

RANCANGAN MEKANIK SYSTEM PENGOLAH AIR GAMBUT MENGGUNAKAN PEMBUATAN DAN PEMURNIAN MONOGLISERIDA DARI HASIL REAKSI GLISEROLISIS CPO SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN POLIURETAN

Geni Rosita
Pustekroket LAPAN
E-mail: genirosita@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan beberapa tahap, dimulai dari tahap suatu polimerisasi menghasilkan suatu adonan yang terdiri dari dua lapis yaitu cair dan kental. Lapisan yang kental merupakan campuran Trigliserida dan Monogliserida yang selanjutnya dilakukan pemisahan, dimana metoda pemisahan yang baik hasilnya lebih bagus adalah dengan metoda kolom. Monogliserida yang didapat memiliki rantai pendek dan diolah menjadi, Poliepoxy, Polialkid, Poliacid. Agar diperoleh bahan dasar untuk mendapatkan Poliuretan yang berfungsi sebagai *fuel binder* masih diperlukan upaya untuk memperpanjang rantai Monogliserida. Dengan memperpanjang rantai akan diperoleh Poliuretan sebagai *fuel binder* yang ditunjukkan pada panjang gelombang 2273 cm^{-1} (hasil analisa dengan FTIR) dengan melakukan uji kualitas Poliuretan didapatkan kuat tarik 3300 psi, kemuluran = 75%, kekerasan = 72 Short A. kuat rekat *steel* >< *steel* = 27 (Lbi), karet >< karet = 12 (Lbi) dan Al >< Al 25 (Lbi). Untuk daya rekat pada suhu tinggi perlu perbaikan mutu Poliuretan dengan memperpanjang rantai Monogliserida.

Kata Kunci: Monogliserida, Gliserolisis, Poliuretan, CPO, Polimerisasi

Abstract

This research carried out in several stages, from the polymerization process which produces dough which consists of two layers of the layer of liquid and viscous. The mixture is separated, then retrieved a thick which is a mixture of triglycerides, diglycerides and monoglycerides. The process of separating the best method is to use the column. Monoglycerides obtained had a short chain and processed into polyepoxy, polyalkyd and polyacid. Efforts to extend the chain as a raw material to obtain a polyurethane binder that serves as fuel. By extending the chain obtained polyurethane as of fuel binder are shown at a wavelength of 2273 cm^{-1} (results of analysis by FTIR), to test the quality of the polyurethane obtained tensile strength of 3300 psi, elasticity 75%, hardness 72 Short A, strong adhesion to steel vs steel = 27 Lbi, rubber vs rubber = 12 Lbi and Al vs AL 25 Lbi. For adhesion at high temperatures need to improve quality of polyurethane by extending the chain monoglycerides.

Keywords: Monoglycerides, gliserolisis, polyurethanes, CPO, polymerization

1. PENDAHULUAN

Indonesia saat ini adalah salah satu negara penghasil kelapa sawit terbanyak di dunia, lebih dari 50% dari hasil digunakan untuk kebutuhan dalam negeri dan merupakan komoditi ekspor nasional non migas yang terbesar dibidang agro industri. Produk ekspor minyak kelapa sawit melebihi 50 %, sisanya diekspor berupa minyak kelapa sawit mentah yang belum diolah yaitu berupa CPO dengan nilai ekonomi yang sangat rendah. Sementara turunan turunan dari minyak kelapa sawit banyak yang dapat diolah untuk dimanfaatkan dalam industri dalam negeri seperti untuk industri makanan dan kosmetik dengan nilai ekspor yang tinggi. Untuk itu perlu dilakukan penelitian yang dapat memanfaatkan CPO selain untuk kebutuhan sendiri juga untuk menaikkan nilai jualnya dan meningkatkan ekonomi negara.

Monogliserida dan Digliserida merupakan salah satu produk diversifikasi minyak dengan nilai ekonomi yang relatif tinggi dan mempunyai prospek pasar yang cukup tinggi dan cerah pada era pasar global. Hal ini disebabkan karena Monogliserida dan Digliserida banyak dibutuhkan pada industri makanan, farmasi, kosmetik dan sebagai surfaktan atau bahan emulsifier. Monogliserida yang mempunyai

dua gugus *hidroksilbila* direaksikan dengan gugus isosianat akan membentuk poliuretan. *Monogliserida* dapat diolah dari minyak kelapa sawit mentah atau *Crude Palm Oil (CPO)*.

Minyak kelapa sawit mentah atau CPO merupakan *Trigliserida* yang tidak memiliki gugus alkohol, sehingga perlu perlakuan awal. Bahan baku yang memiliki sifat rekat dari CPO untuk perekat poliuretan adalah *Monogliserida*. *Monogliserida* dalam industri dapat digunakan sebagai bahan makanan dan untuk bahan baku kosmetik.

Minyak kelapa sawit merupakan *Trigliserida* yang bila direaksikan dengan gliserol akan menghasilkan campuran *Digliserida* dan *Monogliserida* dalam bentuk kesetimbangan, dimana *Monogliserida* mempunyai dua gugus OH sehingga dapat berfungsi sebagai polioliol pengganti HTPB, dan *Digliserida* memiliki satu gugus OH, maka dari itu hasil reaksi yang diinginkan adalah hasil reaksi dengan jumlah *Monogliserida* yang dominan yang akan di gunakan untuk membuat *poliuretan*.

LAPAN sebagai lembaga Penelitian dan Pengembangan teknologi dirgantara dalam pengembangan peroketan secara khusus memerlukan bahan polimer untuk digunakan sebagai *fuel binder* dan liner propelan roket padat.

Selama ini LAPAN menggunakan *fuel binder* poliuretan yang merupakan hasil reaksi HTPB dan TDI, dimana HTPB sebagai polioliol sulit untuk diperoleh, dikarenakan barang impor dengan harga yang mahal maka dari itu perlu mencoba mengelola CPO yang bahannya banyak dan mudah didapat di tanah air sendiri yaitu dengan cara *gliserolisis* CPO

Berdasarkan literatur, standar minyak kelapa sawit yang dapat dilakukan reaksi *gliserolisis* adalah yang kadar airnya 1% dengan katalis basa. Minyak kelapa sawit mentah atau CPO merupakan *Trigliserida* dari *ester* asam *oleat*, *palmitat*, dan beberapa asam lain berbentuk campuran yang tidak dapat bereaksi langsung dengan *poliisosianat* untuk membentuk satu gugus hidroksil poliuretan. Namun demikian dengan reaksi *gliserolisis* CPO akan menghasilkan campuran *Monogliserida* yang memiliki dua gugus hidroksil (OH), *Digliserida* yang memiliki satu gugus *hidroksil* (OH) dan *gliserol*. Apabila dipisahkan *Monogliserida* dapat berfungsi sebagai polioliol pengganti HTPB.

Monogliserida memiliki rantai yang pendek, untuk memperpanjang rantai bisa diatur dengan proses transesterifikasi. Selain sebagai *fuel binder* propelan dan liner untuk liner propelan pada motor roket poliuretan merupakan perekat logam – *elastomer* / karet yang tahan pada suhu tinggi yang sekarang juga masih diimpor. Karena penelitian tentang poliuretan yang dilakukan di Indonesia masih sebatas keperluan industri dan kebutuhan alat-alat rumah tangga.

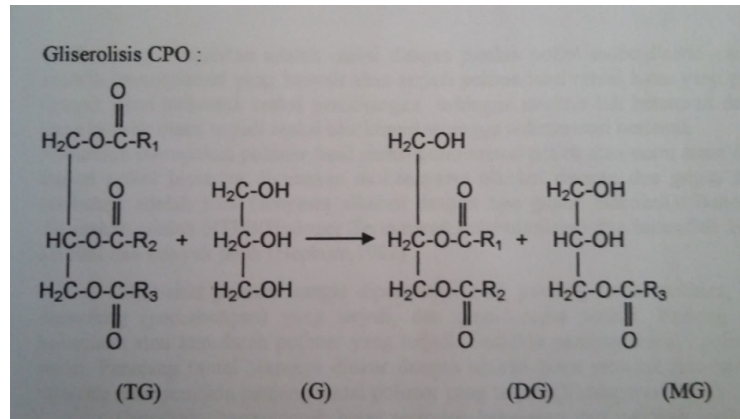
Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan *Monogliserida* yang banyak dari pengolahan CPO, dimana bila *monogliserida* direaksikan dengan TDI akan menghasilkan poliuretan yang dapat digunakan untuk *fuel binder* propelan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Selama ini poliuretan dibuat dengan menggunakan bahan baku polioliol dan isosianat yang diproduksi secara komersial dari produk petro kimia /minyak bumi. Minyak bumi merupakan bahan baku yang belum terbarukan yang cadangannya semakin menipis, sehingga perlu dilakukan usaha penelitian untuk mencari bahan pengganti. Telah banyak dilakukan penelitian oleh para peneliti tentang pembuatan poliuretan dari minyak nabati, seperti dengan minyak jarak, minyak nilam dll, dan hasilnya bervariasi.

Banyak hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak jarak, minyak kedelai, minyak sawit mentah serta minyak nabati terhidroksilasi dan asam lemak terhidroksilasi dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam sintesa poliuretan dimana proses *hidroksilasi* dapat meningkatkan jumlah jumlah gugus hidroksil reaktif.

Untuk poliuretan sesuai dengan kebutuhan LAPAN, dicoba membuat poliuretan dari minyak kelapa sawit kasar atau mentah (CPO). Dengan reaksi *gliserolisis* CPO akan menghasilkan campuran *Monogliserida* yang memiliki dua gugus *hidroksil*, *Digliserida* yang memiliki satu gugus hidroksil dan *gliserol*, seperti pada Gambar 2-1.



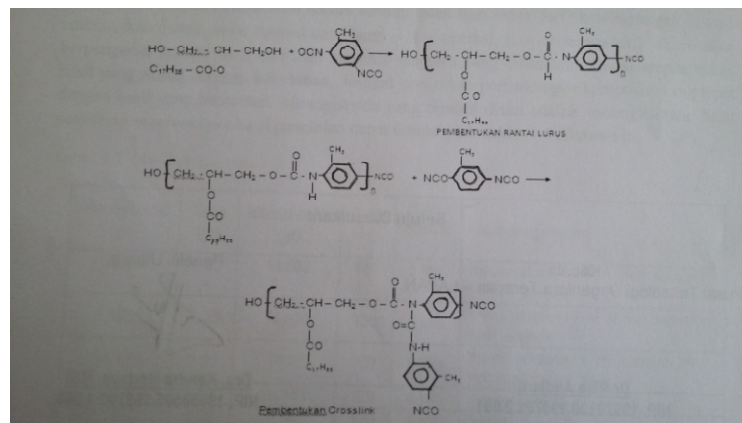
Gambar 2-1. Reaksi gliserolisis CPO membentuk Monogliserida[12][14].

Monogliserida dapat diproduksi secara sintesis dan dapat juga dengan pemecahan *Trigliserida*. *Monogliserida* pada minyak kelapa sawit adalah asam lemak dengan rantai tunggal atau pendek, sebagian besar *Monogliserida* dan trigliserida dalam industri dapat diproduksi dengan proses *gliserolisis* dengan suhu reaksi yang tinggi. Pada minyak kelapa sawit atau CPO yang telah diproses secara *gliserolisis* didapat hasil berupa campuran *Monogliserida*, *Digliserida*, dan *Trigliserida*, dimana masing-masing komponen berpengaruh kepada hasil reaksi, oleh karena itu perlu dilakukan proses pemisahan.

Dengan adanya gugus hidroksil pada *Monogliserida* dapat bereaksi dengan isosianat membentuk poliuretan. yang dapat digunakan sebagai *fuel binder*. Pada penelitian ini CPO diolah menjadi *Monogliserida* untuk pengganti HTPB sebagai polioli pada pembuatan poliuretan untuk *fuel binder* propelan.

Dengan demikian secara teori minyak kelapa sawit dapat diolah untuk bahan pembuatan poliuretan sebagai *fuel binder* propelan, sehingga akan diperoleh *fuel binder* dan perekat dengan biaya yang sangat murah, dan bahan bakunya mudah diperoleh.

Sifat mekanik dan sifat fisik suatu polimer yang digunakan sebagai binder propelan sangat dipengaruhi oleh panjang rantai, *crosslink* (ikatan silang), dan *branching* (percabangan) yang terjadi [10][17]. Panjang rantai berpengaruh terhadap kekentalan atau kepadatan polimer yang terbentuk. Semakin panjang rantai, polimerakan semakin kental atau padat[9][16]. Panjang rantai biasanya diukur dengan ukuran berat molekul rata-rata, semakin tinggi berat molekul rata-rata akan semakin panjang rantai polimer yang terbentuk[12][13][14].



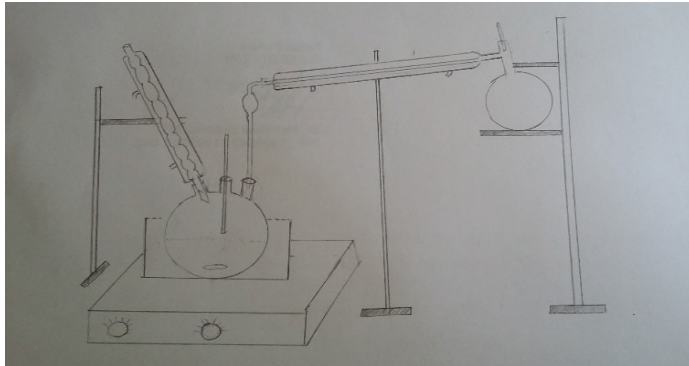
Gambar 2-2. Pembentukan rantai polimer.

Crosslink berpengaruh besar terhadap kekerasan dan rigiditas suatu polimer, semakin besar *crosslink* yang terjadi, struktur polimer semakin rapat sehingga semakin kuat. *Crosslink* terjadi karena adanya gugus

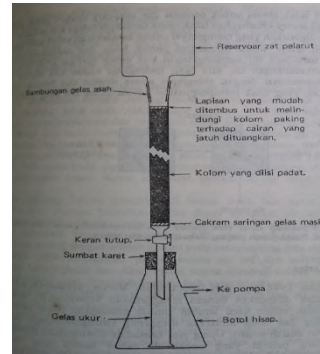
isosianat yang berlebihan sehingga bereaksi dengan gugus uretan. Parameter yang dapat digunakan sebagai ukuran banyaknya terbentuk *crosslink* adalah derajat *crosslink* dan derajat kristalinitas, percabangan akan terjadi dengan adanya triisosianat.

3. METODOLOGI

A. Alat-alat



Gambar 3-1. Rangkaian alat polimerisasi CPO



Gambar 3-2. Kromatografi kolom[11]



Gambar 3-3. Alat pengukur kekerasan



Gambar 3-4. Alat FTIR.

B. Bahan bahan

1. CPO
2. Minyak goreng
3. Gliserol
4. Kloroform
5. Benzene
6. Diethyl eter
7. Phethalat anhidrid
8. Piridin
9. Natrium oksida
10. Silikagel
11. TDI
12. Butandiol
13. Triisosianat (*desmodur*)
14. Sodium methilat
15. Dibutil amin

Cara kerja :

1. Pembuatan sampel *Monogliserida* dari CPO yang sudah dilakukan pada penelitian sebelum ini secara *gliserolisis* yaitu dengan proses polimerisasi CPO dengan pelarut *Piridin* dan *phethalat anhidrid* selama 8 jam pada suhu 115°C pada labu leher tiga yang telah dilengkapi dengan pengaduk magnetik dan pendingin balik thermometer.
2. Masukkan berturut turut kedalam labu leher tiga, CPO, gliserol, sodium metilat dan pelarut piridin. Lakukan pengadukan dan pemanasan selama 6 jam lalu didinginkan akan terbentuk dua lapisan cair dan endapan padat. Ambil yang padat lakukan penguapan pelarut dengan pemanasan oven selama 2 jam untuk di pisahkan komponennya dengan metoda kromatografi kolom dan ekstrasi pelarut.
3. Pemisahan dengan metoda kromatografi kolom yaitu dengan melarutkan *silikagel* dengan *kloroform* masukkan kedalam kolom, pelarut *kloroform* digunakan untuk menarik *gliserol* bebas dalam campuran. Masukkan larutan *gliserid* CPO lalu keluarkan larutan *kloroform* dari kolom. Lalu masukkan pelarut *benzene* kedalam kolom, atur keluaran aliran 2 ml/menit, *Trigliserida* akan larut dalam *benzen*. Ganti pelarut *benzene* dengan *dietil eter* untuk menyerap *Digliserida*, dan pelarut *dietil eter* digunakan untuk mengambil *Monogliserida*.
4. Pemisahan dengan ekstrasi pelarut dengan volumetri yaitu dengan pengocokan pelarut selama 1 jam dan lakukan berulang kali untuk mendapatkan hasil yang murni atau bersih dengan menggunakan *dietil eter* sebagai pelarut.
5. Analisis dengan alat *Gas Chromatografi Mass Spetrometry* (GC-MS) dan FTIR.
6. Membuat poliuretan dari *Monogliserida* yang didapat dari hasil polimerisasi CPO dalam sebuah reaktor *batch* berpengaduk kapasitas 1 L yang bebas udara dengan mengalirkan gas nitrogen yang dilengkapi dengan pengadukan dan termometer pada suhu 80°C .
7. Kemudian masukkan berturut turut *toluene* sebagai pelarut, *Monogliserida*, TDI, *Desmodur* dan 1.4 BD lakukan pengadukan pada suhu yang telah ditentukan selama 1 jam, reaksi dihentikan dengan mematikan pemanas dan menghentikan pengadukan, tambahkan larutan dibutil amin (yang dibuat dengan melarutkan 300g dibutil amin pada 700ml THF) untuk dianalisis kadar isosianatnya.
8. Polimer yang terbentuk dituang kedalam cetakan dan dioven untuk menghilangkan pelarut *toluene* yang tersisa selama 3 jam.
9. Analisa *spectrum poliuretan* yang terbentuk dengan alat FTIR yaitu pada panjang gelombang 2273 cm^{-1} . Hasil reaksi polimerisasi dihilangkan toluennya dengan cara degassing selama 1 jam maka didapat poliuretan lalu lakukan uji gugus dengan FTIR.
10. untuk menguji kualitas poliuretan yang didapat dilakukan uji kuat rekat dan kuat tarik yaitu dengan cara pemanasan poliuretan yang terbentuk.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan polimerisasi CPO dengan piridin selama 6 jam didapat hasil berupa campuran dua lapis yaitu cair dan semi padat, yang semi padat berupa campuran *Monogliserida*, *Digliserida* dan *Trigliserida*. Untuk mendapatkan *Monogliserida* yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan dilakukan pemisahan komponen dengan metoda kromatografi kolom, diperoleh hasil seperti Tabel 4-1 s/d 4-3.

Tabel 4-1. Hasil analisa dengan kromatografi kolom

CPO	Trigiserida (%)	Digliderida (%)	Monogiserida (%)
1	27.58	33.09	34,79
2	30.03	29.09	33.04
3	37.38	26.00	36.40
4	37.00	28.87	32.10
5	29.17	30.04	34.73

Tabel 4-2. Hasil analisa dengan ekstraksi pelarut

CPO	Trigliserida (%)	Digliserida (%)	Monogliserida (%)
1	26.90	35.57	30.84
2	28,28	6.03	28.73
3	30.07	8.79	30.19
4	33.83	3.80	28.48
5	45.76	9.13	29.17

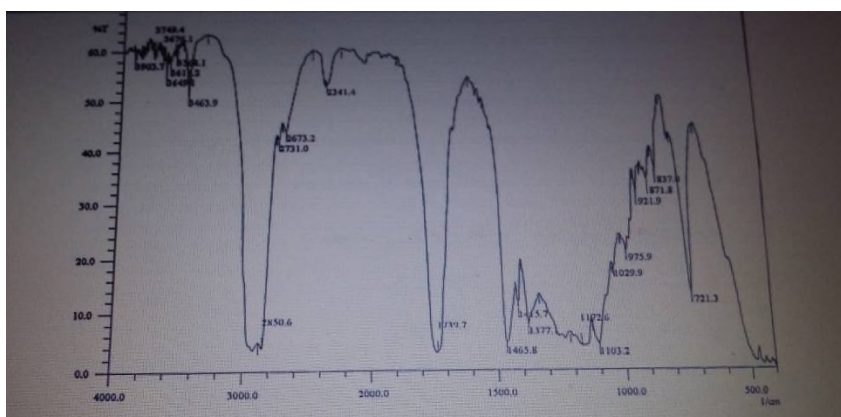
Tabel 4-3. Hasil analisa dengan alat GC- MS

CPO	Trigliserida (%)	Digliserida (%)	Monogliserida (%)
1	27.65	34.7	36.93
2	32.00	35.45	30.23
3	33.17	37.99	22.87
4	31.36	35.08	29.08
5	33.79	33,16	32.84

Pemisahan ini dilakukan untuk mengetahui kadar masing-masing yang terkandung, karena dominan masing-masing komponen akan mempengaruhi hasil reaksi pada pembuatan poliuretan yaitu dimana bila *Monogliserida* yang banyak maka polimer yang terbentuk dengan rantai yang pajang dan lurus[3][5][8]. *Monogliserida* yang didapat dari proses *gliserolisis* memiliki dua gugus *hidroksil*, bila direaksikan dengan TDI didapat hasil berupa poliuretan.

Pada pemisahan dengan metoda ekstrak pelarut adalah metoda sangat sederhana, dengan biaya sangat murah yaitu dengan memakai corong pemisah hasil yang didapat masih belum bersih dan masih ada kotoran lain.

Untuk memastikan keberhasilan penelitian ini dapat dilakukan analisa *Monogliserida* dan poliuretan yang terbentuk dengan analisa FTIR sebagai alat analisa untuk mengidentifikasi gugus pada suatu senyawa organik dimana setiap serapan pada pajang gelombang tertentu menggambarkan adanya suatu gugus fungsi yang spesifik[1][3][9].

**Gambar 4-1. Hasil analisa *Monogliserida* dengan FTIR [laporan penelitian 2003]**

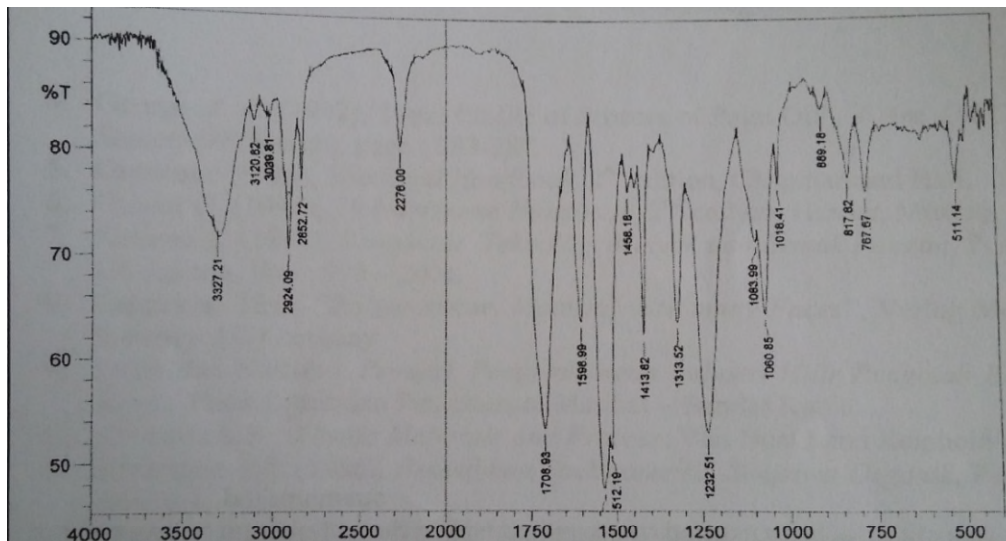
Dilihat dari spectrum hasil analisa FTIR untuk *Monogliserida* dapat dilihat puncak-puncak serapan pada daerah bilangan gelombang 721 cm^{-1} menunjukkan vibrasi *rocking* dari $(\text{CH}_2)_n$ untuk $n > 4$.

Untuk puncak serapan pada daerah bilangan gelombang 1739 cm^{-1} , menunjukkan adanya gugus $\text{C}=\text{O}$ ester, disini terlihat puncak serapan tidak begitu tajam karena *Monogliserida* yang terbentuk bukan dari satu jenis molekul, melainkan lebih dari satu jenis molekul dan dapat juga disebabkan karena asam

lemak dari minyak sawit bukan asam lemak tunggal, tetapi terdiri dari beberapa jenis lemak. Puncak serapan pada bilangan gelombang 1172 cm^{-1} sampai 1029 cm^{-1} merupakan vibrasi C-O-C dari ester. didukung oleh puncak serapan pada bilangan gelombang 1465 cm^{-1} sampai 1377 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus metil dan gugus metilen.

Pada puncak serapan dengan bilangan gelombang 3568 cm^{-1} sampai bilangan gelombang 3463 cm^{-1} adalah vibrasi dari gugus OH. Hasil rekaman spectrum tidak begitu tajam karena terbentuk ikatan Puncak serapan pada bilangan gelombang 2850 cm^{-1} merupakan vibrasi *stretching* CH – sp^3 yang didukung oleh puncak serapan pada bilangan gelombang 1465 cm^{-1} sampai 1377 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus metil dan gugus metilen.

Pada puncak serapan dengan bilangan gelombang 3568 cm^{-1} sampai bilangan gelombang 3463 cm^{-1} adalah vibrasi dari gugus OH. Hasil rekaman spectrum tidak begitu tajam karena terbentuk ikatan *hydrogen* pada gugus hidroksil antara molekul *Monoglisericida* dalam senyawa tersebut, sehingga gugus OH yang vibrasinya tidak begitu melebar menunjukkan bahwa *Monoglisericida* yang dihasilkan membentuk ikatan *hydrogen* pada gugus gugus hidroksil antara molekul – molekul *Monoglisericida* dalam senyawa tersebut, sehingga gugus OH tidak bebas secara total melakukan vibrasi.



Gambar 4-2. Hasil analisa hasil reaksi *Monoglisericida* + TDI (*poliuretan*) dengan FTIR [laporan penelitian 2003]

Untuk Gambar 4-2, yaitu dapat dilihat bilangan gelombang sekitar 2273 cm^{-1} menunjukkan terjadinya poliuretan[3][4][7]. Disini dapat kita buktikan bahwa *Monoglisericida* dari hasil polimerisasi CPO direaksikan dengan TDI menghasilkan poliuretan.

Monoglisericida dari CPO yang memiliki dua gugus hidroksil bereaksi dengan TDI (*Toluendiisosianat*) membentuk poliuretan. Reaksi yang diinginkan adalah reaksi dengan jumlah *Monoglisericida* yang banyak untuk mendapatkan polimer dengan rantai yang lurus dan panjang, bila gliserida yang banyak akan terbentuk rantai percabangan sehingga struktur tidak beraturan dan kerosok bila direaksikan dengan TDI, jika *Diglisericida* yang banyak akan terjadi reaksi *bloking* sehingga polimerisasi akan terhenti. Sebagaimana yang terlihat pada Gambar 2-2[11][12].

Setelah *Monoglisericida* diambil dari hasil polimerisasi CPO, untuk mendapatkan poliuretan dilakukan reaksi dengan *Toluendiisosianat*, hasil reaksi berupa poliuretan dan dilakukan uji kuat tarik, kemuluran dengan alat tensilemeter LR 120R, kekerasan, uji ketahanan tekanan dan uji kuat rekat yang didapat hasil seperti Tabel 4-4 di bawah ini.

Tabel 4-4. Hasil uji kualitas poliuretan yang terbentuk

No.	HASIL	
1	Kuat tarik	3300 psi
2	Kemuluran	75 %
3	Kekerasan	72 (Shore A)
4	Kuat tekanan pada suhu 25 ⁰ C	12 (Lbi)
5	Kuat rekat steel >< steel pada suhu 100 ⁰ C	27 (Lbi)
6	Kuat rekat karet >< karet pada suhu 100 ⁰ C	12 (Lbi)
7	Kuat rekat Al >< Al pada suhu 100 ⁰ C	25 (Lbi)
8	Kuat rekat steel >< steel pada suhu 150 ⁰ C	24 (Lbi)
9	Kuat rekat karet >< karet pada suhu 150 ⁰ C	25 (Lbi)
10	Kuat rekat Al >< Al pada suhu 150 ⁰ C	10 (Lbi)

Untuk hasil uji kuat tarik, kemuluran dan kekerasan bisa diatur sesuai dengan kebutuhan karena ini hanya menyangkut kepada komposisi dari masing - masing bahan baku yang diperoleh[5][8][13]. Untuk uji rekat pada suhu tinggi masih dibutuhkan perbaikan kualitas poliuretan yang di dapat dengan meningkatkan jumlah hasil *Monogliserida* dan memperpanjang rantai *Monogliserida* untuk menaikan berat molekul polimer yang terbentuk karena pada suhu di atas 150⁰C untuk uji rekat poliuretan yang diperoleh jadi meleleh berarti titik lelehnya masih rendah.

5. KESIMPULAN

CPO dapat diolah menjadi poliuretan yaitu dengan memproses CPO terlebih dahulu secara proses *gliserolisis* pada suhu tinggi dari hasil *gliserolisis* didapat *Monogliserida* yang bila direaksikan dengan toluene diisosiyanat akan menghasilkan poliuretan. Dengan analisa FTIR.*Monogliserida* yang di dapat dari proses *gliserolisis* CPO, dapat bereaksi dengan *toluendiisosiyanat* membentuk poliuretan. Dengan melihat hasil analisa *Monogliserida* yang lebih banyak, sebaiknya dipakai metoda pemisahan dengan kromatografi kolom dan GC-MS karena pada pemisahan ekstrak pelarut memerlukan tenaga yang kuat, waktu yang lama dan hasilnya juga masih banyak tersisa, yang bercampur dengan kotoran. Uji kuat rekat poliuretan pada suhu dibawah 200⁰C sudah bisa di gunakan, tetapi untuk suhu tinggi belum memenuhi persyaratan karena waktu pengujian pada suhu diatas 150⁰C poliuretan yang terbentuk meleleh dan perlu perbaikan mutu poliuretan yang dihasilkan yaitu dengan memperpanjang rantai *Monogliserida* supaya polimer yang terbentuk lebih kuat dengan rantai yang panjang.

SARAN:

Sebaiknya mutu *Monogliserida* ditingkatkan dengan memperpanjang rantai dengan proses *polialkid*, *poliacid* dan *poliepoksi* supaya diperoleh mutu poliuretan dengan rantai yang lebih panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LAPAN yang telah membiayai penelitian ini dan kepada teman-teman yang tergabung dalam tim penelitian, yaitu : Bpk. Ahmad Yani, Ibu Estiningsi dan Bpk. Dr. Heri Budi Wibowo.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Anonim, 2013, *Spektrofotometer InfraTransformasi Fourier*.
http://id.wikipedia.org/wiki/Spektrofotometer_Inframerah_Transformasi_Fourier
- 2) Budi, F.S., 2002, *Pengaruh Rasio TDI/Poliol Minyak goreng bekas dengan Penambahan Etylen glikol terhadap kekuatan tekanan Poliuretan Aplikasi*, Teknik Kimia Institut Teknologi sebelas November, Surabaya.

- 3) Dey,A., Md.Abdul Shafeeuulla K., Javaial A.Arunkanti S., Santanu C., 2015, *Effect of Mikrostruktur on HTPB –Based Polyurethane (HTPB- PU)*, JOURNAL OF Materials Science and Engineering B. 5(3-4).
- 4) Guarta I.Ketut, Mifta, Anas., 2013, *Pengembangan Industri Crude Palm Oil Berkelanjutan Dengan Menggunakan Model GEO – Spatial Multi Creteria Description Analisis* Jurnal Bumi Lestari Vol,13 No.1. Februari 2013.
- 5) Flora Elvistia Firdaus., 2014, *Synthetsis and Characterization of Soy-Based Polyurethane Foam with Utilization of Ethylene Glycol in Polyol* Makara journal Technol.18/1 (2014) 11-16 doi: 10.7454/mst.v 18i1.2937.
- 6) Harjono, Purwatiningsi,Sugita, Zainaldi.,2012, *Sintesis Polioliol Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Poliuretana Berbasis Minyak Jarak*, Seminar Nasional .V. ISBN 978-979-95093-8-3. Institut Pertanian Bogor.
- 7) HearonK. Gall K.Ware T, al Post, 2011, *Polymerization Crosslinked Polyurethane Shammemories polymer*. Journal of Appliel Polymer Science 2011.
- 8) Javni I, Hong DP., Petrovic,ZS., 2013, *Polyurethanes from Soybean Oil, Aromatic and Cycloaliphatic Diaminnes* by Non Isosianate Route.
- 9) Mishara,A.k.,Chattopadhyay,D.k., Sreedhar B andRajus KVS., 2006, *FTIR and XPSStruktur of Polyurethane –urea- imade coating J, Prog ,Orga coat 55-2006*.
- 10) Mahanta, Abhay K dan Pathak, Dvendra D., 2012, *HTPB Polyurethane:AVersatile Fuel Binder for Composite Solid Propellant*, [http:// www .intechopen.com/books /polyurethane /htpb-polyurethane-a-versatile- fuel binder- for-composite-solid-propellant](http://www.intechopen.com/books/polyurethane/htpb-polyurethane-a-versatile-fuel-binder-for-composite-solid-propellant).
- 11) R.A.Day,JR./ A.I. underwood.,1983, *Analisa Kimia Kuantitaftifedisi ke 4* 1983.
- 12) Rosita,Geni, 2010, *Menentukan Persentase Triglisericid, Monoglisericida dan Gliserid Dari Hasil Raksi Alkoholosis* . Proseding SIPTEKGAN .XIV-2010 ISBN. 978-979-1458-42-9.
- 13) Rosita,Geni, 2010, *Pembuatan polialkid untuk memperpanjang rantai Monoglisericida* Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara Vol.5 No.2 juni 2010. ISSN .1907-0713.
- 14) Rosita Geni, 2011, *Aplikasi Polimerisasi Minyak kelapa Sawit mentah (CPO) Sebagai Perekat Liner dan Fuel binder Propelan Komposit*. MajalahSains Tehnologi Dirgantara VOL.6 NO.3 september 2011.
- 15) Sudjadi,1982, *Penentuan struktur senyawa organic*, Ghalia Indonesia Jakarta timur.
- 16) Tillet,Guillaumr; Boutevin, Bernard dan Ameduri, Bruno., 2011, *Chemical reaction of polymer crosslinking and post – crosslinkingat room and medium temperature*, Progressin Polymer Science 36 (2011)
- 17) Tetsuya Kogiso, Shinaschi Snoue, 2011, *Synthesis and Proerties of elastic Poliurethane*, Journal of Applied Polymer Science 2011.