

ALTERNATIF PENGUNAAN MINYAK SAWIT UNTUK BAHAN BAKU PEMBUATAN POLIMER URETAN

Mukhtar Ali

Jurusam Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

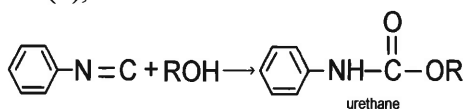
Email : tarali58@gmail.com.

Tulisan ini merupakan bagian pertama dari dua tulisan, dimana pada bagian pertama ini akan membicarakan tentang sintesa polyol yang berasal dari minyak kelapa sawit. Polyol ini selanjutnya akan direaksikan dengan isosinat (isocyanate) untuk membentuk poliuretan, yang akan dipaparkan pada bagian kedua. Poliuretan adalah salah satu jenis polimer yang populer, saat ini konsumsinya baik sebagai bahan dasar ataupun produk akhir termasuk lima besar didunia. Polimer ini dapat dibentuk sebagai, foam, elastomers, pembungkus (packaging), alat-alat olahraga, bahan-bahan pengganti kulit, hingga sebagai bahan baku pembuatan cat dan juga sebagai perekat, seperti tujuan penelitian ini. Pada penelitian ini, kami mendapatkan suatu hal yang menarik bahwa ternyata dodecylbenzene sulfonic acid (DBSA) selain bertindak sebagai emulsifier juga bertindak sebagai katalis, dimana sebelum ini DBSA banyak digunakan hanya sebagai emulsifier. Dalam penelitian ini kami menggunakan Tosoh-Gel Permeation Chromatography (GPC) untuk menghitung berat molekul dan Perkin-Elmer, Fourier Infrared Spectroscopic (FTIR) untuk menentukan struktur group. Hasil penelitian yang diperoleh dengan menggunakan alat FTIR adalah struktur OH terdapat pada peak 3384.940, dimana nilai OH secara literatur adalah antara 3370-3470. Sedangkan berat molekul yang diperoleh dengan menggunakan GPC adalah 954, dimana secara literature nilai tersebut adalah antara 250 sampai 2500.

Kata Kunci : Poliuretan, polioli, minyak kelapa sawit, sintesa

PENDAHULUAN

Polyurethane (PU), pertama sekali berhasil disintesa oleh Dr. Otto Bayer pada tahun 1937 gambar (1),

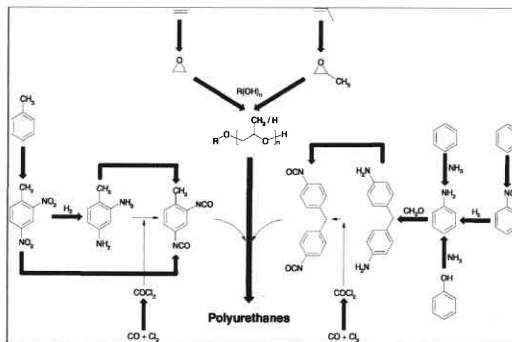


Gambar 1. reaksi urethane oleh Dr.Otto Bayer

Secara umum PU adalah hasil reaksi antara isosianat (*isocyanates*) dengan senyawa yang mengandung atom OH, yang sering juga disebut dengan polyol. Polyol disini adalah polyester polyol atau polyeter polyol.

Polyester polyol secara umum diolah dengan reaksi polykondensasi group fungsional asam karboksilat dan senyawa yang mengandung unsure OH. Polyeter polyol secara umum dihasilkan dari epoksi, propane oksida (PO) dan yang paling banyak digunakan adalah etilen oksida (EO). Total volume polyester polyol yang dikonsumsi dalam industri poliuretan untuk tahun 1998 diperkirakan tidak kurang dari 0.8 juta ton, dimana untuk polyeter sekitar 3.25 juta ton dikonsumsi oleh industri poliuretan pada tahun

1998 [1]. Secara lengkap reaksi pembentukan poliuretan adalah seperti ditunjukkan dalam gambar (2).

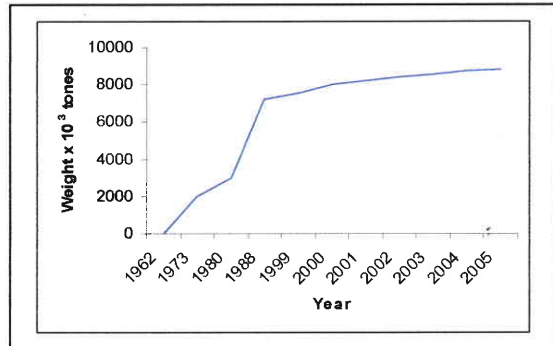


Gambar 2. Skema lengkap pembuatan poliuretan, hanya isomer besar yang ditunjukkan [1].

Perkembangan polyurethane sangatlah lambat jika dibandingkan dengan tingkat konsumsi polymer lain. Baru pada tahun 1951 pembuatan polyurethane skala industri dilakukan oleh Bayer dengan reaksi yang menggunakan toluene diisocyanate (TDI).

Saat ini angin perubahan telah terjadi, produksi PU pertahun terus meningkat, sehingga mencapai kedudukan rangking kelima setelah polyethylene,

polyvinyl acetate, polypropolen dan polystiren[7]. Secara rata-rata peningkatan produksi PU mencapai 18% pertahun, dimana pada tahun 1973 produksinya adalah 2×10^6 ton menjadi 3×10^6 ton pada tahun 1980 dan meningkat menjadi 8.821×10^6 ton pada tahun 2005 gambar (3).



Gambar. 3. produksi polyurethane [5]

PU memiliki potensi yang tinggi untuk terus berkembang karena banyak memiliki kelebihan baik sebagai bahan dasar ataupun sebagai produk akhir. Sebagai bahan dasar PU dapat dijadikan sebagai Foam, *elastomers*, plastic, perekat (lem), cat ataupun sebagai bahan untuk industri alas kaki. Saat ini PU sebagai produk akhir telah dimanfaatkan untuk berbagai macam sektor industri, seperti: transportasi, furniture, bangunan, isolasi, pengepakan, sepatu dan lain sebagainya [2]

Pada awal penemuannya, PU telah digunakan sebagai bahan alternatif untuk menggantikan polimer nilon. PU pada saat itu telah dipasarkan oleh Bayer dengan nama produknya Perlon U. PU mempunyai potensi yang besar sebagai perekat. Ia juga memiliki kemampuan untuk melekatkan bahan yang basah, dimana kumpulan isosianat akan bertindak balas dengan permukaan yang mengandung kelembaban yang tinggi.

Polimer adalah suatu produk yang sangat penting dalam kehidupan ini baik secara kualitas maupun kuantitas. Bahan baku polimer saat ini sebagian besar berasal dari petrokimia. Total produksi bahan-bahan dari petrokimia ini diperkirakan meningkat dengan pesatnya yaitu dari 7 juta ton pada tahun 1960 menjadi sekitar 100 juta ton pada tahun. Peningkatan produksi ini seperti halnya peningkatan kebutuhan energi dan minyak disebabkan permintaan pasar yang tinggi pada negara-negara berpenduduk banyak, seperti Cina dan India. Akan tetapi petrokimia adalah sumber

yang terbatas yang tidak dapat diperbaharui, perkiraan optimistik oleh para pakar, ketersediaan mineral ini di dunia hanya sekitar 50 tahun lagi. Sekarang permasalahannya adalah apa persiapan kita jika sumber yang berdasarkan fosil ini habis? [4].

Salah satu pokok perhatian dunia saat ini adalah memanfaatkan sumber yang mampu diperbaharui (*renewable resources*) sehingga ketersediaan bahan baku bukan menjadi masalah lagi, disamping itu tentu saja tidak mencemarkan lingkungan dan secara ekonomi lebih murah jika dibandingkan dengan menggunakan mineral berdasarkan fosil.

Saat ini total produksi pertahun untuk mineral berdasarkan bio atau lebih dikenal dengan nama biomasa diperkirakan sekitar 170 milyar ton. Akan tetapi hanya sekitar 6 milyar ton (3.5%) yang digunakan dalam industri industri, sehingga menimbulkan pertanyaan bagaimanakah kemungkinan pemanfaatan sumber ini (sisa sekitar 96%) untuk industri polimer. Hal ini disebabkan oleh karena industri polimer sudah memasuki segala aspek kehidupan, sehingga secara simultan cepat atau lambat pasti akan menimbulkan suatu bencana lingkungan yang besar mengingat polimer ini sebagian besar tidak bersifat *biodegradable*.

Atas alasan keterbatasan sumber material dan ekologi maka saat ini sumber hewani dan nabati menjadi pilihan karena dapat dimanfaatkan untuk segala macam sektor. Di mana diperkirakan sekitar 100 juta ton minyak dan lemak berasal dari hewani dan nabati dimanfaatkan untuk berbagai keperluan hidup, diantaranya adalah 15% untuk *oleochemistry* (sabun, deterjen, kosmetik, biodiesel, pelumas dan bahan-bahan campuran untuk polimer). Khusus untuk minyak dan lemak yang berasal nabati, dari total produksi sekitar 80% nya adalah berasal dari minyak kedelai dan minyak sawit.

Dalam penyelidikan ini, fokus utama kami adalah untuk mensintesa polyol berdasarkan minyak sawit sebagai bahan baku untuk pembuatan poliuretan disamping isosianat (*isocyanate*).

Esterifikasi dari asam lemak (*fatty acids*) dan trans-esterifikasi dari trigliserida dengan gliserol adalah suatu metode yang sudah dikenal secara meluas oleh industri dalam menghasilkan monogliserida. Selanjutnya monogliserida ini

dicampurkan dengan mono, di dan trigliserida. Setelah netralisasi dengan menggunakan asam atau dengan menggunakan katalis, lebih gliserol di keluarkan dengan menggunakan vakum distilasi. Proses ini menghasilkan 1-(-3) monogliserida sehingga 40-45% atau 52-56%. Kekurangan proses ini adalah harus dilakukan dalam kondisi temperatur yang tinggi, serta kurangnya selektifitas yang bisa mengakibatkan penurunan konsentrasi dari 1-(-3) monogliserida. Sebetulnya 1-(-3) monogliserida dapat dinaikkan tingkat yieldnya sehingga 90% dengan menggunakan metoda distilasi yang lebih baik [6].

PROSEDUR PERCOBAAN

Material

Oleic acid (Malaysian Palm Oil Board, Malaysia). Glycerol (99.9% murni) diperoleh dari *Aldrich*. Dodecylbenzene sulfonic acid diperoleh dari *ACROS*. Molecular sieves ammonium Y zeolite (powder) dan 3A molecular sieve (Extruded MS 1.6 mm/As, Adsorption of molecules <3A) diperoleh dari *Aldrich*.

Esterifikasi gliserol dengan oleic acid.

Percobaan ini dilakukan didalam suatu reaktor berpengaduk dengan 3 leher (*three necked flask*) ber volum 250 ml, disertai pengaduk mekanik dan sistim pendingin dengan menggunakan water batch. Optimum reaksi yang diperoleh adalah dengan pencampuran 0.2 mol oleic acid (OA), 0.4 mol glycerol (gly), 0.025 mol dodecylbenzene sulfonic acid (DBSA), dan 30 gram 3A molecular sieve. Setelah filtrasi untuk melepaskan molecular sieve, reaktan kemudian dicuci dengan larutan NaCl untuk menghilangkan sisa gliserol yang tidak habis bereaksi.

Karakterisasi

Dalam penelitian ini kami menggunakan Tosoh-Gel Permeation Chromatography (GPC) untuk menghitung berat molekul dan Perkin-Elmer, Fourier Infrared Spectroscopic (FTIR), untuk menentukan struktur group fungsional polyol seperti yang terdapat di dalam grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

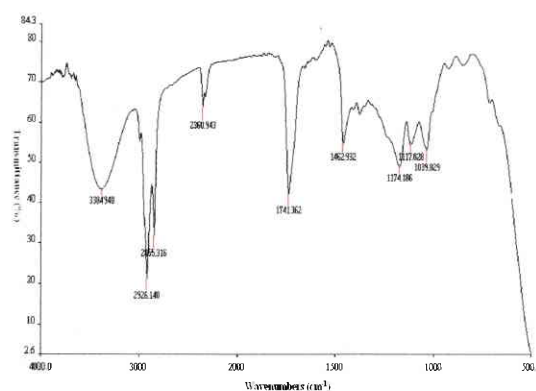
Struktur utama polyol dianalisa dengan menggunakan FTIR seperti ditunjukkan dalam gambar 4. Pada gambar tersebut terlihat posisi struktur yaitu 3370-3470 (ν O-H), 3009 (ν C-H tak

jenuh), 2949 and 1165 (ν C-O-C), dan 1655 cm^{-1} (ν CH=CH).

Peak 3370-3470 (ν O-H) adalah peak yang mewakili unsur alcohol dimana trigliserida masih terdapat didalamnya.

Polyol adalah suatu resin yang mengandung unsur OH, dimana unsure ini boleh berasal dari mono atau di gliserida.

Pada penelitian ini ternyata dodecylbenzene sulfonic acid (DBSA) selain bertindak sebagai emulsifier juga bertindak sebagai katalis. Sehingga jika dibandingkan dengan menggunakan bahan lain, DBSA masih lebih baik.



Gambar 4. Fourier transformed infrared spectra (FTIR) pada sintesis polyol dari kelapa sawit

Berat molekul dari polyol yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan polyuretan dapat dihitung dengan menggunakan GPC. Polyol yang berasal dari oleochemical memiliki berat molekul rata-rata antara 250 sehingga 2500, dengan sifat viskositasnya yang relative rendah sehingga sangat cocok untuk direaksikan dengan *methylene di(phenylisocyanate)* (MDI) sebagai bahan untuk industri perekat [3].

Pada penelitian ini kami mendapatkan berat molekul dari polyol sekitar 954, seperti ditampilkan dalam table (1).

DAFTAR PUSTAKA

Tabel 1. Data Gel Permeation Chromatography (GPC) Polyol dari minyak sawit

Peak No.1 Base

	START	TOP	END	MN	MW	MZ	MV
T	19.23	21.13	21.37	1.3x10	1.4x10	1.6x10	1.43x10
V	0.5	389.7	193.2	MW/MN	MZ/MW	AREA	AREA%
M	7092	1185	929	1.08	1.12	1.14x10	41.50

Peak No.2 Valley

	START	TOP	END	MN	MW	MZ	MV
T	21.37	21.62	22.18	6.6x10	6.8x10	7.04x10	6.94x10
V	193.2	572.7	33.7	MW/MN	MZ/MW	AREA	AREA%
M	929	710	375	1.03	1.03	1.34x10	49.49

Peak No.3 Valley

	START	TOP	END	MN	MW	MZ	MV
T	22.18	21.52	22.65	2.6x10	2.7x10	2.8x10	2.73x10
V	33.7	73.3	70.7	MW/MN	MZ/MW	AREA	AREA%
M	375	251	213	1.02	1.03	1.39x10	5.02

Peak No.4 Valley

	START	TOP	END	MN	MW	MZ	MV
T	22.65	22.80	23.00	1.8x10	1.79x10	1.8x10	1.79x10
V	70.7	78.5	12.0	MW/MN	MZ/MW	AREA	AREA%
M	213	177	136	1.01	1.01	1.10x10	3.99

TOTAL

	START	TOP	END	MN	MW	MZ	MV
T	19.23	21.62	23.00	6.79x10	9.54x10	1.25x10	9.54x10
V	0.5	572.7	12.0	MW/MN	MZ/MW	AREA	AREA%
M	7092	710	136	1.41	1.32	2.77x10	100

KESIMPULAN

Polyol yang merupakan bahan baku untuk pembuatan poliuretan disamping isosianat, telah berhasil disintesa. Oleic acid sebagai senyawa utama untuk pembuatan polioli berasal dari kelapa sawit, sehingga penelitian ini bisa disebut sebagai riset ramah lingkungan, karena sebelum ini polioli selalu dihasilkan dari minyak bumi yang tentu saja semakin berkurang jumlahnya karena bukan merupakan bahan yang dapat diperbarui.

Struktur OH yang berhasil diperoleh pada penelitian ini adalah pada peak 3384.940, dimana nilai OH secara literatur adalah antara 3370-3470.

Sedangkan berat molekul yang diperoleh dengan menggunakan gel permeation chromatography adalah 954, dimana hasil review oleh K.Hill, menyebutkan nilai berat molekul untuk polioli yang berasal dari oleochemical adalah antara 250 sampai 2500.

1. Gerhard Wegener, Matthias Brandt, Lothar Duda, Jörg Hofmann, Bert Kleszczewski, Daniel Koch, Robert-Joseph Kumpf, Holger Orzesek, Hans-Georg Pirkel, Christian Six, Christian Steinlein, Markus Weisbeck. "Trends in industrial catalysis in the polyurethane industry", Applied Catalysis A: General 221, 303-335.2001.
2. Gunter Oertel, "Polyurethane Handbook", Hanser Publisher, New York, 1985.
3. K.Hill, "Fats and oils as oleochemical raw materials" Pure Appl.Chem. 72, Nr. 7, 1255-1264, 2000.
4. Siegfried Warwel, Falk Bruse, Christoph Demes, Michael Kunz, Mark Rusch gen. Klaas, "Polymers and surfactants on the basis of renewable resources", Chemosphere 43, 39-48, 2001.
5. Teuku Rihayat, Saari B. Mustapha, Mohd. Hilmi B. Mahmood, Wan MD Zin Wan Yunus, Suraya Abdul Rashid, Khairul Zaman B. Hj. Mohd. Dahlan, "Thermoplastic Polyurethane Elastomers Based on Palm Oil Polyol"
6. Valérie Eychenne and Zéphirin Mouloungui, "High concentration of 1-(3-)monoglycerides by direct partial esterification of fatty acids with glycerol" Fett/Lipid 101, Nr. 11, S. 424-427. 1999.
7. Z. Wirpsza, "Polyurethanes Chemistry, Technology and Application", Ellis Horwood Limited Publ., Chichester, 1993.