transition temperature decreased from 95.37 °C to 91.79 °C.

Keywords: Polyblend, polystyrene-starch, plasticizers

1 Pendahuluan

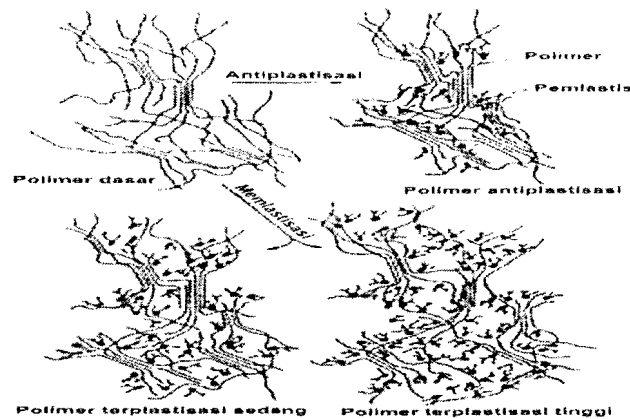
Bahan plastik yang paling banyak beredar di pasaran saat ini merupakan polimer sintetik, salah satunya adalah polistirena. Polistirena dapat meningkatkan kekuatan regang pada bahan lain yang ditamapkannya. Selain itu, keunggulan lain Polistirena antara lain kuat, tahan lama, mudah dibentuk, dan murah. Keunggulan ini membuat Polistirena sering digunakan sebagai bahan plastik, pemaketan cakram kompak, dan banyak objek lainnya [1]. Bahan plastik yang dibuat dari polistirena memiliki kualitas yang baik, murah, dan mudah dibuat, tetapi sulit

terdegradasi di lingkungan [2]. Akibatnya limbah dari bahan-bahan plastik terus bertambah setiap saat dan merusak lingkungan. Permasalahan ini mendorong banyaknya penelitian tentang bahan plastik yang dapat terdegradasi atau biasa disebut dengan plastik biodegradabel.

Salah satu cara pembuatan plastik biodegradabel adalah dengan mencampurkan polistirena dengan polimer lain yang bersifat degradabel seperti pati. Bhatnagar dan Hanna [3], Sutiani [4], dan Nurhidayati [5] melakukan penelitian dengan mencampurkan polistirena-pati dan memberikan hasil bahwa polipaduan polistirena-pati menghasilkan campuran yang dapat terdegradasi di lingkungan, tetapi sifat-sifat mekanik produk yang dihasilkan kurang memuaskan, yaitu film yang dihasilkan sangat rapuh. Selain itu, polipaduan polistirena-pati yang dihasilkan tidak kompatibel. Hal ini disebabkan pati bersifat polar, sedangkan polistirena cenderung bersifat non-polar.

Siregar [6] melakukan pencampuran polistirena-pati dengan menambahkan suatu bahan kompatibel, yaitu poliasamlaktat. Poliasamlaktat mengandung gugus karboksil yang dapat berinteraksi dengan polistirena dan gugus hidroksil yang berinteraksi dengan pati. Penelitian yang dilakukan Siregar [6] memberikan hasil bahwa poliasamlaktat dapat meningkatkan kompatibilitas dari campuran polistirena-pati, namun polipaduan yang dihasilkan memiliki sifat mekanik yang rapuh. Oleh karena itu, perlu adanya penambahan zat yang dapat mengurangi sifat rapuh dari polipaduan polistirena-pati, yaitu yang dapat memplastisasi polipaduan.

Kemala [7] menyatakan bahwa polipaduan polistirena-pati dapat terplastisasi dengan senyawa dibutilftalat (DBP). DBP dapat membuat polipaduan polistirena-pati menjadi keras dan liat, tetapi senyawa DBP merupakan senyawa toksik sehingga berbahaya bagi lingkungan. Masalah ini dapat diatasi dengan mengembangkan zat pemlastis alami yang mudah terurai, tidak bersifat toksik, dan dapat meningkatkan sifat mekanik dari polimer. Senyawa yang dapat digunakan sebagai zat pemlastis alami di antaranya ester asam adipat, ester asam azelat, sitrat, epoksida, glikol, asam glutarat, dan oleat [8].



Gambar 1. Efek pemlastis pada polimer.

Pemlastis akan menurunkan suhu transisi kaca, merendahkan modulus elastisitas dan menurunkan viskositas leleh sehingga menyebabkan perubahan sifat dari keras dan rapuh menjadi lunak, liat, dan kuat. Sifat dari bahan pemlastis yang ideal untuk polimer yaitu pemlastis harus selektif dalam memodifikasi atau membantu pemrosesannya. Selain itu harus bersifat permanen terhadap polimer dan inert, memberikan sifat khusus yang sesuai dengan aplikasi bahan yang dihasilkan, dan juga memberikan kinerja yang baik untuk aplikasi [9]. Gambar 1 menunjukkan cara kerja pemlastis pada polimer.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mengembangkan polipaduan polistirena-pati dengan penambahan zat pemlastis alami, yaitu epoksida minyak jarak pagar. Penggunaan zat pemlastis alami ini diharapkan dapat meningkatkan sifat-sifat mekanik polipaduan polistirena-pati yang

dihasilkan menjadi keras dan liat tanpa bersifat toksik. Pencirian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji tarik, penentuan bobot jenis dengan metode piknometri, dan analisis termal dengan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC).

2 Bahan dan Metode

Bahan. Pada penelitian ini polimer yang dipakai polistirena Sigma Aldrich (M_w 192.000), poliasamlaktat (M_w 60.000), pati singkong Bratachem, pelarut diklorometana Bratachem, dan zat pemlastis yang digunakan adalah epoksida minyak jarak pagar dengan nilai bilangan oksirana 3,93%.

Alat-alat yang digunakan untuk membuat polipaduan adalah pengaduk magnet, piknometer, alat uji tarik Torsee PA-104-30, DSC7 Perkin Elmer dan alat-alat gelas.

Ruang lingkup kerja. Tahap percobaan yang dilakukan secara umum adalah persiapan contoh, pembuatan epoksida minyak jarak pagar, pembuatan polipaduan polistirena-pati dengan variasi komposisi, penambahan bahan kompatibel poliasamlaktat 20% dari bobot polipaduan dan zat pemlastis alami dengan berbagai konsentrasi. Tahap terakhir adalah melakukan karakterisasi bobot jenis, uji kekuatan tarik, dan analisis termal dengan DSC.

Persiapan contoh. Sebelumnya pati dikeringkan dan ditentukan kadar airnya menggunakan metode oven pada suhu 80°C selama 24 jam sampai kadar airnya tetap [10]. Polistirena, pati, poliasamlaktat, dan epoksida minyak jarak pagar ditimbang sesuai dengan komposisi yang diinginkan.

Pembuatan epoksida minyak jarak pagar. Minyak jarak pagar sebanyak 100 gram, 50 ml toluena, 5 gram Amberlite (yang telah diaktivasi), dan 15.00 g (0.25 mol) asam asetat glasial dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Hidrogen peroksida (H_2O_2) 30% sebanyak 83.70 g (0.74 mol) ditambahkan secara bertetes-tetes dengan corong pisah. Larutan dipanaskan selama 6 jam sambil diaduk dengan pengaduk magnet.

Produk berupa minyak terepoksidasi selanjutnya ditambahkan etil asetat. Amberlit diperoleh kembali melalui penyaringan. Minyak selanjutnya dicuci dengan air panas secara berulang sampai dicapai pH netral. Fase minyak dikeringkan dengan menggunakan natrium sulfat anhidrat dan disaring, pelarut dihilangkan dengan penguap putar. Suhu reaksi yang digunakan $80 \pm 0.5^\circ C$. Parameter yang dianalisis ialah bilangan oksirana.

Pembuatan polipaduan. Pembuatan polipaduan dilakukan dengan pelarutan polistirena dan pati pada berbagai komposisi dengan pelarut diklorometana menggunakan pengaduk magnet selama ± 24 jam. Poliasamlaktat dengan proporsi 20% dari bobot total polipaduan ditambahkan ke larutan pati. Setelah itu, larutan dicampur dan diaduk beberapa saat. Epoksida minyak jarak pagar yang berfungsi sebagai pemlastis ditambahkan dengan konsentrasi berbeda. Komposisi polipaduan dapat dilihat pada Tabel 1. Polipaduan diaduk kembali selama 24 jam. Polipaduan yang terbentuk didiamkan selama 10 menit agar terbebas dari gelembung udara dan dicetak di atas pelat kaca dengan ukuran tertentu. Film dilepaskan dari pelat kaca dan dikeringkan.

Tabel 1. Komposisi polipaduan

Komposisi Polipaduan (%)		Pemlastis (%b/b)
Polistirena	Pati	
80,00	20,00	0,00
78,75	18,75	2,50
77,50	17,50	5,00
76,25	16,25	7,50
75,00	15,00	10,00

Penentuan Bobot jenis. Piknometer kosong ditimbang beratnya, kemudian timbang berat piknometer yang telah ditambah aquades dan setelah itu ke dalam piknometer kosong dimasukkan contoh, kemudian beratnya ditimbang. Aquades ditambahkan ke dalam piknometer yang telah berisi contoh dan ditimbang beratnya. Untuk setiap perimbangan beratnya dicatat. Bobot jenis contoh ditentukan dengan menggunakan Persamaan 1.

$$D = \left[\frac{W_1 - W_0}{(W_3 - W_0) - (W_2 - W_1)} \right] \times [D_1 - D_a] + D_a \quad (1)$$

Keterangan :

- D = bobot jenis contoh
- W_0 = berat piknometer kosong
- W_1 = berat piknometer + contoh
- W_2 = berat piknometer + contoh + aquades
- W_3 = berat piknometer + aquades
- D_1 = bobot jenis air
- D_a = bobot jenis udara pada suhu percobaan

Uji tarik. Film yang telah dikeringkan dibuat menjadi *dumbbell* dengan ukuran panjang 22 cm dan lebar 1 cm. Kemudian *dumbbell* dijepitkan pada alat uji tarik dan ditarik dengan kecepatan konstan dan beban maksimum 5 kgf. Data yang dihasilkan dicetak diatas kertas. Untuk perhitungan besarnya kekuatan tarik dan perpanjangan dapat menggunakan Persamaan 2 dan Persamaan 3.

$$\tau = \frac{F_{maks}}{A} \quad (2)$$

$$\%E = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

- τ = kekuatan tarik (kgf/mm²)
- F_{maks} = tegangan maksimum (kgf)
- A = luas penampang lintang (mm²)
- %E = perpanjangan (%)
- ΔL = pertambahan panjang specimen (mm)
- L = panjang specimen mula-mula (mm)

Analisis termal dengan DSC. Contoh yang telah berbentuk film ditimbang antara 2,0 - 2,5 mg dan diletakkan pada tempat contoh alat DSC. Kondisi alat diatur dan dioperasikan pada suhu 50-350 °C, control atmosfer wadah contoh dan wadah pembanding menggunakan gas nitrogen dengan kecepatan pemanasan 20 °C per menit. Kurva yang dihasilkan dicetak di atas kertas.

3 Hasil dan Pembahasan

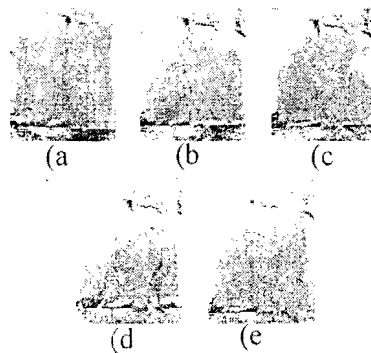
Polipaduan.

Proses pencampuran pati ke dalam polistirena menghasilkan campuran yang mempunyai kompatibilitas yang rendah karena perbedaan kepolaran antara polistirena dengan pati. Siregar [6] mencampurkan suatu bahan yang dapat meningkatkan kompatibilitas dari polipaduan, yaitu poliasamlaktat. Polipaduan dibuat dengan metode pelarutan, yaitu semua bahan dasar

(polistirena, pati, dan poliasanlaktat) dilarutkan ke dalam diklorometana, setelah semua bahan larut zat pemlastis epoksida minyak jarak pagar ditambahkan ke dalam campuran.

Pati banyak terdapat dalam biji-bijian seperti jagung, terigu, gandum, beras atau dari umbi-umbian (kentang dan tapioka). Masing-masing jenis pati dari berbagai sumber tersebut memiliki sifat yang berbeda [11]. Pati jagung memiliki kandungan amilosa sekitar 22-88% dengan asam lemak 2-4%, sedangkan pati tapioka memiliki kadar amilosa yang relatif rendah sekitar 16,5-22% dengan asam lemak dibawah 3%. Pati yang sering digunakan untuk pembuatan polipaduan adalah pati tapioka karena kadar amilosanya rendah [12].

Pati memiliki kadar air yang besar, yaitu 8-11%. Kadar air pati yang digunakan sebesar 3,34%. Jika pati yang akan digunakan memiliki kadar air yang tinggi, proses pencampuran akan terganggu. Hal ini dikarenakan H_2O yang terkandung dalam pati dapat berikatan secara fisik dengan polistirena, sehingga film yang terbentuk lebih rapuh. Gambar 2 menunjukkan penampakan secara visual film yang dihasilkan.



Gambar 2. Film polipaduan polistirena-pati : (a) 0,0% pemlastis; (b) 2,5% pemlastis; (c) 5,0% pemlastis; (d) 7,5% pemlastis; (e) 10,0% pemlastis.

Variasi komposisi yang dilakukan dapat mempengaruhi sifat dari polipaduan, namun dalam penelitian ini tidak dilakukan karakterisasi lebih lanjut untuk melihat seberapa besar pengaruh variasi komposisi terhadap polipaduan yang dihasilkan. Hal ini disebabkan tujuan dari penelitian ini hanya melihat seberapa besar pengaruh penambahan zat pemlastis epoksida minyak jarak pagar terhadap polipaduan. Semakin besar konsentrasi pati di dalam polipaduan akan membuat polipaduan cenderung mengikuti sifat pati yang rapuh, sedangkan semakin sedikit pati yang dicampurkan membuat polipaduan lebih bersifat seperti polistirena, keras dan sulit terdegradasi.

Film yang dihasilkan memiliki warna putih transparan, permukaan yang halus, dan tidak terdapat bercak. Film dikatakan homogen jika tidak terlihat lagi perbedaan antara komponen-komponen penyusunnya, baik dalam bentuk, ukuran, maupun warna, karena komponen-komponen penyusunnya telah tercampur secara merata. Berdasarkan pengamatan secara fisik tersebut film bersifat homogen.

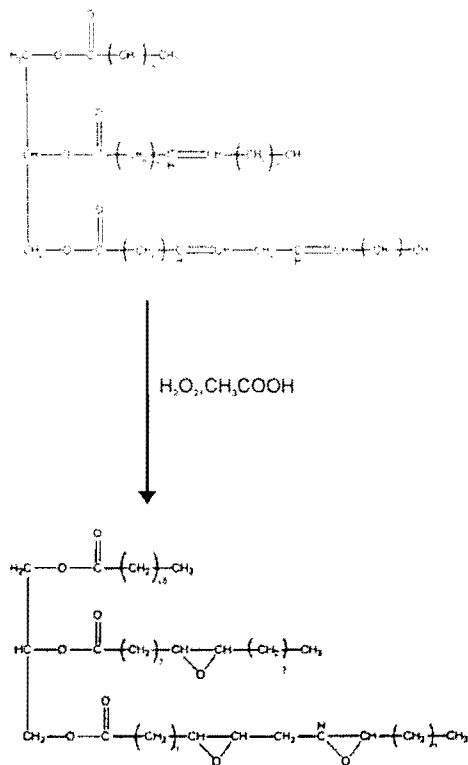
Zat pemlastis.

Wypych [8] menjelaskan mekanisme kerja zat pemlastis dengan teori volume bebas. Teori ini menyatakan bahwa zat pemlastis akan membuat ruang-ruang kosong pada polimer semakin besar, dengan demikian volume bebas polimer menjadi semakin besar. Volume bebas yang besar ini membuat pergerakan molekul menjadi lebih leluasa, dengan kata lain derajat ketidakteraturan polimer meningkat. Dampak dari penambahan zat pemlastis ini akan membuat polimer yang bersifat kaku dan keras menjadi lebih liat. Senyawa yang banyak digunakan untuk zat pemlastis selama ini berasal dari bahan sintetik yang berbahaya bagi lingkungan. Oleh

karena itu, perlu dilakukan pengembangan lebih jauh tentang zat pemlastis alami yang ramah lingkungan.

Minyak jarak pagar merupakan salah satu alternatif zat pemlastis alami yang beberapa tahun belakangan banyak diminati. Sebelum digunakan sebagai zat pemlastis, minyak jarak pagar dirubah menjadi suatu senyawa epoksida. Minyak jarak pagar direaksikan dengan hidrogen peroksida (H_2O_2) dan asam asetat glasial (CH_3COOH) untuk membuka ikatan rangkap yang ada membentuk cincin epoksida [13]. Reaksi pembentukan epoksida minyak jarak pagar ditunjukkan Gambar 3.

Banyaknya cincin epoksida yang terbentuk dapat dihitung dengan nilai bilangan oksirana. Semakin besar bilangan oksirana yang didapat, maka semakin banyak cincin epoksida yang terbentuk. Petrovic *et al.* (2001) menyatakan suatu senyawa epoksidasi yang baik memiliki bilangan oksirana 4,00%. Bilangan oksirana epoksida minyak jarak pagar yang digunakan pada penelitian ini sebesar 3,93%. Besarnya bilangan oksirana sangat dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi lemak tak jenuh yang ada pada minyak tersebut. Hal ini berkaitan dengan ketersediaan ikatan rangkap yang dapat digunakan untuk membentuk senyawa epoksida. Semakin tinggi konsentrasi asam lemak tak jenuh pada minyak maka akan semakin tinggi nilai bilangan oksirana yang diperoleh.



Gambar 3. Reaksi epoksidasi minyak jarak pagar.

Analisis bobot jenis.

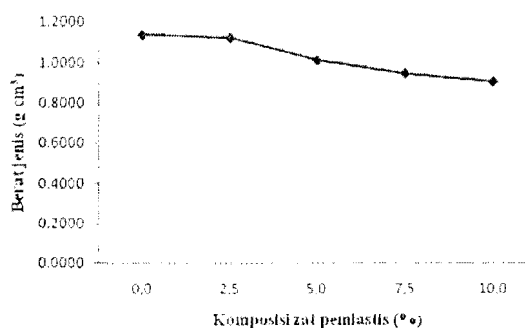
Analisis bobot jenis dilakukan untuk melihat keteraturan molekul dalam menempati ruang. Jika suatu molekul memiliki tingkat keteraturan yang tinggi maka bobot jenis dari polimer tersebut akan meningkat. Oleh karena itu, penentuan bobot jenis polimer merupakan cara yang tepat untuk memprediksi sifat mekanik dari polimer. Penentuan bobot jenis polipaduan

menggunakan metode piknometri, yaitu contoh harus dipotong dengan ukuran yang sama dan diukur menggunakan piknometer. Data yang didapatkan dari pengukuran dihitung dengan Persamaan 1. Penambahan zat pemlastis epoksida minyak jarak pagar akan menurunkan bobot jenis polimer. Efek zat pemlastis terhadap bobot jenis polipaduan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Efek zat pemlastis terhadap bobot jenis polipaduan

Komposisi Zat pemlastis (%)	Bobot jenis (g/cm ³)
0,0	1,1379
2,5	1,1221
5,0	1,0125
7,5	0,9467
10,0	0,9073

Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi zat pemlastis epoksida minyak jarak pagar yang ditambahkan, bobot jenis akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan zat pemlastis yang ditambahkan akan menembus jaringan kerja polimer, menyebabkan jarak antarrantai akan semakin besar dan volume yang ditempati akan menjadi besar, dengan kata lain keteraturan molekul polimer berkurang, sehingga bobot jenis polipaduan akan turun. Hubungan antara komposisi zat pemlastis epoksida minyak jarak pagar dengan penurunan bobot jenis polipaduan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bobot jenis polipaduan pada berbagai komposisi zat pemlastis.

Besarnya bobot jenis polimer ditentukan dari sifat mekanik polimer tersebut, jika suatu polimer memiliki kekuatan tarik, kekerasan, dan kekakuan yang besar maka bobot jenis polimer tersebut juga besar. Bobot jenis polipaduan yang turun setelah penambahan epoksida minyak jarak pagar menandakan bahwa kekuatan tarik, kekerasan, dan kekakuan polimer menjadi turun, sehingga polimer yang dihasilkan lebih liat. Hasil analisis ini memberikan bukti awal bahwa epoksida minyak jarak pagar dapat memlastisasi polipaduan polistirena-pati.

Analisis Uji Tarik.

Uji tarik pada film bertujuan untuk melihat besarnya tegangan maksimum atau kekuatan tarik yang dapat ditahan polimer dan juga melihat besarnya perpanjangan bahan. Kekuatan tarik adalah kekuatan maksimum bahan untuk menahan tegangan yang diberikan. Perpanjangan adalah pertambahan panjang tertentu pada bahan akibat tegangan yang diberikan. Uji kekuatan tarik ini dapat menunjukkan seberapa besar pengaruh zat pemlastis

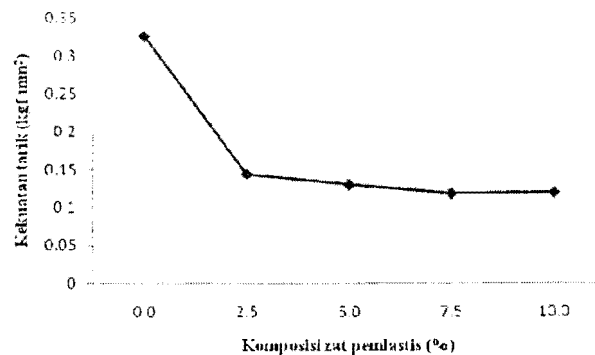
epoksida minyak jarak pagar terhadap polipaduan. Berdasarkan teori, semakin banyak konsentrasi pemlastis yang ditambahkan maka kekuatan tarik film akan menurun, sedangkan perpanjangan bahan akan bertambah. Data kekuatan tarik dan perpanjangan bahan pada berbagai komposisi zat pemlastis epoksida minyak jarak pagar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi zat pemlastis epoksida minyak jarak pagar yang ditambahkan pada berbagai variasi komposisi akan menurunkan kekuatan tarik polipaduan dan meningkatkan perpanjangan bahan. Data perpanjangan bahan menunjukkan bahwa polimer menjadi lebih liat. Hal ini disebabkan zat pemlastis adalah molekul kecil yang dapat menembus jaringan kerja polimer, sehingga jarak antarrantai semakin renggang dan memudahkan pergerakan antarmolekul. Data kekuatan tarik menggambarkan informasi kekerasan pada bahan polimer. Polimer yang semula keras dan rapuh menjadi keras dan liat. Hal ini akan tampak nyata pada Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan hubungan antara zat pemlastis epoksida minyak jarak pagar dengan kekuatan tarik dan perpanjangan.

Tabel 3. Data kekuatan tarik dan perpanjangan dengan berbagai konsentrasi zat pemlastis epoksida minyak jarak pagar

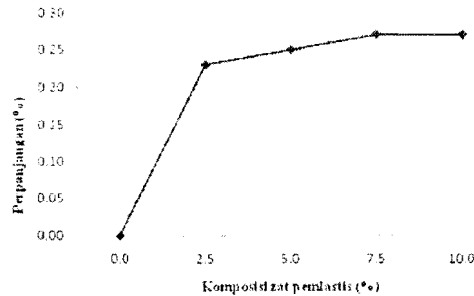
Zat pemlastis (%)	Kekuatan tarik (kgf/mm ²)	Perpanjangan (mm)	Perpanjangan (%)
0,00	0,326	0,00	0,00
0,25	0,144	5,00	0,23
0,50	0,130	5,50	0,25
0,75	0,118	6,00	0,27
1,00	0,119	6,00	0,27

Kekerasan dan kekakuan polimer disebabkan bagian kristalin dari polimer tersebut lebih banyak dibandingkan bagian amorf. Daerah kristalin polimer menandakan keteraturan molekul dalam polimer tinggi, sedangkan daerah amorf adalah daerah pada polimer dengan keteraturan molekulnya rendah dan jarak antarmolekul lebih besar. Penambahan zat pemlastis ke dalam polipaduan akan mengurangi bagian kristalin sehingga bagian amorf dari polimer bertambah yang menyebabkan polipaduan lebih liat.



Gambar 5. Kekuatan tarik polipaduan.

Sifat mekanis polipaduan polistirena-pati menggunakan zat pemlastis epoksida minyak jarak pagar



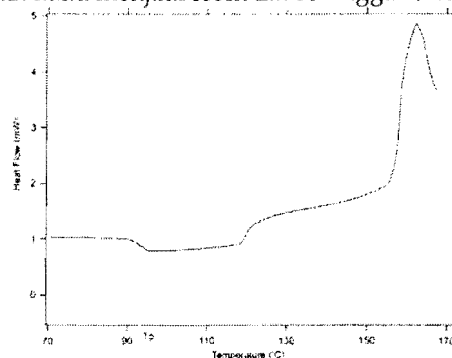
Gambar 6. Perpanjangan polipaduan.

Analisis Termal dengan DSC.

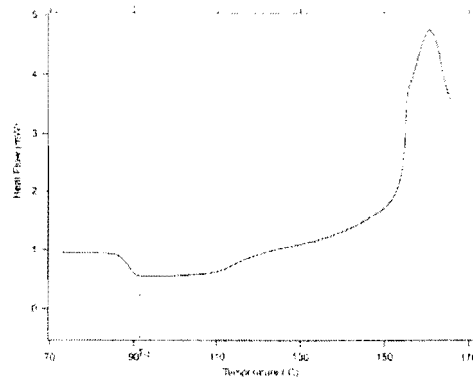
Differential Scanning Calorimetry biasa digunakan untuk menentukan suhu transisi kaca (T_g) dari polimer. Analisis ini bertujuan untuk mendeteksi efek termal yang menyertai perubahan kimia maupun perubahan fisika dari bahan yang dipanaskan dengan laju pemanasan konstan. Data yang dihasilkan dari analisis ini berupa suhu transisi kaca, suhu leleh, dan juga suhu dekomposisi. Polipaduan bersifat kompatibel jika suhu transisi kaca yang dihasilkan tunggal dan suhu tersebut berada di antara suhu transisi kaca polimer induk. Polistirena memiliki T_g 90-100 °C, pati memiliki T_g 223 °C, dan poliasamlaktat memiliki T_g 50-64 °C [14].

Polipaduan yang diuji analisis termal menggunakan DSC pada penelitian ini adalah polipaduan tanpa pemlastis (0,0%) dan dengan penambahan pemlastis (5,0). Pada penelitian ini yang ditentukan hanya suhu transisi kaca, karena suhu leleh dan suhu dekomposisi yang dihasilkan kurang jelas, sehingga sulit menentukannya secara tepat. Kurva DSC untuk penambahan zat pemlastis 0,0% menunjukkan suhu transisi kaca sebesar 95,37 °C dan penambahan zat pemlastis 5,0% menunjukkan penurunan suhu transisi kaca menjadi 91,79 °C, untuk melihat lebih jelas pengaruh penambahan epoksida minyak jarak pagar dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Kedua kurva tersebut menunjukkan polipaduan yang dihasilkan memiliki suhu transisi kaca tunggal dan suhu tersebut berada di antara suhu polimer induk, hal ini menandakan bahwa polipaduan bersifat kompatibel. Penambahan zat pemlastis epoksida minyak jarak pagar pada polipaduan akan menyebabkan antaraksi antarmolekul polimer menurun karena ruang antarantai bertambah besar, sehingga derajat kebebasan rantai polimer meningkat dan entropi pada sistem polimer meningkat. Kenaikan derajat ketidakteraturan ini akan membuat polimer mudah berubah dari keadaan kaku menjadi lebih liat sehingga suhu transisi kacanya turun.



Gambar 7. Kurva suhu transisi kaca pada polipaduan tanpa pemlastis.



Gambar 8. Kurva suhu transisi kaca pada polipaduan dengan pemlastis.

Kesimpulan

Analisis bobot jenis menggunakan metode piknometri menunjukkan penurunan bobot jenis polimer setelah penambahan zat pemlastis epoksida minyak jarak pagar. Sifat mekanik polipaduan meningkat dengan penambahan epoksida minyak jarak pagar, menyebabkan kekuatan tarik bahan menurun sedangkan perpanjangan bahan meningkat. Hal ini diperkuat dengan menurunnya suhu transisi kaca polimer yang semula 95,37 °C menjadi 91,79 °C.

Daftar Pustaka

- [1] J. W. Qian, A. Rudin (1991). Melt Spinning of Shear Modified Plasticized Polistirena. *Journal of Applied Polymer Science*, **42**, 973-977.
- [2] Singh B, Sharma N. 2007. Optimized synthesis and characterization of polystyrene graft copolymers and preliminary assessment of their biodegradability and application in water pollution alleviation technologies. *Polymer Degradation and Stability*, **92**, 876-885.
- [3] S. Bhatnagar, M. A. Hanna (1996), Starch-based plastic foams from various starch sources. *Cereal Chem*, **75**, 601-604.
- [4] A. Sutiani (1997), Biodegradasi poliblend polistirena-pati. *Tesis*, Bandung: Departemen Kimia FMIPA ITB.
- [5] Nurhidayati (2007). Sintesis polyblend antara polistirena dengan pati tapioka dan karakterisasinya. *Skripsi*. Bandung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung.
- [6] B. A. Siregar (2009), Karakterisasi dan biodegradasi polipaduan (styrofoam-pati) dengan poliasamlaktat sebagai bahan biokompatibel. *Skripsi*, Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- [7] T. Kemala (1998), Pengaruh zat pemlastis dibutil ftalat pada polyblend polistirena-pati. *Tesis*, Bandung: Program Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung.

- [8] G. Wypych (2004), *Handbook of plasticizers*. New York: William Andrews.
- [9] L. H. Sperling (2006), *Introduction to Physical Polymer Chemistry*. Ed ke-4. New Jersey: J Wileys.
- [10] D. Bikiaris, Prinos and C. Panayiotou (1996), Effect of EAA and starch on the termooxidative degradation of LDPE. *Polymer Degradation and Stability*, **59**, 1-9.
- [11] S. Kalambur and S. S. H. Rizvi (2006), An overview a starch-based plastic blends from reactive extrusion. *Plastic Films & Sheeting*, **22**, 39-58.
- [12] A. L. Charles *et al.* (2005), Influence of amylopectin structure and amylose content on the gelling properties of five cultivars of cassava starch. *Agricultural and Food Chemistry*, **53**, 2717-2725.
- [13] A. Campanela and M. A. Baltanas (2005), Degradation of the oxirane ring of epoxidized vegetable oils in liquid-liquid system: II reactivity with solvated acetic and peracetic acid. *Latin America Applied Research*, **35**, 211-216.
- [14] J. E. Mark (1999), *Polymer Data Handbook*. New York: Oxford University.