

# Studi Biodegradasi Blend PVC-Minyak Nabati Epoksi Sebagai Salah Satu Upaya Mengurangi Pencemaran Lingkungan Oleh Limbah Plastik

DESNELLI DAN MIKSUSANTI

Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia

**INTISARI:** Polivinil klorida(PVC) merupakan salah satu bahan plastic yang yang banyak digunakan sebagai pengemas makanan, tetapi sulit terdegradasi. Pada penelitian ini dilakukan pencampuran polivinil klorida dengan minyak biji karet epoksi untuk mendapatkan plastic yang dapat terbiodegradasi. Komposisi poliblend yang dibuat adalah 35% berat minyak biji karet epoksi. Proses biodegradasi dilakukan dengan menggunakan bakteri *Staphylococcus aureus* selama 30 hari. Pengamatan terhadap poliblend setelah proses biodegradasi yaitu terlihat adanya bintik-bintik coklat. Hasil analisa dengan SEM menunjukkan adanya kerusakan pada permukaan poliblend setelah proses biodegradasi. Hasil penentuan temperature leleh dan berat molekul rerata viskositas polivinil klorida menurun setelah biodegradasi.

**KATA KUNCI:** biodegradasi, minyak biji karet epoksi, PVC

**ABSTRACT:** Polyvinyl Chloride (PVC) is plastic used among others as food packaging material, but difficult to be degraded. This research is aimed to make a biodegradable plastic by studying polyvinyl chloride-epoxidized have nut oil polyblend. The composition is 35%(w/w) epoxidized havea nut oil. Biodegradation process was carried out employing *Staphylococcus aureus* in nutrient broth solid medium along 30 days. Observation on polyblend showed brown spots after biodegradation. The result of analysis SEM after biodegradation process showed that polyblend broken. Determination of melting temperature and viscosity- average molecular weight from polyvinyl chloride decreased after biodegradation

**KEYWORDS:** biodegradation, epoxidized havea nut oil, polyvinyl chloride

E-MAIL: desneli69@yahoo.com

Mei 2010

## 1 PENDAHULUAN

**D**ewasa ini pemakaian plastik sebagai bahan pengemas makanan/minuman berkembang pesat. Salah satu kelemahan plastik adalah sukar terdegradasi oleh mikroorganisme. Plastik setelah digunakan dibuang, akan menimbulkan sampah yang semakin menumpuk dari hari ke hari, sehingga dapat menimbulkan masalah lingkungan yang serius. Untuk mengantisipasi masalah lingkungan yang ditimbulkan oleh menumpuknya sampah plastik, maka perlu dicari langkah-langkah yang tepat. Langkah yang ditempuh harus aman bagi konsumen polimer itu sendiri dan tidak merusak lingkungan. Polivinil klorida merupakan salah satu polimer sintetik yang banyak digunakan sebagai bahan utama pembentuk plastik untuk mengemas makanan dan minuman. PVC dalam keadaan murni merupakan bahan yang bersifat kaku<sup>[1]</sup>. Jenis plastik yang terbentuk dari bahan utama polivinil klorida ini merupakan bahan

yang sulit terdegradasi, hal ini disebabkan hampir semua komponen dalam plastik tersebut (termasuk pemlastisnya) terdiri dari zat-zat anorganik, sehingga mikroorganisme tanah tidak bisa mencernanya.

Banyak usaha telah dilakukan untuk mengurangi masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh sampah plastik. Daur ulang dan pembakaran sampah plastik merupakan teknik konvensional yang telah dilakukan. Proses daur ulang memerlukan biaya yang besar dan kurang efektif karena harus memisahkan sampah plastik yang dapat didaur ulang<sup>[2]</sup>. Sedangkan pembakaran plastik dapat menimbulkan gas yang bersifat korosif dan beracun, seperti HCl, HCN, dan SO<sub>2</sub>. Usaha lain yang bisa dilakukan adalah mensintesis polimer yang dapat terdegradasi oleh mikroba tanah, maka salah satu komponen polimer harus merupakan material yang dapat diuraikan oleh mikroba.

Minyak nabati adalah polimer alam yang mudah terbiodegradasi yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pemlastis bagi polivinil klorida

(PVC). Pemlastis yang digunakan untuk pengemas makanan dan minuman harus tidak beracun terhadap produk yang dikemas. Untuk itu digunakan bahan-bahan yang berasal dari alam yang tidak beracun seperti minyak nabati. Minyak nabati yang digunakan sebagai pemlastis adalah dalam bentuk minyak epoksi yang diperoleh dengan mengepoksidasi asam-asam lemak tak jenuh yang ada dalam minyak. Plasticizer ditambahkan ke dalam polimer untuk memperbaiki fleksibilitas, dan prosesibilitas. Pemlastis secara umum merupakan cairan massa molar rendah dan digunakan dalam jumlah sedikit<sup>[3]</sup>.

Penambahan minyak nabati yang teroksidasi ke dalam PVC pada penelitian sebelumnya digunakan sebagai plasticizer yaitu untuk memperbaiki sifat PVC yang kaku menjadi fleksibel. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan penurunan kekuatan tarik PVC setelah ditambah minyak biji karet epoksi<sup>[4]</sup>. Jika konsentrasi plasticizer ditingkatkan, kekuatan tarik akan turun, kekuatan *impact* dan permeabilitas terhadap gas dan liquid akan meningkat<sup>[5,6]</sup>.

Perusakan suatu senyawa bisa dari jamur, bakteri, atau mikroorganisme lainnya dari bahan-bahan yang terdapat di dalamnya mengandung komponen yang bertindak sebagai nutrisi. Seperti penambahan pati (material organik) ke dalam matriks polimer sintetik, menyebabkan mikroorganisme akan mengonsumsi pati dan membuat pori pada matriks polimer. Rusaknya ketahanan matriks polimer sintetik yang diakibatkan kekosongan ini secara mekanik dapat menyebabkan deteriorasi dan memudahkan terjadinya biodegradasi pada polimer<sup>[7]</sup>.

Dalam penelitian ini minyak biji karet epoksi selain diharapkan dapat memperbaiki sifat polimer yang kaku menjadi polimer yang fleksibel (syarat bahan pengemas), juga bisa terdegradasi oleh mikroorganisme. Karena minyak biji karet merupakan material organik diharapkan nantinya selain berfungsi sebagai pemlastis, ia dapat juga sebagai substrat bagi mikroorganisme dalam mendegradasi polimer sintetik seperti PVC. Untuk itu resin polimer tersebut di blending dengan material organik yang bertindak sebagai nutrisi bagi mikroba tanah, seperti asam lemak.

Dalam penelitian ini biodegradasi PVC-minyak biji karet epoksi dilakukan menggunakan bakteri *Staphylococcus aureus* dalam medium nutrient broth. Medium yang digunakan adalah berbentuk padat. Minyak nabati yang digunakan adalah minyak biji karet dengan komposisi 35% berat.

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah serbuk PVC, minyak biji karet epoksi yang berfungsi sebagai pemlastis,

bakteri *Staphylococcus aureus*, nutrient broth, THF.

Alat yang digunakan labo plastomil, alat uji tarik, hot press, viskometer, SEM, dan DTA

### 2.2 Prosedur Kerja

**Pembuatan poliblend** Polivinil klorida dan minyak nabati epoksi dengan komposisi 35% berat ditimbang. Alat labo plastomil dipanaskan mencapai temperatur blending yang diinginkan. Polivinil klorida dimasukkan ke dalam labo plastomil, kemudian dilakukan inching selama 5 menit sampai polivinil klorida melunak seluruhnya. Setelah itu minyak biji karet epoksi dimasukkan, kemudian di blending selama 10 menit dan dibiarkan dingin pada temperatur kamar. Selesai proses ini akan didapatkan suatu poliblend.

**Pembuatan lempeng film** Alat hot press diset pada temperatur 160°C. Poliblend ditimbang sebanyak 3 gram dan diletakkan ditengah cetakan yang berada diantara dua lempengan plat. Kemudian dimasukkan ke dalam tempat sampel pada alat hot press dan dibiarkan selama 5 menit. Setelah itu diberikan tekanan 50 kgf/cm selama 5 menit, kemudian tekanan dinaikkan menjadi 100 kgf/cm dan dibiarkan selama beberapa menit. Sampel diambil dari alat hot press dan didinginkan dengan menggunakan air.

**Biodegradasi poliblend** Sebelum dilakukan proses biodegradasi maka terlebih dahulu disiapkan media pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Lempeng PVC-minyak nabati epoksi sebelum diletakkan pada media yang telah dipersiapkan terlebih dahulu disterilkan menggunakan alkohol, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C. Poliblend steril dicelupkan ke dalam biakan dan diletakkan ke dalam cawan petri yang berisi medium nutrient broth padat dan dibiarkan dalam suhu ruang 30°C selama 30 hari. Proses biodegradasi dihentikan dengan mencelupkan poliblend kedalam etanol 70%. Kemudian dicuci beberapa kali dengan aquadest, dan poliblend selanjutnya siap dikarakterisasi.

**Karakterisasi** Karakterisasi terhadap poliblend meliputi uji kekuatan tarik, penentuan temperature leleh dengan DTA, analisa permukaan dengan SEM dan penentuan berat molekul rerata viskositas dengan viscometer.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

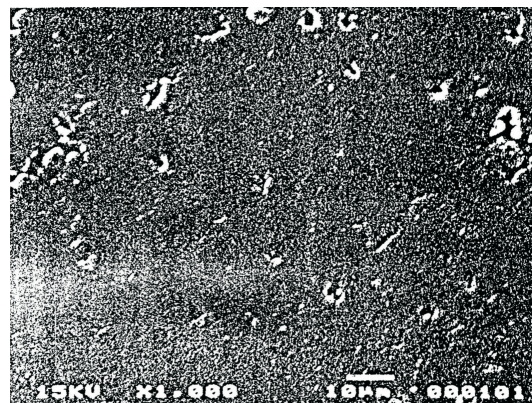
**Biodegradasi film poliblend** Proses biodegradasi poliblend dilakukan dengan bakteri *Staphylococcus*

aureus yang dilakukan selama 30 hari. Hasil pengamatan terhadap poliblend setelah dilakukan biodegradasi terlihat bahwa pada film poliblend tersebut terdapat bintik-bintik kecokelatan dan warna film poliblend kuning berubah menjadi kecokelatan.

**Analisa uji tarik** Dari hasil analisa uji tarik terhadap film poliblend tersebut diperoleh kekuatan tarik 29,013 Mpa dan perpanjangan 1,185 Mpa pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian uji tarik untuk PVC tanpa pemlastis karena pembuatan film tipis untuk PVC tersebut sulit sekali terbentuk. Berdasarkan literatur bahwa PVC merupakan bahan plastik yang kaku dan sulit dibentuk, agar PVC dapat dibentuk, maka ke dalam PVC ditambahkan pemlastis. Pada penelitian ini dilakukan penambahan minyak biji karet kedalam PVC, ternyata PVC tersebut dapat dibentuk menjadi lempeng film tipis. Disini dapat disimpulkan bahwa minyak biji karet epoksi dapat bertindak sebagai pemlastis bagi polivinil klorida.

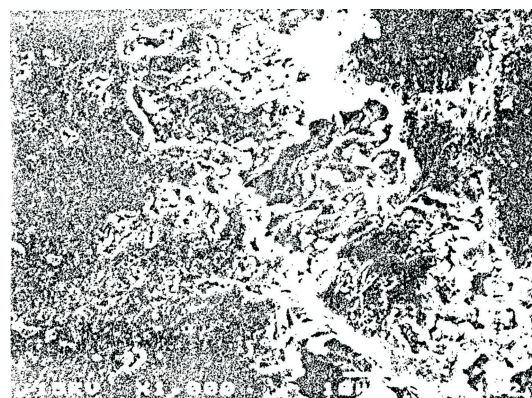
**Analisa termal** Analisa ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat termal temperatur leleh dari sampel. Adanya puncak endotermik menunjukkan temperatur leleh. Pada penelitian ini dilakukan analisa sampel sebelum proses biodegradasi yaitu terhadap PVC murni dan poliblend PVC-minyak biji karet epoksi. Hasil analisa termal terhadap sampel PVC diperoleh temperatur leleh 319°C dan setelah ditambah minyak biji karet epoksi temperature leleh menjadi 292,49°C. Penambahan pemlastis ke dalam polimer akan menyebabkan antaraksi antar molekul pada rantai polimer menurun, sehingga derajat kebebasan rantai polimer meningkat dan entropi sistem bertambah. Karena meningkatnya entropi polimer akan lebih mudah mengalami perubahan fasa dari padat menjadi cair sehingga temperatur lelehnya menurun. Akibatnya polimer lebih mudah mengalami perubahan sifat, yang semula kaku menjadi fleksibel. Hasil analisa DTA dari poliblend setelah biodegradasi yaitu diperoleh temperatur lelehnya 289,85°C sedangkan temperatur leleh poliblend sebelum biodegradasinya adalah 292,49°C. Terlihat telah terjadi penurunan temperatur leleh dari poliblend setelah biodegradasi, hal ini berarti bahwa rantai polimer telah terdegradasi oleh bakteri.

**Analisa permukaan poliblend** Analisa SEM bertujuan untuk mengetahui stuktur permukaan poliblend sebelum dan sesudah biodegradasi. Hasil analisa foto SEM sebelum biodegradasi dapat dilihat pada Gambar 1. Dari Gambar 1 terlihat bahwa poliblend sebelum proses biodegradasi hanya tidak menunjukkan sedikit lubang dan relatif kecil, dimana lubang ini disebabkan oleh proses pembuatan lempeng film dimana adanya kerusakan akibat panas.



GAMBAR 1: Foto SEM Poliblend sebelum biodegradasi

Hasil foto SEM terhadap sampel setelah dilakukannya biodegradasi dengan bakteri *Staphylococcus aureus* selama 30 hari dapat dilihat pada Gambar 2. Dari gambar tersebut terlihat kerusakan yaitu lubang-lubang yang besar. Hal ini memperlihatkan bahwa aktivitas bakteri *Staphylococcus aureus* selama biodegradasi berpengaruh terhadap permukaan poliblend. Berdasarkan analisa SEM terlihat bahwa biodegradasi dapat menyebabkan terjadinya lubang pada poliblend.



GAMBAR 2: Foto SEM Poliblend setelah biodegradasi

**Penentuan berat molekul rerata** Penentuan berat rerata terhadap poliblend polivinil klorida minyak biji karet epoksi sebelum dan sesudah biodegradasi dengan menggunakan bakteri *Staphylococcus aureus* selama 30 hari. Berat molekul rerata ( $M_v$ ) poliblend sebelum biodegradasi adalah 43153. Hasil penentuan berat molekul rerata setelah biodegradasi adalah 39509. Dari hasil penentuan berat molekul rerata tersebut terlihat bahwa terjadi penurunan berat molekul setelah dilakukan biodegradasi.

Dari data berat molekul rerata ( $M_v$ ) poliblend yang dihasilkan menunjukkan bahwa biodegradasi dengan menggunakan bakteri *Staphylococcus aureus* terhadap

matriks polivinil klorida dengan minyak biji karet epoksi dapat menyebabkan polivinil klorida mengalami degradasi. Proses yang mungkin terjadi adalah minyak biji karet yang ditambahkan kedalam polivinil klorida akan termakan oleh bakteri yang mengakibatkan lubang pada poliblend.

#### 4 SIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Hasil biodegradasi selma 30 hari terjadi perubahan warna dari poliblend menjadi kecoklatan
2. Kekuatan tarik dari blending PVC-minyak biji karet pada komposisi 35% adalah 29,013 Mpa dengan perpanjangan 1,185 Mpa
3. Analisa termal menunjukkan terjadinya penurunan temperatur leleh poliblend setelah biodegradasi yaitu dari 292,49°C menjadi 289,85°C.
4. Analisa foto SEM setelah biodegradasi menunjukkan terdapatnya kerusakan pada permukaan poliblend yaitu berupa lubang-lubang yang menunjukkan poliblend tersebut telah terdegradasi
5. Terjadi penurunan berat molekul rerata viskositas (Mv) poliblend PVC minyak biji karet epoksi setelah dilakukan biodegradasi dengan bakteri *Staphylococcus aureus* selama 30 hari yang memperlihatkan terjadinya pemutusan rantai polivinil klorida.

#### DAFTAR PUSTAKA

---

- [1] Allcock, H.R. dan W.L. Frederick, 1990, *Contemporary Polymer*, second edition, Chemistry, Prentice-Hall, New Jersey
- [2] Sailah, I. dan S. Handani, 1995, Plastik Masa Depan, *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, Edisi Khusus
- [3] Billmeyer J.R. dan W. Fred, 1994, *Textbook of Polymer Science*, third edition, Jhn Wiley & Sons, New York
- [4] Elias, H.G., 1993, *An Introduction To Plastic*, VCH Publisher Inc., New Jersey, USA
- [5] Desnelli, 1998, Pemanfaatan Minyak Biji Karet Sebagai Pemlastis PVC, *Prosiding seminar Hasil penelitian*, Pusat penelitian Universitas Sriwijaya
- [6] Fried, J.R., 1995, *Polymer Science And Technology*, Prentice-Hall International, Inc, New Jersey
- [7] Nakatsuka, S., dan A.L. Andrady, 1992, Thermogravimetric Determination of Starch Content in Starch Polyethylene Blend Film, *Journal of Applied Poymer Science*, 45, 1881-1887