

## **Sintesis dan Karakterisasi Busa Poliuretan dari Minyak Goreng Bekas dan Toluena Diisosiadat dengan Penambahan PEG-400**

**Estin Nofiyanti<sup>\*</sup>, Nida Mariam**

Prodi S1 Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya

<sup>\*</sup>email: [estin.nofi@umtas.ac.id](mailto:estin.nofi@umtas.ac.id)

*Received: 08/06/2018; Revised: 23/06/2018; Accepted: 24/06/2018*

### **Abstrak**

Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mensintesis busa poliuretan dari minyak goreng bekas dan Toluena Diisosiadat (TDI) dengan penambahan PEG-400 serta karakterisasi busa poliuretan yang terbentuk. Minyak goreng bekas dikonversi terlebih dahulu menjadi poliola sebelum direaksikan dengan TDI. Polimerisasi dilakukan pada temperatur kamar dengan variasi komposisi poliola minyak goreng bekas-TDI - PEG 400 yaitu (2:1,5:0); (2:1,5:1); (2:1,5:2); dan (2:1,5:3). Karakterisasi poliuretan hasil meliputi penentuan gugus fungsi menggunakan FTIR, jumlah ikatan silang menggunakan derajat pengembangan, dan sifat termal poliuretan menggunakan DTA. Poliuretan berhasil disintesis dari poliola minyak goreng bekas-PEG-400-TDI ditunjukkan adanya serapan karakteristik poliuretan dari spektra FTIR. Penambahan PEG-400 dapat menyempurnakan polimerisasi dan meningkatkan derajat pengembangan (ikatan silang semakin sedikit). Pengujian sifat termal poliuretan optimum dengan komposisi poliola minyak goreng bekas-TDI - PEG 400 (2 : 1,5 : 1) menunjukkan bahwa temperatur transisi gelas sebesar 256 °C dan temperatur degradasinya sebesar 275 °C.

**Kata kunci:** minyak goreng bekas, TDI, PEG-400, DTA

### **Abstract**

This research aimed to synthesize polyurethane foam from waste cooking oil and toluene diisocyanate (TDI) with addition of PEG-400, and its characterization. The waste cooking oil converted into polyol before used as raw material. Polymerization has been done in room temperature used various composition polyol : TDI : PEG-400 were (2 : 1,5 : 0); (2 : 1,5 : 1); (2 : 1,5 : 2); and (2 : 1,5 : 3). The products were analyzed functional groups used FTIR, crosslinking polyurethane used swelling degree, and thermal properties used DTA. The result showed that polyurethane foam had been successfully synthesized by the reaction polyol of waste cooking oil-TDI-PEG-400. The result also showed that by adding PEG-400 can enhance polymerization process more completely and increase swelling degree. Analyze thermal stability showed that polyurethane with composition (2 : 1,5 : 1) had transition glass ( $T_g$ ) 256 °C and temperature degradation ( $T_d$ ) 275 °C.

**Keywords:** waste cooking oil, TDI, PEG-400, DTA

### **PENDAHULUAN**

Sekitar 70% aplikasi poliuretan paling banyak adalah sebagai busa, kemudian diikuti dengan elastomer, baru kemudian sebagai lem dan pelapis. Di dunia industri, poliuretan diproduksi dalam bentuk busa-busa yang kuat dan fleksibel dengan konduktivitas rendah sehingga dapat digunakan sebagai bahan isolator panas (Stevens, 2007). Di bidang

kedokteran, poliuretan digunakan sebagai bahan pelindung muka, dan kantung darah, juga sebagai bahan pelapis dan pembungkus.

Sutiani dan Bidza (2013) telah mempelajari bagaimana penggunaan sumber poliola dari alam dan perbandingan komposisi poliola dengan PEG yang digunakan dapat menentukan kualitas dari poliuretan yang terbentuk. Sifat mekanik

poliuretan dapat diperoleh dengan mengubah perbandingan komposisi (-OH/NCO) dan jenis gugus hidroksi dari polyol yang digunakan. Arniza *et al.* (2015) juga telah melakukan sintesis poliuretan dari polioli hasil transesterifikasi minyak kelapa sawit. Berdasarkan uraian di atas penambahan aditif pada proses polimerisasi sebagai pemanjang rantai (*chain extender*) diperlukan agar lebih mudah bereaksi dengan isosiadat dan diperoleh busa poliuretan dengan sifat termal yang lebih baik.

### **METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini menggunakan TDI, sumber polioli berupa minyak goreng bekas yang terhidroksilasi, dan aditif PEG-400. Sintesis poliuretan dilakukan dengan cara memvariasikan komposisi PEG-400 terhadap konsentrasi total reaktan. Karakterisasi yang dilakukan terhadap poliuretan hasil sintesis meliputi penentuan gugus fungsi poliuretan menggunakan spektrofotometer FTIR, dan penentuan ikatan silang menggunakan derajat pengembangan.

Rancangan penelitian pada sintesis poliuretan dari minyak goreng bekas dan TDI dengan PEG-400 terdiri dari beberapa tahapan, yaitu: (1) reaksi hidroksilasi minyak goreng bekas dengan menggunakan asam formiat 90 % (v/v) dan hidrogen peroksida 50 % (v/v). Temperatur reaksi dipertahankan pada 40 °C dengan mengatur termostat dan aliran pendingin

dengan waktu reaksi selama 1,5 jam. (2) Proses pembuatan poliuretan dilakukan dengan perbandingan reaktan (gram) Polyol-TDI-PEG-400 yaitu 2 : 1,5 : 1. Reaksi polimerisasi dilakukan pada suhu ruang 28 °C selama 20 menit sehingga diperoleh poliuretan *preure*. Kemudian poliuretan *preure* dituang di atas cetakan dan dibiarkan mengeras. (3) Poliuretan yang terbentuk dianalisis gugus fungsi menggunakan FTIR, ikatan silang menggunakan swelling degree, dan sifat termal menggunakan DTA.

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah: analisa gugus fungsi dengan FTIR. Analisis dilakukan pada busa poliuretan yang terbentuk. Analisis ini bertujuan untuk memastikan pembentukan busa poliuretan dari gugus fungsi yang ditampilkan spektra FTIR.

Analisis ikatan silang dilakukan dengan menentukan derajat pengembangan (*swelling degree*). Analisis sifat termal dilakukan menggunakan DTA.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Poliuretan disintesis dari minyak Goreng Bekas dan toluena diisosiadat (TDI) dengan perbandingan komposisi polioli minyak Goreng Bekas : TDI yaitu 2 : 1,5. Dari tiap variasi komposisi ditambahkan PEG-400. Sintesis poliuretan dan proses *curing* dilakukan pada temperatur kamar. Sifat poliuretan hasil sintesis dari polioli – TDI – PEG 400 ditunjukkan pada Tabel 1.

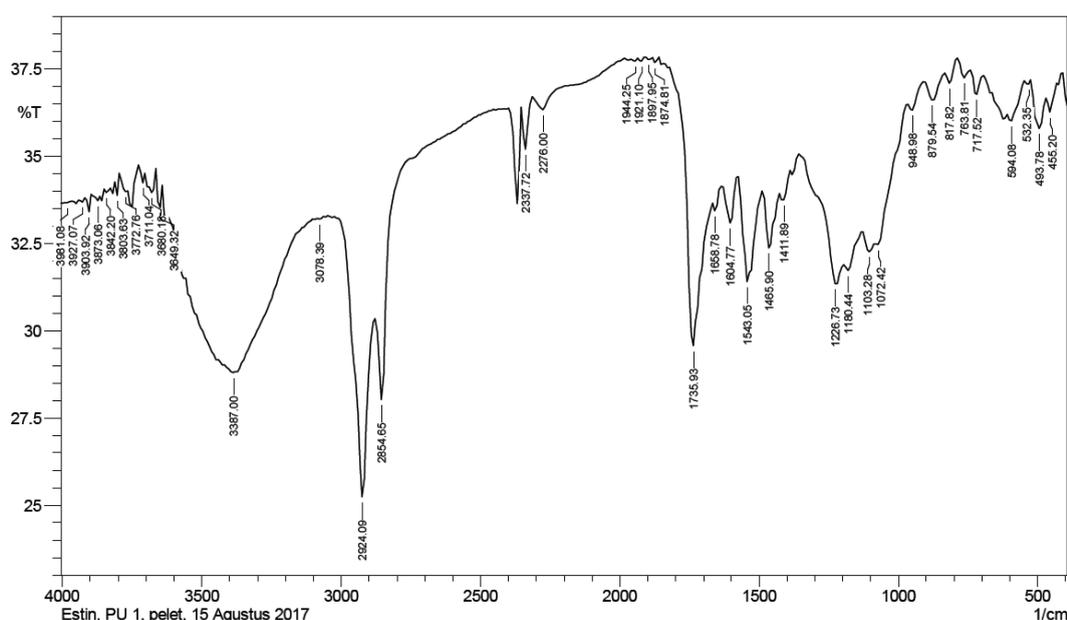
**Tabel 1.** Sifat Poliuretan Hasil Sintesis dari Polyol – TDI - PEG 400

Sampel	Variasi Komposisi Polyol- TDI - PEG 400	Poliuretan sebelum dicetak	Sifat Poliuretan yang terbentuk
Poliuretan 1	2 : 1,5 : 0	Cairan berwarna putih keruh	Keras, kuat
Poliuretan 2	2 : 1,5 : 1	Cairan berwarna putih keruh	Sedikit lunak, keras, sedikit berpori
Poliuretan 3	2 : 1,5 : 2	Cairan berwarna putih keruh	Lunak, sedikit berpori
Poliuretan 4	2 : 1,5 : 3	Cairan berwarna putih keruh	Keras, berpori

Hasil karakterisasi terhadap poliuretan hasil sintesis menggunakan FTIR menunjukkan pita serapan pada daerah yang karakteristik untuk poliuretan seperti gugus N-H, C=O, dan C-O. Ifa *et al.* (2008) menyatakan bahwa terbentuknya poliuretan ditandai dengan berkurangnya intensitas gugus isosiadat (N=C=O) dari TDI. Spektra FTIR yang diperoleh menunjukkan adanya serapan khas pada  $\sim 1735,93 \text{ cm}^{-1}$  merupakan serapan gugus C=O uretan (Rus *et al.*, 2015). Serapan pada  $\sim 2276,00 \text{ cm}^{-1}$  merupakan serapan gugus -NCO. Serapan pada  $\sim 3387,00 \text{ cm}^{-1}$  merupakan serapan gugus N-H. Serapan pada  $1072 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya

serapan C-O (Wolska *et al.*, 2012; Rohaeti dan Suyanta, 2011; Ifa *et al.*, 2008). Spektra FTIR poliuretan hasil sintesis dari Polyol : TDI : PEG-400 dengan variasi komposisi 2 : 1,5 : 1 dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa seluruh poliuretan yang terbentuk memiliki derajat pengembangan bernilai positif untuk semua variasi komposisi. Hal ini mengindikasikan bahwa poliuretan yang terbentuk memiliki ikatan silang. Pengembangan poliuretan terjadi akibat molekul-molekul air yang digunakan sebagai pelarut mampu menembus jaringan poliuretan hasil sintesis.

**Gambar 1.** Spektra FTIR Poliuretan Hasil Sintesis dari Polyol : TDI : PEG-400 (2:1,5:1)

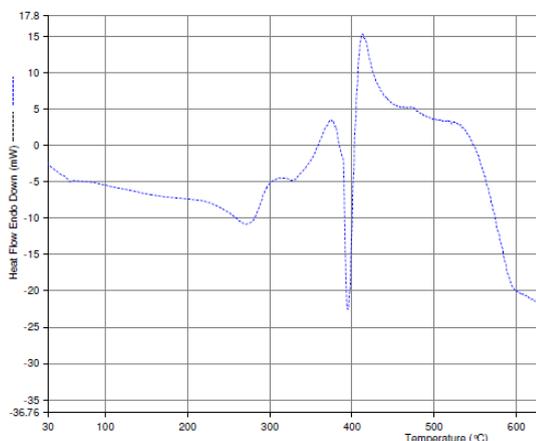
Nilai derajat pengembangan yang semakin besar menunjukkan bahwa poliuretan hasil sintesis mengandung sedikit ikatan silang dan mudah ditembus oleh pelarut. Poliuretan hasil sintesis dengan komposisi (poliol – TDI – PEG-400) 2:1,5:2 memiliki jumlah ikatan silang paling sedikit. Hal ini disebabkan semakin banyaknya sumber hidroksil yang

digunakan dalam sintesis sedangkan sumber –NCO dari TDI dalam jumlah tetap.dengan penambahan PEG-400 tersebut dapat menyempurnakan polimerisasi sehingga gugus –NCO dari TDI dapat bereaksi lebih banyak menghasilkan poliuretan dengan struktur linier atau bercabang.

**Tabel 2.** Derajat Pengembangan Poliuretan Hasil Sintesis

Sampel	Massa		Swelling Degree (%) Akhir kering
	Massa sebelum direndam (gram)	Massa sesudah direndam (gram)	
Polyol : TDI : PEG-400 (2 : 1,5 : 0)	0,27	0,29	0
Polyol : TDI : PEG-400 (2 : 1,5 : 1)	0,53	0,78	13,21
Polyol : TDI : PEG-400 (2 : 1,5 : 2)	0,65	1,25	23,08
Polyol : TDI : PEG-400 (2 : 1,5 : 3)	0,69	1,03	15,94

Sifat termal poliuretan hasil sintesis dilakukan dengan menggunakan teknik DTA. Berdasarkan termogram DTA yang diperoleh maka  $T_g$ ,  $T_d$ , dan  $T_m$  dari poliuretan hasil sintesis dapat ditentukan. Termogram DTA poliuretan hasil sintesis dari komposisi poliol – TDI – PEG 400 dengan variasi komposisi 2 : 1,5 : 1 dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Termogram DTA Poliuretan Hasil Sintesis dari Komposisi Polyol – TDI – PEG 400 dengan Variasi Komposisi 2:1,5:1

Berdasarkan Gambar 2. dapat ditentukan transisi termal yang terjadi pada poliuretan hasil sintesis dengan nilai temperature gelas ( $T_g$ ) yaitu 256 °C dan temperature degradasi ( $T_d$ ) yaitu 275 °C.

## KESIMPULAN

Poliuretan dari minyak goreng bekas-TDI-PEG-400 telah berhasil disintesis yang ditunjukkan adanya serapan karakteristik gugus fungsi poliuretan. Poliuretan hasil memiliki derajat pengembangan bernilai positif. Pengujian sifat termal poliuretan optimum dengan komposisi poliol minyak goreng bekas– TDI - PEG 400 (2 : 1,5 : 1) menunjukkan bahwa temperatur transisi gelas sebesar 256 °C dan temperatur degradasinya sebesar 275 °C.

---

## DAFTAR RUJUKAN

- Arniza, M. Z., Hoong, S. S., Idris, Z., Yeong, S. K., Hassan, H.A., Din, A. K., & Choo, Y. M. (2015). Synthesis of Transesterified Palm Oil-Based Polyol and Rigid Polyurethanes from this Polyol. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 92(2), 243-255.
- Ifa, L., Sumarno., Susianto, & Mahfud. (2008). Pembuatan Flexible Poliurethane Foam dari Polyol Berbasis Minyak Sawit. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 7, 87-96.
- Rohaeti, E. & Suyanta. (2011). Analisis Sifat Termal Poliuretan Berbasis Minyak Jarak dan Toluena Diisosiyanat dengan Teknik DTA dan TGA. *Prosiding, Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA yang diselenggarakan oleh FMIPA UNY, tanggal 14 Mei 2011*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Rus, A. Z. M., Salim, N. S. M., & Sapiee, N. H. (2015). Recycling of Cooking Oil Waste into Reactive Polyurethane for Blending with Thermoplastic Polyethylene. *International Journal of Polymer Science*, 1-10.
- Stevens, M. P. (2007). Terjemahan Iis Sopyan, *Kimia Polimer*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Sutiani, A., & Bidza, K. R. (2013). Pengaruh Variasi Komposisi Gliserol, PEG1000 dan MDI terhadap Sifat Mekanik Perekat Poliuretan. *Prosiding Semirata yang diselenggarakan oleh FMIPA UNILA 2013*. Lampung: Universitas Negeri Lampung
- Wolska, A., Gozdzikiewicz, M., & Ryszkowska, J. (2012). Thermal and Mechanical Behaviour of Flexible Polyurethane Foams Modified with Graphite and Phosphorous Fillers. *J. Mater.Sci.*, 47, 5627-5634.