

## **UJI KOMPATIBEL EPOKSI METIL OLEAT TURUNAN MINYAK SAWIT SEBAGAI PLASTICIZER PLASTIK KANTONG DARAH**

**Tri Yogo Wibowo<sup>1</sup>, Astuti<sup>1</sup>, Heryoki Yohanes<sup>1</sup>, Maisaroh<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup>Pusat Teknologi Agroindustri, Deputi Bidang TAB

Gedung LAPTIB, Puspiptek

[triyogaw@yahoo.com](mailto:triyogaw@yahoo.com)

**ABSTRAK.** *Dalam penelitian ini, plastik PVC dibuat dengan mencampur resin PVC dan plasticizer epoksi metil oleat di dalam sebuah mixer dan dicetak dengan metode PVC coating. Plastik PVC yang terbentuk dan kantong darah komersial dikarakterisasi dengan mengukur sifat-sifat mekanik (kuat tarik dan regang ulur) dan sifat kelarutan plasticizer dalam metanol. Adapun plasticizer epoksi metil oleat dibuat melalui rangkaian proses esterifikasi, dan epoksidasi. Epoksi metil oleat yang dihasilkan memiliki sifat-sifat yang lebih baik daripada produk komersial. Hal ini ditunjukkan oleh angka oksiran yang lebih tinggi dan angka iod yang lebih rendah daripada epoksi komersial. Uji kompatibel epoksi metil oleat sebagai plasticizer untuk produksi lembar plastik PVC menunjukkan hasil yang hampir sama (lebih rendah) dengan lembar plastik kantong darah komersial. Lembar plastik yang dihasilkan memiliki kuat tarik sebesar 15,7 Mpa dan regang putus 315 %. Sementara itu kantong darah komersial memiliki kuat tarik sebesar 19,2 Mpa dan regang putus 340 %. Adanya asam lemak yang tidak bereaksi pada proses epoksidasi menyebabkan berkurangnya kekuatan perpaduan antara matriks dan fase terdispersi. Hal ini yang menyebabkan nilai kuat tarik dan regang putus plastik menurun. Adapun jumlah senyawa ftalat (DOP) yang terlarut dalam metanol dari produk plastik PVC dan kantong darah komersial masing-masing sebesar 42,1% dan 40,2%. Jumlah DOP yang terlarut baik dari produk plastik PVC maupun kantong darah komersial masih memenuhi standar kesehatan.*

*Kata Kunci : oleat, minyak sawit, kantong darah*

## PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, maka kebutuhan kantong darah akan semakin meningkat. Kebutuhan kantong darah di Indonesia pada tahun 2013 diperkirakan mencapai 5 juta kantong darah per tahun yang semuanya masih di impor (Wardah, 2013). Hal ini mendorong dilakukannya penelitian pembuatan kantong darah yang memanfaatkan sumber daya alam Indonesia.

Sistem kantong darah merupakan alat biomedika yang dipakai untuk mengumpulkan, menyimpan, mengalirkan dan memindahkan darah dan komponen darah manusia (Carmen, 1993). Hingga saat ini, bahan yang digunakan secara luas untuk kantong darah adalah plastik jenis polivinil klorid (PVC). Plastik PVC memiliki banyak kelebihan dibanding bahan lainnya diantaranya harga yang kompetitif, bersifat biokompatibel sehingga aman bagi pasien, bersifat fleksibel, mudah fabrikasi dan tahan panas, mudah untuk disterilkan dan menunjukkan kinerja yang baik selama siklus beku-tidak beku.

Pada dasarnya, PVC merupakan satu jenis polimer yang kaku dan rapuh. *Plasticizer* ditambahkan pada resin PVC untuk memudahkan proses dan memperoleh sifat fleksibilitas yang diinginkan (Wypych, 2004). Proses plastis PVC terjadi ketika gugus polar *plasticizer* berikatan dengan gugus polar polimer. Molekul *plasticizer* berpenetrasi memisahkan ikatan molekul - molekul polimer yang memungkinkan mereka bergerak lebih mudah sehingga meningkatkan fleksibilitasnya.

*Plasticizer* untuk PVC umumnya merupakan senyawa organik rantai panjang seperti ftalat, adipat, dan organopospat. Sementara itu, *plasticizer* skunder mencakup parafin terklorinasi dan epoksi minyak nabati. Bagaimanapun, *plasticizer* yang umum digunakan dalam pembuatan plastik kantong darah adalah *di-2-ethylhexyl phthalate* (DEHP). DEHP merupakan senyawa lipofilik atau suka lemak yang menyebabkannya cenderung berkonsentrasi pada jaringan lemak (Rock, 1990). Senyawa ftalat ini juga memiliki mobilitas yang tinggi dan diketahui

bermigrasi dari plastik ke media lingkungan seperti darah atau makanan. Berdasarkan penelitian *in vivo* dan *in vitro*, DEHP yang terdapat dalam darah berpengaruh buruk pada resiko penyakit jantung, hati dan ginjal. DEHP juga berpotensi menyebabkan kanker hepatitis pada manusia (Tickner et al., 2001). Bahkan Uni Eropa telah melarang penggunaan *di-octyl phthalate* (DOP) dalam plastik PVC yang dipakai untuk produksi mainan dan kemasan makanan. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh DEHP ini telah mendorong dilakukannya usaha untuk mencari *plasticizer* alternatif untuk DEHP tanpa mengurangi sifat optimum PVC.

Perhatian yang meningkat atas bahan kimia yang ramah lingkungan dan terbarukan, maka *bioplasticizer* telah dikembangkan. Minyak nabati dan esternya merupakan bahan yang dapat dipakai untuk produksi *plasticizer* alternatif bagi DEHP. Epoksi minyak nabati telah diteliti sebagai *bioplasticizer* yang memiliki sifat plastik yang baik dan mudah terurai (Park et al., 2004). Namun, epoksi minyak nabati memiliki kelemahan yaitu kelarutannya yang rendah dalam matriks polimer (Park, et al., 2004) sehingga epoksi minyak nabati dipakai sebagai *plasticizer* sekunder. Sementara itu, epoksi metil ester asam lemak merupakan *plasticizer* yang lebih baik karena mereka lebih mudah larut dalam matrik polimer daripada epoksi minyak nabati. Selain itu, epoksi metil ester asam lemak juga memberi fleksibilitas yang sangat baik untuk produk akhir, oleh karena itu dapat digunakan sebagai *plasticizer* utama (Galli et al., 2014). Ester asam lemak diproduksi dari proses transesterifikasi minyak nabati maupun esterifikasi asam lemak. Selanjutnya epoksi metil ester asam lemak dihasilkan dari reaksi epoksidasi *in-situ* ester asam lemak tak jenuh dengan katalis asam sulfat dan menggunakan hidrogen peroksid dan asam asetat sebagai pembawa oksigen (Goud et al., 2006).

Minyak sawit merupakan salah satu minyak nabati yang bisa dimanfaatkan untuk produksi epoksi ester asam lemak karena mengandung 45–60 % asam lemak tak jenuh (oleat, linoleat). Indonesia merupakan produsen minyak sawit terbesar di dunia dengan luas perkebunan mencapai 13,5 juta

hektar (tahun 2013) dengan produksi CPO 26 juta ton, ekspor CPO dan PKO beserta produk turunannya mencapai 21,2 juta ton. Namun demikian harga jual CPO masih mengalami tekanan sehingga ada peluang untuk mengembangkan produk turunan CPO lebih besar lagi. Epoksi ester asam lemak dari minyak sawit merupakan produk turunan CPO yang cukup menjanjikan. Epoksi ester asam lemak dari minyak sawit ini dipakai sebagai *plasticizer* pada pembuatan plastik kantong darah. Pada pembuatan plastik kantong darah harus memenuhi persyaratan formulasi PVC untuk alat kesehatan seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi produksi plastik PVC untuk alat kesehatan basis 100 bagian resin PVC

Komponen	Bagian per seratus resin (phr)
<i>Plasticizer</i>	20 – 45
<i>Stabilizer</i>	2 – 3
<i>Epoxy</i>	2 – 3
<i>Impact modifier</i>	4 – 6
<i>Processing aid</i>	1 – 2
<i>External lubricant</i>	0.2 – 0.3
<i>Pigment</i>	<i>As per colour requirement</i>

Sumber: Zhao dan Courtney, 2009

Pada penelitian ini akan dikaji proses esterifikasi asam oleat, epoksidasi metil oleat, dan uji aplikasi epoksi metil oleat sebagai *plasticizer* pada pembuatan plastik kantong darah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginvestigasi interaksi antara epoksi metil oleat dengan PVC sehingga epoksi metil oleat cocok digunakan sebagai *plasticizer* pada pembuatan plastik kantong darah.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Asam oleat diperoleh dari PT Cisadane Raya Chemicals. Asam asetat glasial  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (98%),  $\text{H}_2\text{O}_2$  encer (50%),  $\text{H}_2\text{SO}_4$

(98%), n-Heksan diperoleh dari Merck (Indonesia). Sampel kantong darah dibeli dari perusahaan pemasok alat dan bahan kedokteran.

### Metode Penelitian

Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah melalui tahapan reaksi metanolisis asam oleat, epoksidasi metil oleat dan uji epoksi metil oleat sebagai *plasticizer*.

#### a. Metanolisis asam oleat

Metil oleat diproduksi dengan mereaksikan asam oleat dan metanol di dalam reaktor 20 L berpengaduk mekanis dan berpendingin balik. Untuk menghasilkan metil oleat yang tinggi, reaksi dilakukan pada suhu 60 – 70 °C, rasio mol asam oleat dan metanol 1:10, katalis asam sulfat 1 %, serta waktu reaksi 2 jam. Pemisahan metanol dari produk metil oleat dilakukan memakai *rotary evaporator*. Selanjutnya, produk metil oleat dianalisis bilangan asam, bilangan ester dan bilangan iod.

#### b. Epoksidasi metil oleat

Reaksi epoksidasi dilakukan dalam sebuah reaktor gelas 5 L berpengaduk mekanis dan berpendingin balik. Suhu reaksi dijaga konstan menggunakan *thermostatic bath*. Metil oleat dan asam asetat dengan rasio mol 1:1,05 dan katalis IRA 120 20% terhadap berat asam asetat bersama-sama dimasukkan ke dalam reaktor sedangkan hidrogen peroksid diteteskan selama 15 menit pada 50 °C. Ketika penambahan hidrogen peroksid berakhir, suhu akan naik hingga pada suhu reaksi yang diinginkan. Selanjutnya campuran dicuci dengan air distilat hangat dan dibiarkan hingga lapisan minyak terpisah dari lapisan air. Lapisan minyak diambil dan ditambahkan  $\text{MgSO}_4$  dan n-heksan untuk mengambil air yang tersisa dalam minyak. n-heksan dipisahkan dari produk epoksi memakai *rotary evaporator*. Selanjutnya produk epoksi metil oleat dianalisis bilangan oksiran dan bilangan iod.

#### c. Uji epoksi metil oleat sebagai *plasticizer*

Uji sebagai *plasticizer* dilakukan dengan mencampur epoksi metil oleat dan resin PVC beserta komponen yang lain. Formula campuran pembuatan plastik PVC dapat dilihat pada Tabel 2. Pencetakan plastik dilakukan dengan metode PVC *casting* (*coating*) pada suhu 200°C. Selanjutnya plastik PVC diuji sifat mekanik dan kelarutan ftalat dalam metanol. Analisa komponen ftalat terlarut menggunakan metode ISO 3826-1 2003 E, yaitu dengan merendam 0,1 g sampel plastik kedalam 10 mL etanol. Selanjutnya larutan etanol diinjeksikan ke dalam GCMS.

Tabel 2. Formulasi produksi plastik PVC pada penelitian ini

Komponen	Bagian per seratus resin (phr)
<i>Plasticizer</i> (DEHP)	40
<i>Stabilizer</i>	5
Epoksi Metil Oleat	15

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Metil oleat

Metil oleat yang dihasilkan memiliki angka asam kurang dari 10 mg KOH/g, dan angka ester lebih dari 180 mg KOH/g. Angka ester yang tinggi menunjukkan bahwa reaksi metanolisis berhasil merubah asam oleat menjadi metil oleat.

### B. Epoksi metil oleat

Produk epoksi yang dihasilkan memiliki sifat-sifat seperti yang terlihat pada Tabel 3. Angka oksiran menunjukkan terbentuknya gugus oksiran pada rantai metil oleat. Angka oksiran dari epoksi metil oleat yang dihasilkan dari penelitian ini lebih tinggi daripada epoksi metil oleat komersial. Proses pencucian dengan air hangat tanpa NaHCO<sub>3</sub> memudahkan pemisahan produk dari fase air. Magnesium Sulfat dipakai untuk mengikat air yang terikat dalam produk epoksi. Dengan demikian, produk epoksi metil oleat akan memiliki angka oksiran yang tinggi. Angka

iod dari epoksi yang dihasilkan mendekati nol menunjukkan bahwa ikatan rangkap yang terdapat pada metil oleat hampir semuanya terpecah membentuk gugus oksiran. Penggunaan katalis amberlit IRA 120 dapat menurunkan tingkat degradasi cincin oksiran selama reaksi.

Tabel 3. Hasil uji epoksi metil oleat

Parameter Uji	A	B
Angka oksiran, % min	3,8 – 4,2	3,5
Angka iod, % max	0 – 8	8
Warna	jernih	jernih
Density (20°C) g/cm <sup>3</sup>	0,933	0,915 – 0,925

Keterangan:

A: epoksi metil oleat hasil penelitian

B: epoksi metil oleat produk komersial

### C. *Plasticizer*

Keadaan mekanik (kuat tarik dan regang putus) dan kandungan ftalat terlarut dari lembar plastik penelitian dan komersial ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji lembar plastik PVC untuk kantong darah

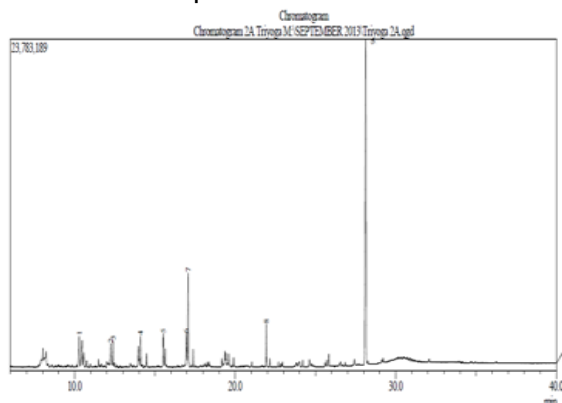
Parameter Uji	Kode Satuan	Standar	A	B
Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> )	MPa	10 – 20	19,16	15,72
Regang putus ( <i>elongation</i> )	%	100 – 500	340	315
Kandungan DOP, hasil GCMS	%	<50	42,1	40,2

Keterangan:

A: plastik kantong darah komersial

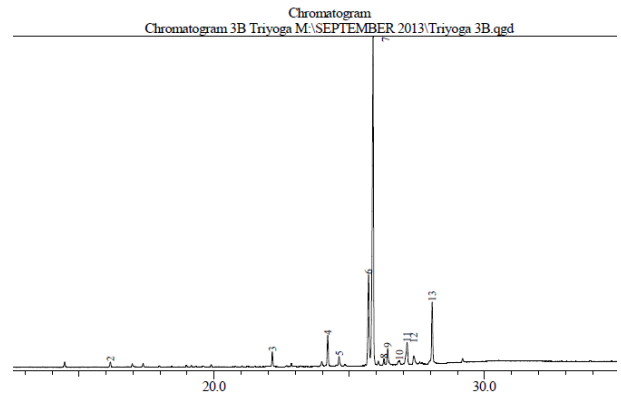
B: plastik hasil penelitian

Sifat kuat tarik, regang putus, dan kandungan ftalat terlarut dalam metanol dari lembar plastik hasil penelitian ini masih rendah dibandingkan plastik kantong darah komersial. Namun demikian sifat-sifat dari plastik yang dihasilkan dalam penelitian ini masih memenuhi standar plastik kantong darah. Penurunan kuat tarik dan regang putus dari produk plastik disebabkan oleh adanya fase terdispersi yang tidak kompatibel dengan resin PVC sehingga kekuatan kohesif matriks polimer menjadi berkurang (Ajili et al., 2003). Fase terdispersi yang tidak kompatibel ini kemungkinan adalah asam lemak yang tidak bereaksi saat pembentukan epoksi.



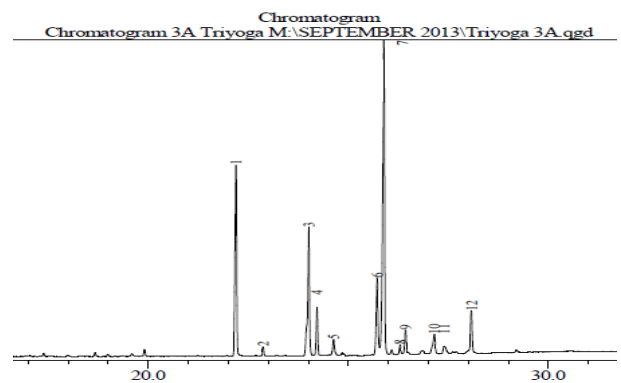
Gambar 1. Kromatogram DOP terlarut dalam etanol dari plastik PVC yang hanya menggunakan DOP sebagai *plasticizer*

Sementara itu kandungan DOP yang terlarut dalam etanol teramati berdasarkan hasil GCMS yang terlihat pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan kadar DOP yang terlarut dalam etanol dari plastik PVC yang menggunakan *plasticizer* DOP saja. DOP teramati pada *retention time* 28,0 menit dan jumlah 62,1 %. Adapun hasil GCMS kandungan DOP yang terlarut dalam etanol dari plastik PVC yang menggunakan epoksi metil oleat 15 phr terlihat pada Gambar 2. Berdasarkan kromatogram pada gambar 2, DOP teramati pada *retention time* 28,0 menit dan jumlah 42,1 %.



Gambar 2. Kromatogram DOP terlarut dalam etanol dari plastik PVC yang hanya epoksi metil oleat sebagai *plasticizer*

Untuk produk kantong darah komersial, hasil GCMS kandungan DOP yang terlarut dalam etanol dari plastik terlihat pada Gambar 3. Berdasarkan kromatogram pada gambar 3, DOP teramati pada *retention time* 28,0 menit dan jumlah 40 %.



Gambar 3. Kromatogram DOP terlarut dalam etanol dari plastik PVC kantong darah komersial

Berdasarkan gambar 2, terlihat bahwa epoksi metil oleat menyebabkan DOP yang terlarut dalam etanol semakin kecil.

## KESIMPULAN

Asam oleat yang merupakan turunan minyak sawit dapat diolah menjadi *plasticizer* plastik kantong darah. Setelah melalui rangkaian proses esterifikasi dan epoksidasi maka dihasilkan produk epoksi yang memiliki angka oksiran 3,8-4 dan angka iod kurang dari 8. Hasil uji pencampuran dengan resin PVC menunjukkan bahwa plastik yang

dihasilkan memiliki sifat-sifat mekanik (kuat tarik dan regang putus) yang lebih rendah dibandingkan dengan plastik kantong darah komersial, namun masih memenuhi standar plastik kantong darah.

Zhao, X. And Courtney, J.M. 2009. Update on Medical Plasticised PVC. Smithers-Rappa, UK

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajili S.H., Ebrahimi N.G., and Khorasani M.T. 2003. *Studies on TPU/PP Blend and Comparing it with PVC Used as Blood Bag*. Iranian Polymer Journal, Vol 12 (3). pp 179-184.
- Carmen R. 1993. *The selection of plastics material for blood bags*: Transfusion. Med. Rev. Vol 7. pp 1-10.
- Galli F., Nucci S., Pirola C., Bianchi C.L. 2014. *Epoxy methyl soyate as bio-plasticizer two different preparation strategies*, Chemical Engineering Transactions. Vol 3. pp 601-606.
- Goud V.V, Patwardhan A.V, Pradhan N C. 2006. *Studies on the epoxidation of mahua oil (*Madhumica indica*) by hydrogen peroxide*. Bioresource Technology. Vol 97. pp 1365–1371.
- Park S, Jin F, Lee J. 2004. *Synthesis and Thermal Properties of Epoxidized Vegetable Oil*, Macromolecular Rapid Communication. Vol 25. pp 724–727.
- Rock G. 1990. *Risks of plasticizers in blood bags*, Transfusion. Vol 30. p 767.
- Tickner J.A., Schettler T., Guidotti T., McC M., and Rossi M. 2001. *Health risks posed by use of di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP) in PVC medical devices: A critical review*. Am. J. Ind. Med. Vol 39. pp 100-111.
- Wardah F. 2013. *Indonesia Kekurangan Darah 1 Juta Kantong Darah Per Tahun.*: 13.06.2013. <http://www.voaindonesia.com/content/indonesia-kekurangan-1-jutakantong-darah-per-tahun/1681588.html>
- Wypych G. 2004. *Handbook of Plasticizers*. Chemtec Publishing, Toronto, Canada.