

PEMBUATAN POLIALKID UNTUK MEMPERPANJANG RANTAI MONOGLISERIDA

Geni Rosita

Peneliti Pusat Teknologi Dirgantara Terapan, LAPAN
e-mail: genirosita@yahoo.co.id

ABSTRACT

One of CPO (Crud Palm Oil) components is monoglyceride. The research is done to process CPO in order to obtain the monoglyceride. The monoglyceride is not stabil, tightly chain, and low molecular weight. Monoglyceride is polyol that can react with isocyanate to form polyurethane. Isocyanates used are toluene diisocyanate (TDI) and desmodur. Polyurethane can be used for binder of rocket propellant. The processing of CPO refers to polyurethane properties desired, namely viscosity and binding adhesive. From this research, it is resulted that reaction with TDI will form polyurethane with viscosity and binding adhesive desired. Monoglyceride which has a small molecular weight and short sleeves, so that the polymer chain is difficult to stabilize. Efforts to extend the chain monoglyceride done so the polymer chains are not too tightly, when the polymer chains too tightly so that the distance of the short molecules repel force generated molecules and resulted in no stable. Do with multiple variables average yield is quite good, there is made reference to the bonding power as makers polyalkid polyurethane by reacting with isocyanate, desmodur to make polyurethane as a heat-resistant adhesive and solid propellant fuel binder on composite.

Keywords: *Polyalkide, monoglyceride, Rocket, CPO*

ABSTRAK

Salah satu senyawa yang terkandung dalam CPO (*Crude Palm Oil*) adalah monogliserida yang dapat dimanfaatkan sebagai perekat tahan panas (*binder*) untuk bahan bakar roket. Telah dilakukan penelitian pengolahan minyak kelapa sawit mentah CPO guna mendapatkan monogliserida. Monogliserida ini memiliki berat molekul kecil dan rantai pendek, sehingga rantai polimer sulit stabil. Upaya memperpanjang rantai monogliserida dilakukan supaya rantai polimer tidak terlalu rapat. Apabila rantai polimer terlalu rapat, jarak molekul pendek sehingga menimbulkan gaya tolak menolak molekul dan mengakibatkan molekul tidak stabil. Perpanjangan rantai monogliserida akan menghasilkan polioliol, reaksi polioliol dengan isosianat akan menghasilkan poliuretan. *Isocyanate* yang digunakan adalah *Toluen diisocyanate* (TDI) dan *desmodur*. Perpanjangan rantai monogliserida dilakukan dengan merujuk sifat fisik *poliuretan* yang diinginkan yaitu kekentalan, dan daya rekat cukup baik. Setelah dibandingkan ternyata TDI memiliki kekentalan dan kekuatan rekat lebih baik daripada *desmodur*.

Kata kunci: *Polialkid, Monogliserida, CPO, Roket*

1 PENDAHULUAN

Propelan padat komposit tersusun atas *fuel binder*, oksidator amonium perklorat dan sedikit aditif. Pencampuran ketiga bahan ini memberikan efek terhadap sifat dan kestabilan propelan. LAPAN, sebagai institusi yang mengem-

bangkan teknologi dirgantara, (khususnya di bidang peroketan) terus mengembangkan propelan padat komposit dengan *fuel binder* sampai saat ini masih memakai poliuretan berbasis HTPB (*Hidroxy terminated polibutadiene*). Poliuretan merupakan reaksi polioliol

dengan diisosianat, Polioli yang dipakai sampai saat ini adalah HTPB.

HTPB berasal dari bahan industri Petrokimia yang belum terbarukan, di samping harganya mahal, cara mendapatkannya pun sulit karena masih harus diimpor. Oleh karena itu perlu diupayakan alternatif lain untuk mendapatkan polioli yang mempunyai 2 gugusan hidroksil yang mirip seperti dalam HTPB. HTPB memiliki dua fungsi yaitu sebagai *fuel binder* maupun untuk perekat tahan panas. Usaha ini sudah pernah dilakukan berupa pembuatan poliuretan dari minyak jarak, namun hasilnya bersifat rapuh. Mutu HTPB dapat diperbaiki dengan *polyblend* dan polimer lainnya yang mempunyai sifat mekanik baik, seperti metal akrilat (Satibi, 1985). Namun demikian, penggunaan minyak jarak masih memiliki kendala, karena di Indonesia sangat sedikit tersedia dan banyak dipakai untuk kebutuhan farmasi. Maka dari itu dicoba mengolah minyak kelapa sawit mentah (CPO), sebagai pengganti minyak jarak, dengan pertimbangan karena secara struktur kimia memungkinkan sebagai bahan baku pembuatan poliuretan, harganya murah dan mudah diperoleh di Indonesia. Ditambah lagi bahwa saat ini Indonesia merupakan penghasil kelapa sawit nomor satu di dunia. Poliuretan merupakan reaksi polioli dengan diisosianat. Minyak kelapa sawit mentah CPO merupakan gliserol yang tidak memiliki gugus hidroksil sehingga perlu perlakuan awal untuk mendapatkan gugus hidroksil agar CPO dapat bereaksi dengan isosianat untuk membentuk poliuretan. Namun demikian, monogliserida yang dihasilkan mem-

punyai rantai pendek dan berat molekul rendah yaitu sekitar 500, sedangkan HTPB yang digunakan harus memiliki berat molekul 2000–5000. Dengan memperpanjang rantai monogliserida otomatis berat molekul akan naik dan mempunyai daya rekat yang diinginkan.

Penelitian ini dilakukan untuk memperpanjang rantai monogliserida yang berasal dari minyak kelapa sawit. Monogliserida dari kelapa sawit memiliki rantai polimer pendek dan berat molekul rendah, sehingga menimbulkan gaya tolak menolak molekul dan mengakibatkan molekul tidak stabil. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan untuk mensimulasikan komposisi polioli yang diinginkan sebagai bahan baku pembuat poliuretan untuk perekat tahan panas dan sebagai *fuel binder* propelan padat komposit.

2 LANDASAN TEORI

Minyak kelapa sawit mentah atau masih kasar, CPO (*Crude Palm Oil*) berwarna kemerah-merahan mengandung sekitar 500-700 ppm karotin dan merupakan bahan pangan sumber karotin terbesar. Minyak ini, diperoleh dari mesocarp buah kelapa sawit melalui ekstraksi, berbentuk semi solit pada suhu ruangan dan sedikit mengandung air dan serat halus. Dengan adanya kandungan air dan serat halus maka tidak bisa dipakai secara langsung, namun harus diolah terlebih dahulu. Bentuk semi solit disebabkan oleh kandungan asam lemak yang tinggi, dengan komposisi asam lemak yang ada pada minyak kelapa sawit mentah dapat dilihat pada Tabel 2-1.

Tabel 2-1: KOMPOSISI ASAM LEMAK PADA MINYAK SAWIT MENTAH

Jenis asam lemak	Komposisi (%)
Asam Palmitat $C_{16}H_{32}O_2$	41 - 47
Asam Oleat $C_{18}H_{34}O_2$	38,2 - 43,6
Asam Linoleat $C_{18}H_{32}O_2$	6,6 - 11,9
Asam Stearat $C_{18}H_{36}O_2$	3,7 - 5,6
Asam Meristat $C_{14}H_{28}O_2$	0,6 - 1,7
Asam laurat $C_{12}H_{24}O_2$	0 - 0,4

Pada Tabel 2-1 tersebut nampak bahwa 50% asam lemak jenuh adalah asam palmitat, 40% adalah asam *oleat* dan sisanya sebanyak 10% adalah asam *linoleat* dan palmitat bentuk bebas dan bentuk terikat sebagai mono palitin. Kelompok asam *linoleat* ini memiliki titik leleh di atas 60°C, sehingga pada suhu ruangan senyawa tersebut berbentuk semi padat. Reaksi *linoleat* dengan zat lain memerlukan pemanasan terlebih dahulu.

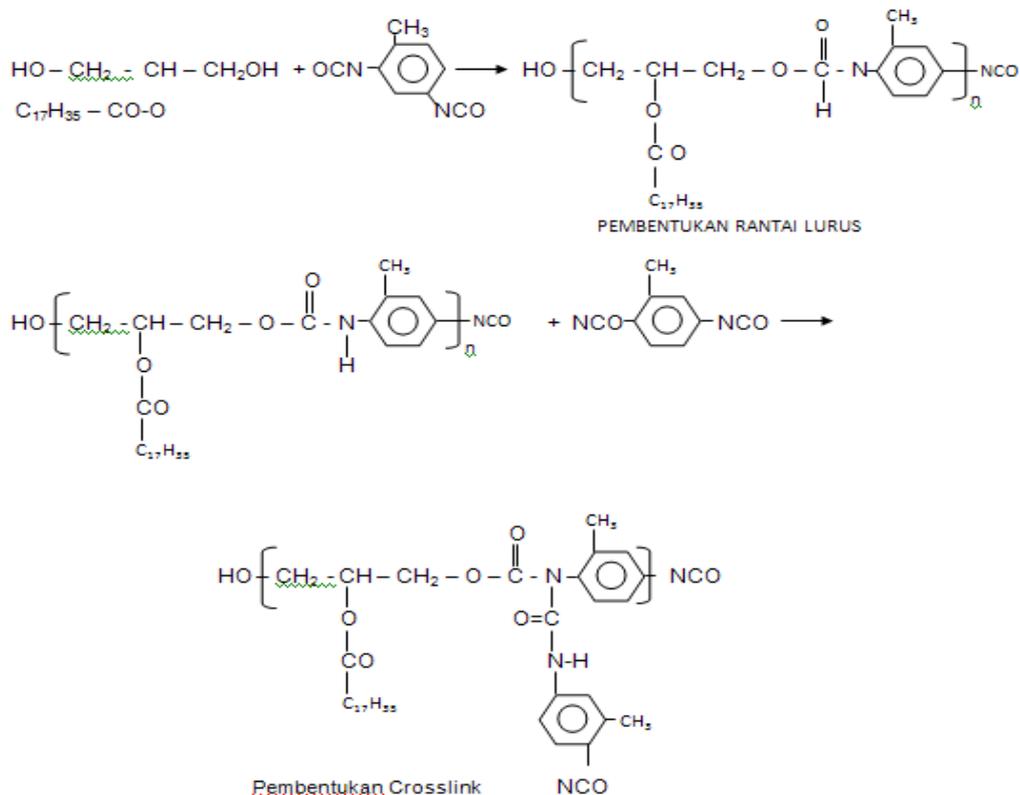
Sifat mekanik dan fisik polimer sebagai *binder* propelan sangat dipengaruhi oleh panjang rantai *crosslink* (ikatan silang), *branching* (percabangan) yang terjadi, dan gugus yang terkait dengan *branching*. Panjang rantai berpengaruh terhadap kekentalan atau kepadatan polimer yang terjadi. Panjang rantai biasanya diukur dari besarnya berat molekul rata-rata, makin panjang rantai makin kental atau makin padat (Parast, 2000).

Adanya *Crosslink* berpengaruh terhadap kekerasan dan rigiditas polimer.

Makin banyak *crosslink* terjadi dalam struktur polimer, hasil polimer akan makin rapat dan makin keras. *Branching* (percabangan) terjadi dengan adanya gugus *triol* (3 gugus hidroksil) yang membentuk tiga cabang. Makin banyak percabangan yang terjadi, makin keras polimer dan cenderung keropos (*rupture*) karena dalam struktur polimer terdapat banyak ruang kosong atau rongga.

Reaksi pembentukan rantai polimer, dapat dilihat pada Gambar 2-1.

Untuk keperluan pembuatan bahan baku *poliol* (HTPB), proses polimerisasi pembentukan *poliuretan* membutuhkan monogliserida dengan komposisi tertentu (dengan mempertimbangkan gugus alkohol primer dan sekunder). *Monogliserida* dan *digliserida* yang mengandung gugus alkohol memberikan sifat rekat dan sifat mekanik yang baik, reaktivitas gugus alkohol primer berbeda dengan gugus alkohol sekunder (Flory, 1969).



Gambar 2-1:Reaksi pembentukan rantai polimer

2.1 Metode Penelitian

Monogliserida yang telah dicuci berbentuk adonan semi padat dimasukkan ke dalam reaktor yang telah dilengkapi dengan pendingin balik, pengaduk magnet, thermometer, pemanas dan *bubling* (penggelembung gas) gas nitrogen, lalu dipanaskan sampai suhu 130°C.

Setelah monogliserida mencair tambahkan *Xylen*, diaduk sampai homogen. Kemudian tambahkan *gliserol* dan diaduk terus sampai homogen lalu turunkan suhu sampai 110°C. Setelah itu tambahkan maleat anhidrit dan asam asetat dan dilakukan pengadukan dan pemanasan selama 1–4 jam. Amati selama reaksi dan setiap 15 menit diambil cuplikan (sampel) untuk di analisa bilangan OH dan equivalen asam-asam bebas. Setelah reaksi selesai adonan jadi kental, selanjutnya tambahkan lagi *xylene* sebanyak 50% dari hasil polimerisasi monogliserida. Adonan kental setelah penambahan *Xylene* ini merupakan polimer yang dinamakan *polialkid* yang akan direaksikan dengan *isosianat* untuk membuat poliuretan sebagai perekat tahan panas (*fuel binder*).

3 HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

Pada proses polimerisasi secara umum, tidak bisa lepas dari keseimbangan antara reaktan, katalisator, suhu operasi dan lama waktu operasi. Semua variabel ini akan berpengaruh kepada hasil dan sifat mekanis senyawa yang dihasilkan. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan kebutuhan, ditentukan perbandingan komposisi yang tepat dengan hasil yang maksimal. Monogliserida yang dipakai di sini adalah monogliserida hasil penelitian sebelumnya. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 3-1.

Maleat anhidrid adalah katalisator agar berjalan reaksi antara monogliserida dan *Xylene*. *Xylene* bereaksi dengan monogliserida membentuk polimer dengan berat molekul lebih besar. Jadi kedudukan *Xylene* menggantikan isosianat (TDI). Penggunaan *Xylene* diperlukan untuk mewakili isosianat karena mempertimbangkan berat molekul monogliserida yang jauh lebih besar dari polioliol yang digunakan sebagai *binder* propelan yaitu HTPB (*hydroxyl terminated polybutadiene*). Jika digunakan TDI (bukan *xylene*) maka pertambahan kelengketan adonan kurang sensitif.

Tabel 3-1: HASIL PENGAMATAN

Monogliserida (gr)	Xylene (gr)	Maleat anhid (gr)	Suhu (°C)	Waktu Operasi	Hasil pengamatan
22,06	4,50	14,830	130	5 jam	Keras sekali (+THF 10 ml) setelah 24 jam lembek
7,1955	2,25	14.830	130	5 jam	Keras sekali (+THF 15 ml) beberapa saat lembek
31,176	1,50	16,70	130	5 jam	Keras berbuisa (+THF) setelah 24 jam busa hilang, baik
22,06	4,50	29,663	120	4 jam	Keras, lengket
7,1955	2,25	29,643	120	4 jam	Keras, lengket
9,3725	2,35	29,663	120	2 jam	Kental, lengket,
31,176	4,104	27,052	120	2 jam	Kental, lengket
19,0436	2,25	16,70	120	2 jam	Lembek, lengket
11,03	2,25	14,883	120	4 jam	Lembek, lengket

Percobaan ini dilakukan secara coba-coba untuk mendapatkan polioli yang lengket. Yang lembek dimungkinkan bisa lengket, dan yang keras diusahakan lembek dengan penambahan bahan lain. Yang lembek dan yang lengket ini yang kemungkinan akan digunakan untuk *binder* propelan. Suhu reaksi yang digunakan adalah mendekati suhu didih pelarut.

Dari beberapa variasi kasar percobaan yang dilakukan sebagaimana Tabel 3-1 menyajikan yang lengket dan kemungkinan bisa dibuat lengket. Untuk tiga komposisi teratas, ternyata keras dan berbusa. Namun setelah penambahan *tetra hidrofuran* (THF) lambat laun menjadi lembek dan lengket, bahkan busa pun hilang sehingga komposisi ini akan diteliti lebih jauh.

Monogliserida adalah rantai polimer yang diperpanjang dengan menggunakan *Xylene* sebagai *hardener* dalam pelarut *maleat anhidrid*. Dalam bahan bakar roket, posisi monogliserida mirip dengan *binder* HTPB, sedangkan posisi *Xylene* identik dengan TDI sebagai *hardener*. HTPB sudah dalam bentuk *prepolimer* jauh lebih besar berat molekulnya dibanding monogliserida. Oleh sebab itu, penambahan TDI ke dalam HTPB nampak cepat sekali kelengketannya sehingga mampu menampung oksidator AP untuk dijadikan propelan.

Untuk monogliserida, penambahan TDI ke dalamnya tidak akan cepat nampak kelengketannya, sehingga sebelum ditambah TDI (isosianat) perlu dinaikkan lebih dulu berat molekulnya dengan penambahan *Xylene*. Setelah monogliserida ditambah *Xylene* selanjutnya ditambahkan TDI (*isosianat*) ke dalamnya dan dilihat kelengketannya. Ternyata, hasilnya adalah lengket bahkan sampai mengeras. Ini membuktikan bahwa pemanjangan rantai monogliserida dengan *Xylene* telah berhasil. Jika pemanjangan rantai monogliserida dengan *Xylene* ini gagal maka saat penambahan

TDI (isosianat) ke dalamnya tidak akan mendapatkan hasil yang lengket.

Atas dasar hasil ini saran yang bisa diajukan untuk penelitian berikutnya adalah memainkan variasi dari variabel monogliserida, *maleat anhidrid*, suhu dan waktu proses guna mendapatkan data komposisi percobaan yang lebih halus.

4 KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang dilakukan dan uraian pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Monogliserida sebagai polioli memiliki berat molekul pendek dan dapat diperpanjang dengan penambahan *Xylene*. Keberhasilan pemanjangan rantai ini dapat dibuktikan dengan penambahan *isosianat* ke dalamnya untuk menghasilkan produk monogliserida lengket. Produk monogliserida lengket menunjukkan bahwa senyawa tersebut memiliki berat molekul tinggi.
- Monogliserida yang didapat dari hasil percobaan ada bermacam-macam di antaranya encer, kental, dan kental sekali, lembek, keras, dan keras sekali. Monogliserida yang keras sekali ternyata masih bisa dilarutkan dengan THF, tapi dengan waktu yang lama dan ada kekuatan rekat yang bagus.
- Komposisi yang dicapai untuk menghasilkan adonan polioli yang lengket (lembek), atau kemungkinan bisa dibuat lengket adalah *monogliserida* 7,2 - 31,2 gram, *Xylene* 1,5 - 4,5 gram, *maleat anhidride* 14,9-29,6 gram, suhu proses 120°-130° C, dan waktu proses 2-5 jam.

DAFTAR RUJUKAN

- Benardini, E., 1985. *Vegetable Oil and Fats Processing*, vol 11, Interstampa Italy pXXXXXX.
- Bhabhe, MD. dan Athawale, V. D., 1998, *Chemoenzymatic Synthesis of Urethane Oil Based on Special Functional Group Oil*, J. Applied

- Polymer Sciences No. 69, hal 1451–1458.
- Flory, J., 1969. *Principles of Polymer Chemistry*, Cornell University Press, London.
- Hartounian, H., Floeter, E., Kaler, E. W. dan Sandler SI., 1991. *Effect of Temperature on the Phase Equilibrium of Aqueous Two Phase Polymer System* AI Che JURNAL 39,12.1976-1984.
- Hepburn, C., 1982. *Polyurethan elastomer*, Applied Science Publishers. New York, hal 355–359.
- Kirk, R. E. dan Othmer, D. F., 1979. *Encyclopedie Of Chemical Technology*, Vol. 3, hal. 238 -244.
- Markley, K. S., 1947. *Fatty Acids, Their Chemistry and Physical Properties*, Interscience Publisher, New York, hal 293 – 301.
- Puppung, P., L., 1985. *Beberapa Minyak Nabati yang Memiliki Potensi Sebagai Bahan Bakar Alternatif untuk Minyak Diesel*, Lembaran Publikasi Lemigas, 4, hal 34-35.
- Stockmayer, W. H., 1951. *Molecule Weight Distribution of Polycondenzation*, Jurnal Polymer Science, 1, hal 69-71.