



## PROSES KONVERSI MINYAK GORENG BEKAS MENJADI POLIOL SEBAGAI BAHAN BAKU BUSA POLIURETAN

[Conversion Process of Waste Cooking Oil to Polyol as Raw Material in Making Polyurethane Foam]

Estin Nofiyanti<sup>1\*</sup> dan Gatut Ari Wardani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya

<sup>2</sup> Program Studi S1 Farmasi, STIKes Bakti Tunas Husada Tasikmalaya

*\*)Corresponding Author: [estin.nofi@umtas.ac.id](mailto:estin.nofi@umtas.ac.id), hp. 085223486385*

*Diterima 11 September 2018, Disetujui 25 September 2018*

### ABSTRACT

The used frying oil made carcinogenic disease and become the waste contaminating the environment. It has a potency to be used the material in making polyurethane that had economic values. This research aims to convert waste cooking oil into polyol that used as raw material in making polyurethane. The waste cooking oil is converted to polyol through hydroxylation process used formic acid and peroxide. The polyol is reacted with toluene diisocyanate (TDI) and PEG-400. Polyurethane was analyzed used FTIR, determining of density and swelling degrees. The results showed that polyurethane had density of 0.38 g/mL and swelling degree of 13.21%.

**Keywords:** *waste cooking oil, hydroxylation, polyol, polyurethane*

### ABSTRAK

Minyak goreng bekas bersifat karsinogenik dan selama ini menjadi limbah yang mencemari lingkungan berpotensi sebagai bahan baku pembuatan busa poliuretan yang bernilai ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengkonversi minyak goreng bekas menjadi *poliol* dan selanjutnya dijadikan sebagai bahan baku busa poliuretan. Minyak goreng bekas dikonversi menjadi *poliol* melalui proses hidroksilasi menggunakan asam formiat dan asam peroksida. Proses pembuatan poliuretan ini direaksikan dengan Toluene diisocyanat (TDI) dan PEG-400. Poliuretan dikarakterisasi menggunakan FTIR, perhitungan massa jenis dan nilai derajat pengembangan. Poliuretan yang terbentuk memiliki massa jenis sebesar 0,38 g/mL dan nilai derajat pengembangan sebesar 13,21%.

**Kata Kunci :** *minyak goreng bekas, hidroksilasi, poliol, poliuretan*

## LATAR BELAKANG

Minyak goreng apabila digunakan berulang kali maka akan mengalami kerusakan yang disebabkan proses oksidasi dan panas. Minyak goreng yang digunakan berulang-ulang (minyak goreng bekas) bisa menjadi limbah yang berpotensi sebagai bahan pencemar (Naomi *et al.*, 2013, Ningrum & Kusuma, 2013, Putra *et al.*, 2012). Minyak goreng yang digunakan berulang-ulang akan mempengaruhi kadar dari asam lemak bebas. Suhu penggorengan dapat mengakibatkan perubahan ikatan kimia dari minyak tersebut seperti terjadinya perubahan struktur asam lemak (Priani & Lukmayani, 2010).

Proses pemanasan yang terjadi dapat mengubah sifat fisika-kimia dari minyak. Pemanasan dapat meningkatkan kadar asam lemak bebas di dalam minyak karena dapat mengakibatkan proses hidrolisis trigliserida minyak berjalan lebih cepat (Mahreni, 2010). Proses pemanasan minyak goreng pada saat digunakan mencapai suhu 160-250 °C dalam waktu cukup lama, sehingga menyebabkan terjadinya proses oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi yang dapat menghasilkan senyawa-senyawa hasil degradasi minyak. Senyawa-senyawa tersebut dapat merugikan kesehatan manusia seperti keton, aldehid, dan polimer. Kandungan senyawa-senyawa karsinogenik dalam minyak nabati yang telah digunakan lebih dari empat kali

sangat membahayakan kesehatan manusia. (Pakpahan *et al.*, 2013).

Salah satu upaya untuk meningkatkan nilai ekonomi minyak goreng bekas menjadi suatu produk yang memiliki nilai jual tinggi adalah dengan menggunakannya sebagai bahan baku pembuatan busa poliuretan. Keuntungan dari proses pembuatan busa poliuretan yang berasal minyak goreng bekas antara lain biaya produksi yang murah dan dapat mengatasi permasalahan lingkungan karena menggunakan bahan baku minyak goreng bekas.

Poliuretan pada umumnya dimanfaatkan sebagai busa, elastomer, lem dan pelapis (Szycher, 2013). Di dunia industri, poliuretan dibuat sebagai bahan isolator panas karena mempunyai konduktivitas rendah (Stevens, 2007). Dalam bidang kedokteran, poliuretan umumnya digunakan sebagai bahan pelindung muka, kantung darah, bahan pelapis dan pembungkus.

Kualitas poliuretan ditentukan dari sumber polioliol dari alam dan perbandingan komposisi polioliol dengan PEG yang digunakan (Sutiani, 2013). Sifat mekanik poliuretan dapat diperoleh dengan mengubah perbandingan komposisi (-OH/NCO) dan jenis gugus hidroksi dari polioliol yang digunakan. Arniza *et al.*, 2015 melakukan sintesis poliuretan dari polioliol hasil trans-esterifikasi minyak kelapa sawit.

Pada penelitian ini menggunakan monomer diisosiyanat berupa toluen

diisosianat (TDI), sumber polioliol berupa minyak goreng bekas yang terhidroksilasi, dan monomer polieter berupa PEG-400 (Polietilen glikol-400). Sintesis poliuretan dilakukan dengan cara memvariasikan komposisi PEG-400 terhadap konsentrasi total reaktan. Penentuan gugus fungsi poliuretan hasil sintesis menggunakan spektrofotometer FTIR, penentuan massa jenis menggunakan piknometer, dan penentuan derajat ikatan silang menggunakan derajat pengembangan

## METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian ini adalah penelitian eksperimental, menggunakan minyak goreng bekas dari pedagang gorengan di Kota Tasikmalaya. Penelitian dilakukan dalam 3 (tiga) tahap, yaitu proses hidroksilasi minyak goreng bekas, pembentukan poliuretan, dan karakterisasi poliuretan hasil sintesis.

### Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Minyak goreng bekas, Asam formiat, asam peroksida, Toluene diisocyanate (TDI), PEG-400. Sedangkan peralatan yang diperlukan antara lain rangkaian alat hidroksilasi minyak goreng bekas, rangkaian alat polimerisasi poliuretan dan alat cetak poliuretan.

### Prosedur Penelitian

#### ***Proses hidroksilasi minyak goreng bekas (Tsaniyah dan Baruji, 2008)***

Sebagai langkah awal, ukur volume minyak goreng bekas 300 mL, masukkan

ke dalam labu leher tiga. Kemudian nyalakan pemanas dan pengaduk, sehingga mencapai suhu 40 °C. Tambahkan sejumlah Asam formiat 90% sebanyak 412 mL dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 50% sebanyak 38 mL ke dalam labu leher tiga tersebut. Temperatur reaksi dipertahankan pada 40 °C dengan mengatur termostat dan aliran pendingin dengan waktu reaksi selama 1,5 jam.

Setelah reaksi selesai, lakukan ekstraksi untuk memisahkan *poliol* dari campurannya. Masukkan campuran hasil reaksi yang masih panas ke dalam labu pemisah dan tambahkan akuades ke dalamnya. Lakukan pengocokan selama ± 3 menit. Diamkan hasil ekstraksi tersebut selama ± 30 menit agar *poliol* terpisah dari air dan sisa reaktan. Lapisan yang berwarna kuning keruh di bagian atas merupakan *poliol* dan lapisan putih keruh di bagian bawah merupakan campuran air dan sisa reaktan. Pisahkan lapisan bawah dan lapisan atas. *Poliol* dicuci dengan akuades dua kali dengan jumlah yang sama dengan proses pemisahan reaktan.

#### ***Polimerisasi pembentukan poliuretan (Rohaeti dan Suyanta, 2011)***

Pembentukan poliuretan dilakukan dengan mereaksikan dengan polietilen glikol (PEG-400) dan disimpan pada Erlenmeyer dan TDI juga disimpan pada erlenmeyer dan keduanya dikondisikan pada suhu 25 °C ke dalam *water bath* yang dilengkapi thermometer dan sirkulasi

air. Selanjutnya, dilakukan pengadukan terhadap campuran reaksi selama 20 menit sehingga diperoleh poliuretan *precure*. Kemudian poliuretan *precure* dituang di atas cetakan dan dibiarkan mengeras. Poliuretan dikarakterisasi menggunakan FTIR, perhitungan massa jenis dan nilai derajat pengembangan.

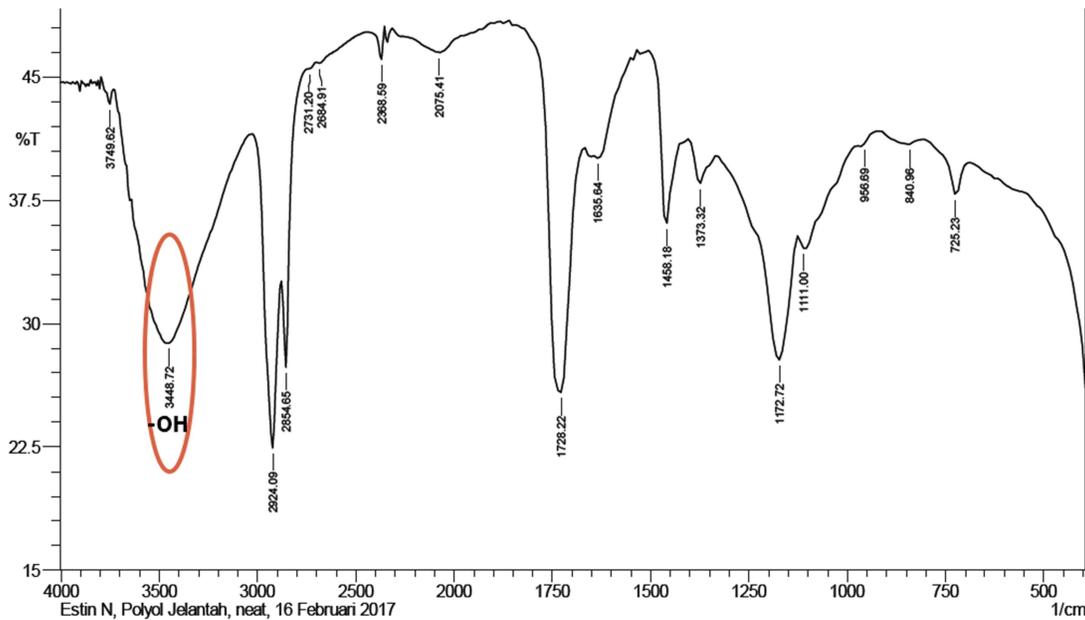
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil hidroksilasi minyak goreng bekas**

Pembuatan polioli dari minyak goreng bekas memberikan dampak positif

terhadap produksi poliuretan (C. Zhang *et al.*, 2015). Salah satunya bisa menekan harga bahan baku poliuretan menjadi lebih murah dan dapat diperbaharui karena berasal dari alam.

Polioli disintesis dari proses hidroksilasi minyak Goreng Bekas dengan asam formiat dan hidrogen peroksida. Polioli yang dihasilkan berupa cairan putih keruh. Gugus fungsi polioli yang dihasilkan dianalisis menggunakan FTIR. Spektra FTIR polioli hasil hidroksilasi minyak Goreng Bekas terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektra FTIR Polioli Hasil Hidroksilasi Minyak Goreng Bekas

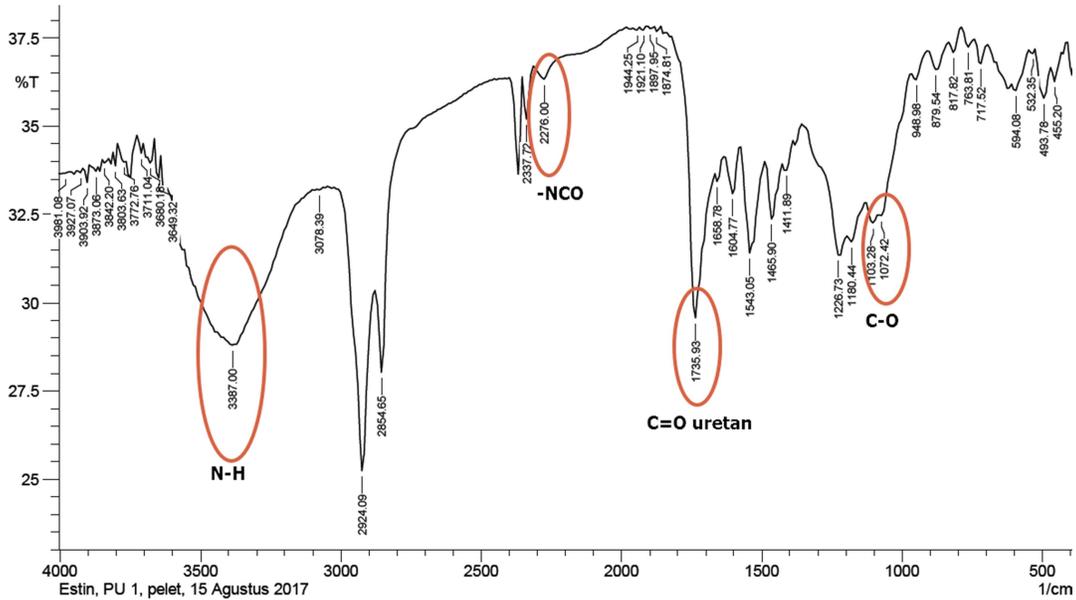
Puncak yang lebar pada 3448  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus hidroksil (-OH) pada hasil hidroksilasi minyak goreng bekas (Zafiah *et al.*, 2015). Gugus -OH akan bereaksi dengan diisosiyanat untuk membentuk polimer poliuretan.

**Polimerisasi pembentukan poliuretan**

Spektra FTIR poliuretan Hasil sintesis dari Polioli : TDI : PEG-400 dengan variasi komposisi 2 : 1,5 : 1 dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil karakterisasi terhadap poliuretan hasil sintesis menggunakan FTIR menunjukkan pita

serapan pada daerah yang karakteristik untuk poliuretan. Terbentuknya poliuretan ditandai dengan berkurangnya intensitas gugus isosianat (N=C=O) dari TDI (Ifa *et al.*, 2008). Spektra FTIR yang diperoleh menunjukkan adanya serapan khas pada

$\sim 1735,93 \text{ cm}^{-1}$  merupakan serapan gugus C=O uretan. 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.



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

Tabel 1. Massa Jenis Poliuretan Hasil Sintesis

Komposisi Poliol : TDI : PEG-400	Massa jenis (g/mL)
2 : 1,5 : 0	0,42
2 : 1,5 : 1	0,38
2 : 1,5 : 2	0,55
2 : 1,5 : 3	0,50

Berdasarkan data massa jenis poliuretan hasil sintesis (Tabel 1) dapat diketahui bahwa massa jenis poliuretan hasil sintesis poliol dan TDI setelah ditambah PEG-400 (2 : 1,5 : 1) mengalami penurunan massa jenis. Penurunan massa jenis ini dapat disebabkan akibat

kenaikan volume poliuretan setelah penambahan PEG-400. Massa jenis kembali meningkat setelah penambahan PEG-400 dengan komposisi 2 dan 3. Kenaikan massa jenis diakibatkan volume poliuretan semakin kecil. Penurunan volume poliuretan dapat disebabkan

kecepatan reaksi pembentukan gas (*blowing reaction*). Polimer yang dihasilkan mengeras terlebih dahulu sebelum dapat mengembang (Anisah *et al.*, 2013).

Hasil dari perhitungan derajat pengembangan dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa derajat pengembangan poliuretan

hasil sintesis bernilai positif untuk semua variasi komposisi. Derajat pengembangan yang bernilai positif tersebut, maka dalam strukturnya mengandung ikatan silang. Poliuretan dapat mengembang karena molekul-molekul air yang digunakan sebagai pelarut dapat menembus jaringan pada poliuretan hasil sintesis.

Tabel 2. Derajat Pengembangan Poliuretan

Poliuretan	%S
PU0	0
PU1	13,21
PU2	23,08
PU3	15,94

## KESIMPULAN

Poliuretan dapat disintesis dari hasil polimerisasi polioli minyak goreng bekas dengan toluene diisocyanate (TDI). Poliuretan yang terbentuk memiliki massa jenis sebesar 0,38 g/mL dan nilai derajat pengembangan sebesar 13,21%

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Kementerian Riset Teknologi dan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (KEMRISTEKDIKTI) melalui program Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2017.

## DAFTAR PUSTAKA

Anisah, S., Yahma, M. S., dan Sumarno, 2013, Pengaruh Penggunaan Blowing Agent Methylene Chloride dan Karbondioksida terhadap Struktur Polyurethane Foam, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, C11. 1-3, Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta.

Arniza, M.Z., S. S. Hoong, Z. Idris, S. K. Yeong, H.A. Hassan, A. K. Din, dan Y. M. Choo, 2015, Synthesis of Transesterified Palm Oil-Based Polioli and Rigid Polyurethanes from this Polioli, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, vol. 92, No. 2, 243-255.

C. Zhang, S. A. Madbouly, dan M. R. Kessler, 2015, Biobased Polyurethane Prepared From Different Vegetable Oils, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, Vol. 7, no. 2, pp. 1226-1233.

Ifa, L., Sumarno., Susianto, dan Mahfud, 2008, Pembuatan Flexible Poliurethane Foam dari Polioli Berbasis Minyak Sawit, *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 7, 87-96.

Mahreni, 2010, Peluang dan Tantangan Komersialisasi Biodiesel-Review, *Jurnal Eksergi*, X, 2.

Naomi, P., Gaol, A. M. L., & Toha, M. Y. 2013, Pembuatan Sabun Lunak dari Minyak Goreng Bekas Ditinjau dari Kinetika Reaksi Kimia. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(2), 42-48.

- Ningrum, N. P., & Kusuma, M. A. I. K. 2013, Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas dan Abu Kulit Buah Kapuk Randu (Soda Qie) sebagai Bahan Pembuatan Sabun Mandi Organik Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan, *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(2), 275–285.
- Pakpahan, J. F., Tambunan, T., Harimby, A., & Ritonga, M. Y. 2013, Pengurangan FFA dan Warna dari Minyak Jelantah dengan Adsorben Serabut Kelapa dan Jerami, *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(1), 31–36.
- Putra, A., Mahrдания, S., Dewi, A., & Saptia, E. 2012, Recovery Minyak Jelantah Menggunakan Mengkudu Sebagai Absorben, In *Prosiding Seminar Nasional PERTETA* (pp. 585–589).
- Priani, S. E., & Lukmayani, Y. 2010, Pembuatan sabun transparan berbahan dasar minyak jelantah serta hasil uji iritasinya pada kelinci. In *Prosiding SNaPP* (pp. 31–48).
- Rohaeti, E. dan 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
- Stevens, Malcolm P., 2007, Terjemahan lis Sopyan, *Kimia Polimer*, Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Sutiani, A., dan Kartika Rizki Bidza, 2013, Pengaruh Variasi Komposisi Gliserol, PEG1000 dan MDI terhadap Sifat Mekanik Perakut Poliuretan, *Prosiding Semirata FMIPA UNILA 2013*, Lampung.
- Szycher, M., 2013, *Szycher's Handbook of Polyurethane*, Second Edition, CRC Press, Boca Raton, New York.
- Tsaniyah, T. A. Dan Teguh Baruji, 2008, Pengaruh Rasio TDI/Polyol Minyak Goreng Bekas dan Penambahan Ethylene Glycol terhadap Kuat Tekan Polyurethane, *Makalah dissajikan pada Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Kimia UNDIP (Unpublished)*, Semarang.
- Zafiah M. Rus, A., Syamimi M. Salim, N., dan Haiza Sapiee, N. 2015, Recycling of Cooking Oil Wastr into Reactive Polyurethane for Blending with Thermoplastic Polyethylene, *International Journal of Polymer Science*. 1-10.