

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI POLIURETAN DARI
METILEN -4,4'- DIFENILDIISOSIANAT (4,4'-MDI) :
POLIETILEN GLIKOL 400 (PEG 400) : MINYAK KELAPA
DAN METILEN -4,4'- DIFENILDIISOSIANAT (4,4'-MDI) : 1,4-
BUTANADIOL : MINYAK KELAPA**



**Skripsi
Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
Untuk Memenuhi Sebagian Prasyarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Srata Satu Sains
Program Studi Kimia**

DISUSUN OLEH:

**PRASETYA
NIM: 04630036**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2008**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prasetya

NIM : 04630036

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul, “Sintesis dan Karakterisasi Poliuretan dari Metilen-4,4’-Difenildiisosiyanat (4,4’-MDI) : Polietilen Glikol 400 (PEG 400) : Minyak Kelapa dan Metilen (4,4’-MDI) : 1,4-Butanadiol : Minyak Kelapa”, adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan duplikasi atau pun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* dan daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 5 Agustus 2008

Yang Menyatakan



Prasetya
NIM: 04630036



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1359/2008

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Sintesis Dan Karakterisasi Poliuretan Dari Metilen-4,4'-Difenildiisosiyanat (4,4'-MDI) : Polietilen Glikol 400 (PEG 400) : Minyak Kelapa Dan Metilen-4,4'-Difenildiisosiyanat (4,4'-MDI) : 1,4-Butanadiol : Minyak Kelapa

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Prasetya
NIM : 04630036
Telah dimunaqasyahkan pada : 4 Agustus 2008
Nilai Munaqasyah : A -

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Pedy Arsanti, M.Sc

Penguji I

Susy Yunita Prabawati, M.Si
NIP. 150293686

Penguji II

Imelda Fajriyati, M.Si
NIP. 150391494

Yogyakarta, 4 Agustus 2008
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dra. Haizer Said Nahdi, M.Si
NIP. 150219153

HALAMAN MOTTO

Dari Abu Hurairah, Nabi Muhammad SAW bersabda: “barang siapa yang berjalan di suatu jalan untuk menuntut ilmu pengetahuan, maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga.” (HR. Muslim)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya kecil ini, ku persembahkan untuk:

Ibuk, Bapak dan Adek-adek tercinta

serta

Almamaterku UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

KATA PENGANTAR



الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على اشرف الانبياء والمرسلين سيدنا
ومولانا محمد وعلي اله وصحبه اجمعين. رب اشرح لي صدري ويسر لي امري واحلل عقدة
من لساني يفقهو قولي. اما بعد

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Sang Maha Pencipta, sumber inspirasi dan kreasi, sumber segala suara kalbu yang mulia, sumber segala kebenaran, sumber segala ilmu pengetahuan, Sang Kekasih tercinta yang tak terbatas pencahayaan cahaya cinta-Nya, Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang senantiasa mencurahkan rahmat serta karunia-Nya. Berkat limpahan petunjuk dan hidayah-Nya, Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Sintesis dan Karakterisasi Poliuretan dari Metilen-4,4'-Difenildiisosianat (4,4'-MDI) : Polietilen Glikol (PEG 400) : Minyak Kelapa dan Metilen-4,4'-Difenildiisosianat (4,4'-MDI) : 1,4-Butanadiol : Minyak Kelapa."

Shalawat beserta salam penulis hadiahkan kepada Nabi Muhammad S.A.W figur manusia sempurna yang mesti kita jadikan teladan dalam mengarungi kehidupan di dunia, rasul yang diberi keutamaan membawa berita gembira serta menyempurnakan akhlak bagi seluruh umat manusia melalui ajaran Rukun Iman dan Rukun Islam yang terus terbukti keagungannya, beserta seluruh keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Dalam penyelesaian laporan ini telah banyak pihak yang membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung, baik moril maupun materil. Oleh karena itu penulis tidak lupa untuk mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas segala bimbingan dan bantuan dalam penulisan laporan ini. Semoga amal baik tersebut mendapat balasan dan limpahan karunia dari Allah. Sebagai rasa hormat dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Dra. Maizer Said Nahdi, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
2. Bapak Khamidinal, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
3. Ibu Susy Yunita Prabawati, M.Si. selaku Pembimbing Akademik Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
4. Bapak Dwiwarso Rubiyanto, M.Si. selaku Koorlab. Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UII.
5. Ibu Pedy Artsanti, M.Sc. selaku pembimbing skripsi yang memberikan kemerdekaan berfikir kepada penulis dengan penuh dedikasi dalam mencurahkan ilmu, waktu, perhatian, dan kesempatannya. Beliau senantiasa memberikan motivasi dan menguatkan penulis dalam penerapan "Art of syntesis".
6. Ibu Dr. Eli Rohaeti, M.Si. peneliti ahli poliuretan yang memberikan inspirasi, bahan kimia, dan ilmunya yang tiada ternilai.
7. Bapak dan Ibuk tercinta yang tiada kenal lelah memberi motivasi moril maupun materil, walaupun harus banting tulang dan bersibah keringat

untuk cita-cita putra tercinta. Berkat do'a, semangat, dan kasih sayang beliau penulis berkenan menyelesaikan skripsi ini.

8. Martha Dewa dan Prima Hadhi, adik-adik penulis, yang selalu mengingatkan dikala lupa dan memberikan dukungan yang tiada ternilai.
9. Hani Amaria, teman berkeluh kesah dan berbagi wawasan, dengan sepenuh hati terus mendukung dan memberi saran-saran yang begitu berharga, serta selalu membangkitkan semangat penulis untuk terus berkarya.
10. Seluruh Dosen Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang mengikhhlaskan ilmunya ke pada penulis.
11. Mas Cecep dan Pak Dwi, laboran UII, yang selalu memberikan kemudahan dalam penelitian penulis.
12. Mas Ali, Bayu, Alpin, dan teman-teman dari UNY yang selalu murah hati diminta pendapat dan bantuannya.
13. Komunitas Asrama Tanjung Raya Yogyakarta, teman bercanda, bertukar cerita, dan tempat mengadu di kala susah dan senang di perantauan.
14. Semua orang yang begitu banyak memberikan inspirasi baik secara langsung atau tak langsung namun belum penulis cantumkan namanya. Penulis ingin memberikan penghargaan dan rasa terima kasih yang tiada terhingga.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang mendukung dan membangun demi perbaikan

dari skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua serta bagi penulis khususnya, amin ya rabbal 'alamin.

Yogyakarta, 5 Agustus 2008

Penulis

Prasetya

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
ABSTRAK.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	2
C. Pembatasan Masalah.....	3
D. Perumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Kegunaan Penelitian	5

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

1. Poliuretan

- a. Metode dan Proses Sintesis Poliuretan 7
- b. Kegunaan Poliuretan 8
- c. Sumber Gugus Isosianat 9
- d. Sumber Gugus Hidroksil..... 11

2. Sifat-Sifat Polimer

- a. Ikatan Silang dalam Polimer 16
- b. Sifat Termal..... 18
- c. Sifat Mekanik..... 20

3. Karakterisasi Polimer

- a. Analisis Gugus fungsi dengan Spektrofotometer
Inframerah 21
- b. Pengujian Ikatan Silang 26
- c. Analisis Sifat Termal 26
- d. Analisis Sifat Mekanik..... 28

B. Penelitian yang Relevan..... 29

C. Kerangka Berfikir 30

D. Hipotesis Penelitian 32

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian..... 33

	B. Definisi Operasional Variabel.....	34
	C. Instrumen Penelitian	34
	D. Prosedur Penelitian	35
	E. Teknik Pengumpulan Data.....	40
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
	A. Hasil Penelitian	43
	B. Pembahasan.....	55
BAB V	PENUTUP	
	A. Kesimpulan	85
	B. Saran.....	86
	DAFTAR PUSTAKA	87
	LAMPIRAN.....	89

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Data Kimia dan Fisika 4,4'-MDI	10
Tabel 2.2. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa	14
Tabel 2.3. Data Kimia dan Fisika PEG 400	15
Tabel 2.4. Data Kimia dan Fisika 1,4-Butanadiol.....	16
Tabel 2.5. Data Puncak Serapan Karakteristik Poliuretan	25
Tabel 4.1. Massa Jenis Minyak Kelapa.....	43
Tabel 4.2. Interpretasi Gugus Fungsi Minyak Kelapa	44
Tabel 4.3. Sifat Fisik Poliuretan dari 4,4'-MDI dan Minyak Kelapa	45
Tabel 4.4. Sifat Fisik Poliuretan dari 4,4'-MDI : PEG 400 : Minyak Kelapa.....	46
Tabel 4.5. Sifat Fisik Poliuretan dari 4,4'-MDI : 1,4-Butanadiol : Minyak Kelapa.....	46
Tabel 4.6. Optimalisasi Variasi Proses <i>Curing</i> Poliuretan Berdasarkan Sifat Fisik	47
Tabel 4.7. Korelasi Serapan Poliuretan.....	51
Tabel 4.8. Derajat Penggembungan Poliuretan dengan Pelarut THF p.a.....	52
Tabel 4.9. Derajat Penggembungan Poliuretan dengan	
Tabel 4.10. Derajat Penggembungan Poliuretan dengan Pelarut Akuades....	53
Tabel 4.11. Data Sifat Termal Poliuretan Hasil Sintesis.....	55
Tabel 4.12. Uji Kekerasan Poliuretan	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Reaksi Pembentukan Poliuretan	8
Gambar 2.2. Struktur Metilen-4,4'-Difenildiisosiyanat (4,4 MDI)	10
Gambar 2.3. Struktur TDI, CDI, dan MHDI	11
Gambar 2.4. Reaksi Pembentukan Trigliserida	12
Gambar 2.5. Model Vibrasi dalam Ikatan Antar Atom	21
Gambar 2.6. Contoh Resonansi dalam Ikatan Kimia.....	25
Gambar 2.7. Alat DTA.....	27
Gambar 4.1. Spektra Inframerah Minyak Kelapa.....	44
Gambar 4.2. Spektra Inframerah Poliuretan dari 4,4'-MDI : Minyak Kelapa dengan Perbandingan 4:1	48
Gambar 4.3. Spektra Inframerah Poliuretan dari 4,4'-MDI : Minyak Kelapa dengan Perbandingan 3:2.....	49
Gambar 4.4. Spektra Inframerah Poliuretan dari 4,4'-MDI : PEG 400 : Minyak Kelapa dengan Perbandingan 6:3:1	49
Gambar 4.5. Spektra Inframerah Poliuretan dari 4,4'-MDI : 1,4-Butanadiol : Minyak Kelapa dengan Perbandingan 6:3:1	50
Gambar 4.6. Termogram Poliuretan dari 4,4'-MDI : PEG 400 : Minyak Kelapa.....	54
Gambar 4.7. Termogram Poliuretan dari 4,4'-MDI : 1,4-Butanadiol : Minyak Kelapa.....	54
Gambar 4.8. Mekanisme Reaksi Asetilasi Minyak Kelapa dengan Katalis Piridin	58
Gambar 4.9. Reaksi Pembentukan Gugus Uretan.....	59

Gambar 4.10. Reaksi Pembentukan Poliuretan dari 4,4'-MDI dan Minyak Kelapa	60
Gambar 4.11. Reaksi Pembentukan Poliuretan dari 4,4'-MDI : PEG 400 : Minyak Kelapa	62
Gambar 4.12. Reaksi Pelepasan CO ₂	63
Gambar 4.13. Reaksi Pembentukan Poliuretan dari 4,4'-MDI : 1,4-Butanadiol : Minyak Kelapa.....	64
Gambar 4.14. Mekanisme Pembentukan Gugus Uretan.....	73
Gambar 4.15. Mekanisme Pembentukan Gugus Alofonat.....	74
Gambar 4.16. Kemungkinan Ikatan Hidrogen pada Poliuretan	75
Gambar 4.17. Reaksi Pembentukan Ikatan Urea	75
Gambar 4.18. Mekanisme Pembentukan Ikatan <i>Biuret</i>	76
Gambar 4.19. Segmen Lunak 1,4-Butanadiol.....	83
Gambar 4.20. Segmen Lunak PEG 400	84

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Penentuan Massa Jenis Minyak Kelapa.....	89
Lampiran B. Spektra Inframerah.....	90
Lampiran C. Penentuan Bilangan Hidroksil Minyak Kelapa.....	94
Lampiran D. Karakterisasi Berdasarkan Bentuk Fisik.....	97
Lampiran E. Bagan Prosedur Penelitian	100
Lampiran F. Surat Bebas Laboratorium	107

ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISASI POLIURETAN DARI METILEN -4,4'- DIFENILDIISOSIANAT (4,4'-MDI) : POLIETILEN GLIKOL 400 (PEG 400) : MINYAK KELAPA DAN METILEN -4,4'- DIFENILDIISOSIANAT (4,4'-MDI) : 1,4-BUTANADIOL : MINYAK KELAPA

Oleh:
Prasetya
04630036

Pembimbing: Pedy Artsanti, M.Sc.

Sintesis poliuretan telah dilakukan dengan menggunakan monomer 4,4'-MDI : PEG 400 : minyak kelapa, dan 4,4'-MDI : 1,4-butanadiol : minyak kelapa pada perbandingan masing-masingnya adalah 6:3:1 (b/b). Variasi sumber hidroksil dilakukan guna menemukan faktor yang menentukan perbedaan sifat kimia dan fisika poliuretan.

Sifat kimia dan fisika yang diamati diantaranya adalah gugus fungsi karakteristik, keberadaan ikatan silang, sifat termal, dan sifat mekanik. Gugus fungsi karakteristik bertujuan untuk membuktikan bahwa poliuretan telah terbentuk dengan membandingkan serapan inframerah poliuretan standar. Keberadaan ikatan silang diamati dengan mengukur derajat pengembangan poliuretan hasil sintesis terhadap beberapa pelarut, yaitu tetrahidrofur (THF), amilum 6,5 %, dan akuades. Sifat termal yang dianalisis adalah suhu temperatur gelas (T_g) dan suhu dekomposisi (T_d) dengan alat *Differential Thermal Analysis* (DTA). Sifat mekanik yang diukur adalah tingkat kekerasan menggunakan alat *Shore A Durometer*.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui serapan inframerah poliuretan hasil sintesis memiliki korelasi dengan serapan inframerah standar, terutama pada serapan karakteristik poliuretan. Dari ke tiga jenis pelarut yang digunakan terdapat kecenderungan bahwa poliuretan yang disintesis dari 4,4'-MDI : PEG 400 : minyak kelapa memiliki rapatan ikatan silang yang lebih tinggi dibandingkan poliuretan yang disintesis dari 4,4'-MDI : 1,4-butanadiol : minyak kelapa pada perbandingan 6:3:1 (b/b). Suhu T_g dan T_d poliuretan yang disintesis dari 4,4'-MDI : PEG 400 : minyak kelapa lebih tinggi dibandingkan poliuretan yang disintesis dari 4,4'-MDI : 1,4-butanadiol : minyak kelapa pada perbandingan 6:3:1 (b/b). Namun, tingkat kekerasan poliuretan yang disintesis dari 4,4'-MDI : PEG 400 : minyak kelapa lebih rendah dibandingkan poliuretan yang disintesis dari 4,4'-MDI : 1,4-butanadiol : minyak kelapa pada perbandingan 6:3:1 (b/b).

Kata kunci: poliuretan, gugus fungsi, ikatan silang, sifat termal, dan sifat mekanik

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salah satu produk yang sangat berkembang dalam dunia industri adalah polimer. Jika polimer alam terbatas pada sifat kimia-fisika tertentu, sekarang manusia berusaha mengatasi keterbatasan tersebut dengan menciptakan polimer sintetik. Bahkan, keunggulan polimer alam yang mampu terdegradasi atau terurai secara alami sehingga relatif tidak mencemari lingkungan, sekarang direalisasikan juga pada beberapa polimer sintetik.

Salah satu produk polimer yang dikembangkan dalam dunia industri adalah poliuretan. Poliuretan merupakan polimer serba guna. Karena sifat kimia-fisika yang unik, maka poliuretan dikembangkan secara luas di berbagai dunia industri. Sifat elastis dan tidak mudah putus poliuretan dimanfaatkan dalam industri pelapis, busa, pembungkus, *furniture*, dan lain-lain. Poliuretan juga relatif tahan terhadap goresan, hal ini mengilhami pembuatan cat yang lebih berkualitas untuk dunia otomotif. Ketahanan terhadap panas (dalam batas yang wajar) digunakan sebagai bahan insulasi produk-produk elektronik. Selain itu, poliuretan tidak larut dengan minyak, sehingga bermanfaat dalam melapisi *eksterior* pada alat-alat mekanik, seperti rol untuk mencetak kertas.

Di Indonesia, poliuretan masih menjadi produk impor sehingga meningkatkan biaya produksi. Padahal Indonesia memiliki banyak industri yang memanfaatkan poliuretan, diantaranya industri kertas, elektronik, cat, dan lain-

lain. Untuk itu penelitian ini diharapkan dapat menemukan suatu alternatif pembuatan poliuretan dari bahan alam yang relatif lebih murah dan mudah untuk diperoleh.

Poliuretan dapat disintesis dari senyawa yang mengandung gugus isosianat (-NCO-) baik mono- maupun diisosianat dan gugus hidroksil (-OH) membentuk gugus uretan (-NHCOO-). Gugus isosianat diperoleh dari metilen-4,4'-difenildiisosianat (4,4'-MDI) yang merupakan senyawa isosianat aromatis yang banyak dikembangkan dan mudah diperoleh. Gugus hidroksil diperoleh dari minyak kelapa yang banyak diproduksi di Indonesia dan polietilen glikol 400 (PEG 400) serta 1,4-butanadiol.

Penelitian ini tidak akan lebih bermanfaat tanpa mengetahui pengaruh-pengaruh yang menentukan kualitas sifat kimia-fisika poliuretan yang dibutuhkan dalam dunia industri. Teknis, kondisi, dan proses pembuatan yang berbeda akan memberikan pengaruh signifikan bagi polimer yang disintesis. Untuk itu, penelitian ini juga berusaha melakukan tinjauan lebih mendalam untuk menemukan faktor-faktor yang menentukan sifat kimia-fisika terutama sifat termal dan mekanik poliuretan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, masalah yang dapat muncul dalam penelitian ini yaitu:

1. Lamanya waktu pengadukan campuran

2. Perbandingan variasi konsentrasi sumber gugus isosianat dari 4,4'-MDI dan sumber gugus hidroksil dari minyak kelapa
3. Perbandingan konsentrasi 4,4'-MDI : PEG 400 : minyak kelapa
4. Perbandingan konsentrasi 4,4'-MDI : 1,4-butanadiol : minyak kelapa
5. Temperatur dan lamanya proses *curing* hasil polimerisasi
6. Parameter sifat termal dan mekanik yang ditentukan dalam poliuretan hasil sintesis
7. Karakterisasi poliuretan hasil sintesis, meliputi analisis gugus fungsi, uji ikatan silang, sifat termal, dan sifat mekanik

C. Pembatasan Masalah

Untuk menghindari adanya penafsiran yang menyimpang dari permasalahan yang sebenarnya, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Reaksi polimerisasi dilakukan selama 60 detik
2. Variasi konsentrasi 4,4'-MDI dan minyak kelapa adalah 4:1, 3:2, 2:3, dan 1:1 (dalam b/b)
3. Variasi konsentrasi 4,4'-MDI : PEG 400 : minyak kelapa adalah 6:3:1 (dalam b/b)
4. Variasi konsentrasi 4,4'-MDI : 1,4-butanadiol : minyak kelapa adalah 6:3:1 (dalam b/b)
5. Proses *curing* dilakukan pada suhu 120 °C selama 3 jam dan 70 °C selama 4 jam

6. Sifat termal yang ditentukan adalah suhu transisi gelas (T_g) dan suhu dekomposisi (T_d), sedangkan sifat mekanik yang diuji adalah uji kekerasan poliuretan
7. Karakterisasi poliuretan meliputi analisis gugus fungsi dengan alat FTIR, penentuan ikatan silang melalui uji derajat pengembangan, analisis sifat termal dengan *Differential Thermal Analysis* (DTA), dan analisis sifat mekanik dengan alat *Shore A Durometer*

D. Perumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang telah dikemukakan di atas, maka masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi 4,4'-MDI dan minyak kelapa terhadap pembentukan poliuretan?
2. Bagaimana pengaruh sumber hidroksil antara PEG 400 : minyak kelapa dengan 1,4-butanadiol : minyak kelapa terhadap pembentukan poliuretan?
3. Bagaimana pengaruh perbedaan proses *curing* terhadap pembentukan poliuretan?
4. Apakah poliuretan hasil sintesis memiliki derajat pengembangan?
5. Bagaimana pengaruh variasi sumber hidroksil terhadap rapatan ikatan silang, sifat termal, dan sifat mekanik poliuretan hasil sintesis?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi 4,4'-MDI dan minyak kelapa terhadap pembentukan poliuretan
2. Mengetahui pengaruh sumber hidroksil antara PEG 400 : minyak kelapa dengan 1,4-butanadiol : minyak kelapa terhadap pembentukan poliuretan
3. Mengetahui pengaruh perbedaan proses *curing* terhadap pembentukan poliuretan
4. Mengetahui keberadaan ikatan silang dalam poliuretan hasil sintesis
5. Mengetahui pengaruh variasi sumber hidroksil terhadap rapatan ikatan silang, sifat termal, dan sifat mekanik poliuretan hasil sintesis

F. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya:

1. Pribadi
Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai cara sintesis poliuretan.
2. Mahasiswa
Menambah khasanah ilmu pengetahuan tentang penelitian kimia dan sebagai referensi dalam pembuatan laporan penelitian.
3. Lembaga
Menambah perbendaharaan arsip penelitian dalam bidang kimia polimer.

4. Masyarakat

Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai pemanfaatan 4,4'-MDI, PEG 400, 1,4-butanadiol, dan minyak kelapa sebagai bahan dasar pembuatan poliuretan yang berkualitas serta memiliki sifat termal dan mekanik tertentu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

6. Semakin tinggi konsentrasi 4,4'-MDI dibandingkan minyak kelapa akan menghasilkan poliuretan lebih keras namun rapuh.
7. Poliuretan yang disintesis dari 4,4'-MDI : PEG 400 : minyak kelapa (6:3:1) memiliki sifat fisik lebih liat dan halus dibandingkan poliuretan dari 4,4'-MDI : 1,4-butanadiol : minyak kelapa (6:3:1).
8. Proses *curing* pada suhu 70 °C selama 4 jam menghasilkan tekstur permukaan poliuretan yang lebih baik dibandingkan pada suhu 120 °C selama 3 jam .
9. Poliuretan yang disintesis dari 4,4'-MDI : PEG 400 : minyak kelapa (6:3:1) dan dari MDI : 1,4-butanadiol : minyak kelapa (6:3:1) memiliki ikatan silang.
10. Poliuretan yang disintesis dengan sumber hidroksil dari PEG 400 dan minyak kelapa memiliki rapatan ikatan silang lebih banyak, suhu Tg dan Td yang lebih tinggi, dan tingkat kekerasan lebih rendah dibandingkan dengan 1,4-butanadiol dan minyak kelapa.

B. Saran

Untuk menghasilkan poliuretan yang lebih baik dan aplikatif di dunia industri, maka dianjurkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh suhu dan waktu polimerisasi, terhadap sifat termal, mekanik, dan ikatan silang poliuretan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh suhu dan waktu *curing*, terhadap sifat termal, mekanik, dan ikatan silang poliuretan.
3. Perlu dilakukan analisis dengan SEM untuk mengetahui morfologi permukaan poliuretan.
4. Perlu dilakukan pengujian kemampuan *biodegradable* terhadap poliuretan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dieter, George E. 1990. *Metalurgi Mekanik*. Jakarta: Erlangga.
- Destiawan, Dwi. 2006. *Pengaruh Variasi Komposisi Minyak Kedelai Teroksidasi dan Metilen-4,4'-difenildiisosiyanat (MDI) terhadap ikatan silang poliuretan*. Yogyakarta: Skripsi. FMIPA UNY.
- Ebewele, Robert O. 2000. *Polymer Science and Technology*. USA: CRC Press.
- Hartomo, Anton J. 1995. *Penuntun Analisis Polimer Aktual*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Hepburn. C. 1982. *Polyurethane Elastomer*. London and New York: Applied Science Publishers.
- Indah Sari, Dhita. 2007. *Pengaruh Komposisi 1,4-Butanadiol dan Asam Oleat Terhadap Ikatan Silang Poliuretan Hasil Sintesi*. Yogyakarta: Skripsi FMIPA UNY.
- Ketaren, S. *Pengantar Teknologi Lemak dan Minyak Pangan*. Jakarta: UI-Press.
- Murdijati G, dkk. 1980. *Minyak, Sumber, Penanganan, Pengolahan, dan Pemurniannya*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Noerdin, Dasli. 1986. *Elusidasi Senyawa Organik dengan Cara Spektroskopi Ultralembayung dan Inframerah*. Bandung: Angkasa.
- Nursanti, Indah. 2007. *Sintesis dan Karakterisasi Poliuretan dari Minyak Jarak dan Toluena Diisosiyanat (TDI)*. Yogyakarta: Skripsi FMIPA UNY.
- Rempp, Paul. Edward W. Merrill. 1991. *Polymer Synthesis*. 2nd, Revised Edition Heidelberg: New York: Huthig u Wepf.
- Rohaeti, Eli dan N.M. Surdia. 2003. *Pengaruh Variasi Berat Molekul Polietilen Glikol terhadap Sifat Mekanik Poliuretan*. http://www.fmipa.itb.ac.id/jms/file/JMS_VOL.%208_NO.2_63-66.pdf.
- Rohaeti, Eli dkk. 2003. *Pengaruh Variasi Komposisi Amilosa terhadap Kemudahan Biodegradasi Poliuretan*. http://www.fmipa.itb.ac.id/jms/file/JMS_VOL.%208_NO.4_157-161.pdf.

- Rohaeti, Eli dan Sukisman Purtadi. 2004. *Sintesis Poliuretan dari Propilen Glikol (PPG) dan Polifenil Isosianat (PAPI) sebagai Alternatif Sumber Belajar Kimia Material di SMA*. Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Kimia. FMIPA UNY.
- Rohaeti, Eli. 2005. *Kajian tentang Sintesis Poliuretan dan karakterisasinya*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA.
- Rohaeti, Eli, dkk. 2007. *Pemanfaatan Minyak Jarak (Castol Oil) Hasil Oksidasi sebagai Monomer dalam Sintesis Poliuretan*. Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Kimia FMIPA UNY.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 1992. *Spektroskopi Inframerah*. Yogyakarta: Liberty.
- Stevens, Malcolm P. 2001. *Kimia polimer*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suwandi. 2000. *Kimia Anorganik Polimer*. Yogyakarta: UNY.
- Tambun, Rondang. 2006. *Buku Ajar Teknologi Oleokimia*. Medan: Hibah Kompetensi Konten Matakuliah E-Learning USU-Inherent.
- http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi
- <http://www.merck-chemicals.com/is-bin/INTERSHOP.enfinity/>, 2007

LAMPIRAN

A. Penentuan Massa Jenis Minyak Kelapa

Massa jenis minyak kelapa ditentukan dengan rumus:

$$\text{Massa Jenis} = \frac{\text{Massa (piknometer + minyak kelapa)} - (\text{massa piknometer})}{\text{Volume minyak kelapa}}$$

Data yang telah diperoleh sebagai berikut:

No.	Volume Piknometer (mL)	Massa Piknometer (gram)	Massa Piknometer + Minyak Kelapa (gram)	Massa Minyak (gram)	Massa Jenis (g/mL)
1	25	21,084	45,764	24,680	0,987
2	25	18,529	42,342	23,795	0,951
3	25	17,248	40,468	23,220	0,928
Massa Jenis Rata-rata					0,955

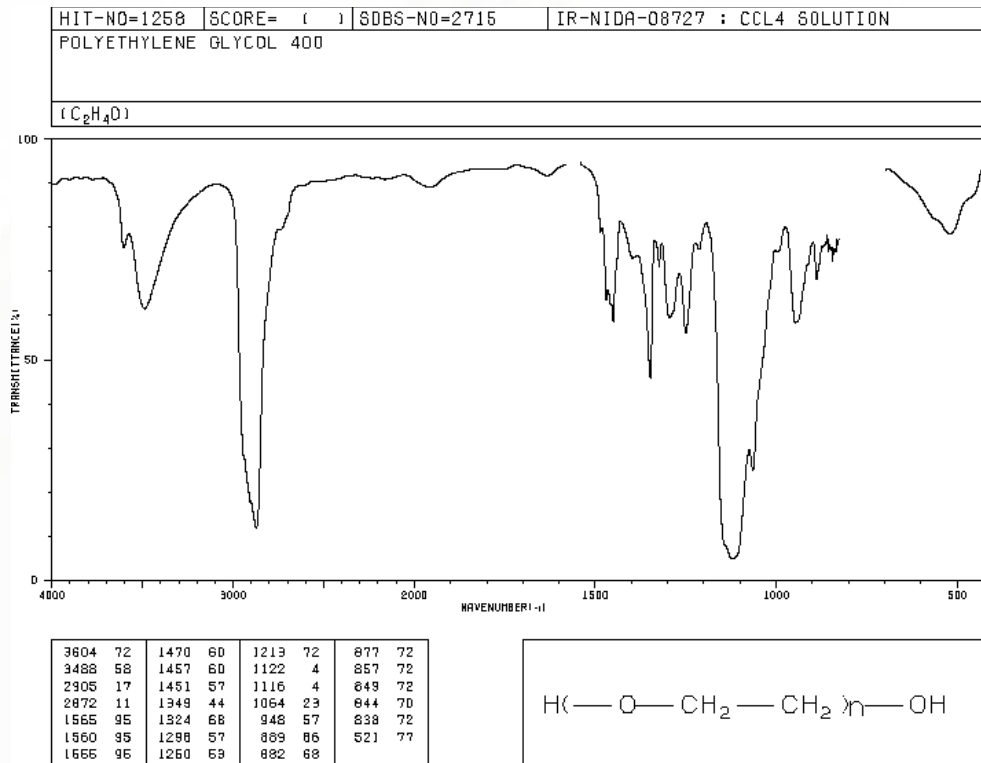
Rata-rata massa jenis:

$$\text{Massa jenis} = \frac{0,987 + 0,951 + 0,928}{3} = 0,955$$

Jadi massa jenis minyak kelapa pada suhu kamar adalah 0,955 g/mL.

B. Spektra Infra Merah

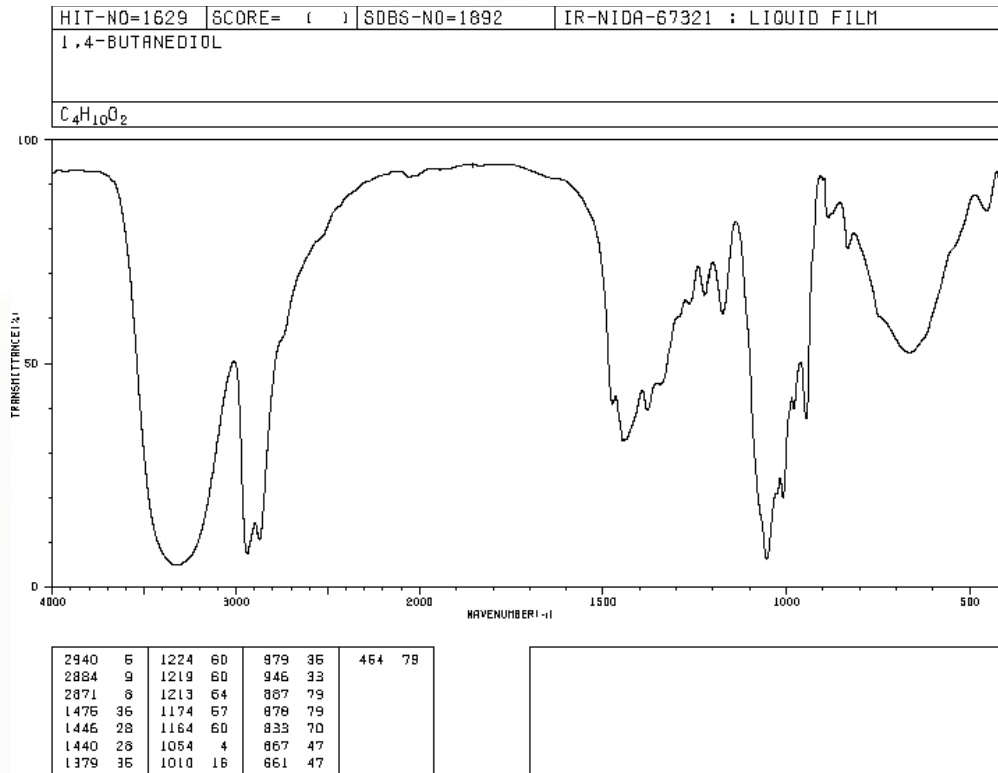
1. Spektra Inframerah PEG 400



Interpretasi Gugus Fungsi PEG 400

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Karakteristik Serapan	Intensitas (% T)	Keterangan
3488	Ulur O-H	58	Lebar
~2905	Ulur C-H	17	Tajam
1450	Tekuk CH ₂	60	Lemah
1116	Ulur C-O	4	Kuat

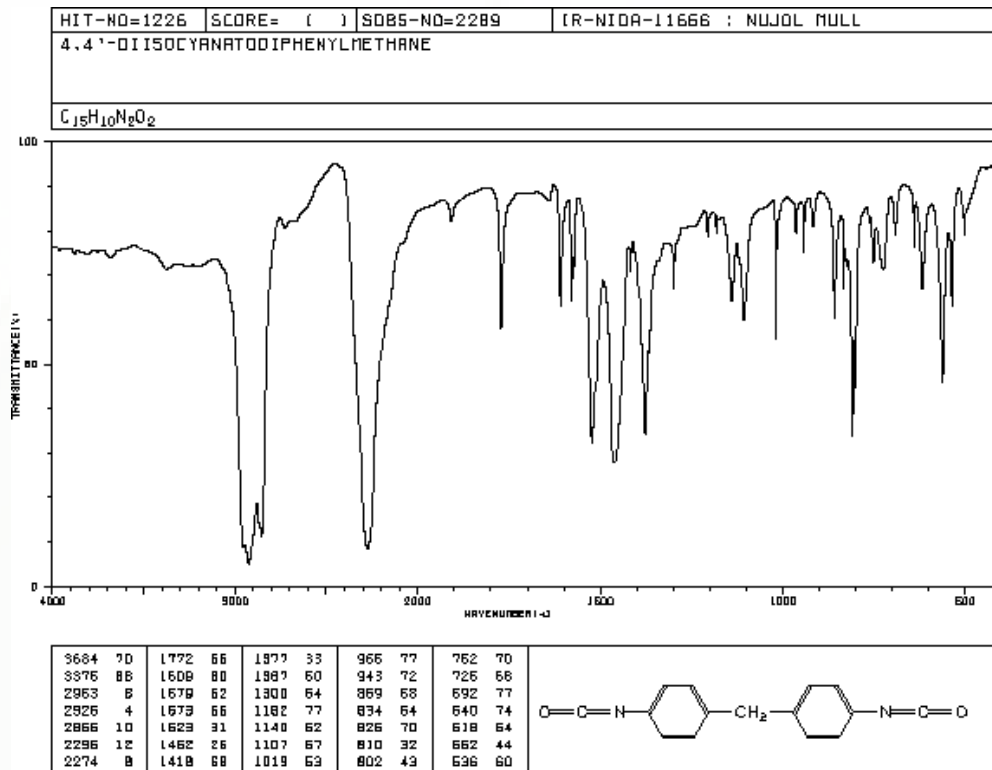
2. Spektra Inframerah 1,4 Butanadiol



Interpretasi Gugus Fungsi 1,4 Butanadiol

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Karakteristik Serapan	Intensitas (% T)	Keterangan
3400-3200	Ulur O-H		Lebar
~2940	Ulur C-H	6	Kuat
1054	Ulur C-O	4	Kuat

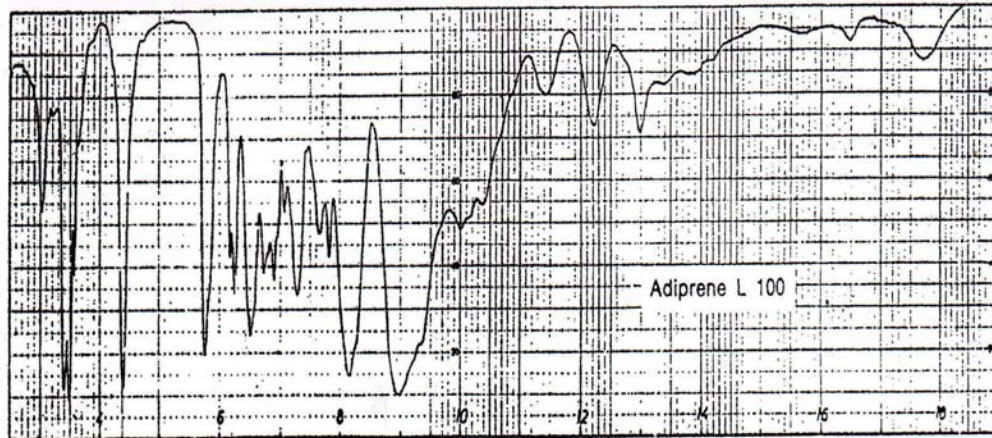
3. Spektra Inframerah 4,4'-MDI



Interpretasi Gugus Fungsi 4,4'-MDI

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Karakteristik Serapan	Intensitas (% T)	Keterangan
2963	Ulur C-H	8	Kuat
2274	NCO	8	Tajam
1462 dan 1523	Aromatis	26 dan 31	Sedang
1772	Ulur C=O	55	Sedang
810	Aromatis p-disubstitusi	32	Tajam

4. Spektra Inframerah Poliuretan Standar Du Pont



Hersteller: Du Pont
Zusammensetzung: Reaktionsprodukt eines Diisocyanats und eines OH-gruppenhaltigen Polyäthers
Verwendung: zur Herstellung von Urethanelastomeren
Präparation: Schicht auf KBr-Scheibe
Dezimalziffer: 8.72

Manufacturer: Du Pont
Composition: reaction product of a diisocyanate and a polyether-alcohol
Use: for the production of urethane elastomers
Preparation: film on KBr disc
Decimal No.: 8.72

C. Penentuan Bilangan Hidroksil Minyak Kelapa

1. Pembuatan larutan KOH 0,5 N

Sebanyak 14,3 gram kristal KOH dilarutkan dalam 500 mL akuades bebas CO₂, kemudian digojog sampai homogen.

Perhitungan:

Massa Kristal KOH yang ditimbang adalah:

$$\text{Mr KOH} = \text{BE KOH} = 56,1$$

$$0,5 \text{ N} = \frac{\text{Grek}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Grek}}{0,5 \text{ L}}$$

$$\text{Grek} = 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ Grek}$$

$$0,25 \text{ Grek} = \frac{\text{Gram}}{\text{BE}} = \frac{\text{Massa}}{56,1}$$

$$\text{Massa KOH} = 0,25 \times 56,1 = 14,0250 \text{ gram}$$

2. Pembuatan larutan asam oksalat 0,5 N

Sebanyak 3,15 gram kristal H₂C₂O₄·2H₂O dilarutkan dalam 100 mL aquades dan digojog sampai homogen.

Perhitungan:

Massa H₂C₂O₄·2H₂O yang harus ditimbang adalah:

$$\text{Mr H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 126$$

$$\text{BE H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 63$$

$$0,5 \text{ N} = \frac{\text{Grek}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Grek}}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{Grek} = 0,5 \times 0,1 = 0,05 \text{ Grek}$$

$$0,05 \text{ Grek} = \frac{\text{Gram}}{\text{BE}} = \frac{\text{Massa}}{63}$$

$$\text{Massa H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 0,05 \times 63 = 3,15 \text{ gram}$$

3. Standarisasi larutan KOH 0,5 N dengan larutan asam oksalat 0,5 N

Volume titran yang diperoleh adalah:

Titran Ke-	Volume Larutan Asam Oksalat (mL)	Volume Larutan KOH (mL)
1	10	12,60
2	10	12,50
3	10	12,80
Rata-rata	10	12,63

Normalitas KOH yang digunakan dapat dihitung dengan rumus:

$$V_1 \cdot N_1 (\text{asam oksalat}) = V_2 \cdot N_2 (\text{KOH})$$

$$10 \times 0,5 = 12,63 \times N_2$$

$$N_2 = \frac{5 \text{ N mL}}{12,63 \text{ mL}}$$

$$N_2 = 0,396 \text{ N}$$

Jadi normalitas KOH adalah 0,396 N.

4. Volume KOH pada saat titrasi sampel minyak kelapa dan blanko

No	Massa Sampel (gram)	Volume KOH pada Saat Titrasi Sampel (mL)	Volume KOH pada Saat Titrasi Blanko (mL)
1	0,508	16,6	17
2	0,505	16,8	17
3	0,499	16,8	17
Rata-rata	0,504	16,8	17

Penentuan Bilangan Hidroksil ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Bilangan Hidroksil} = \frac{(b - a) \cdot N \cdot 56,1}{m}$$

Keterangan:

b = Volume KOH yang digunakan untuk menitrasi blanko (mL)

a = Volume KOH yang digunakan untuk menitrasi sampel (mL)

N = Normalitas KOH (N)

m = Massa sampel (gram)

Perhitungan:

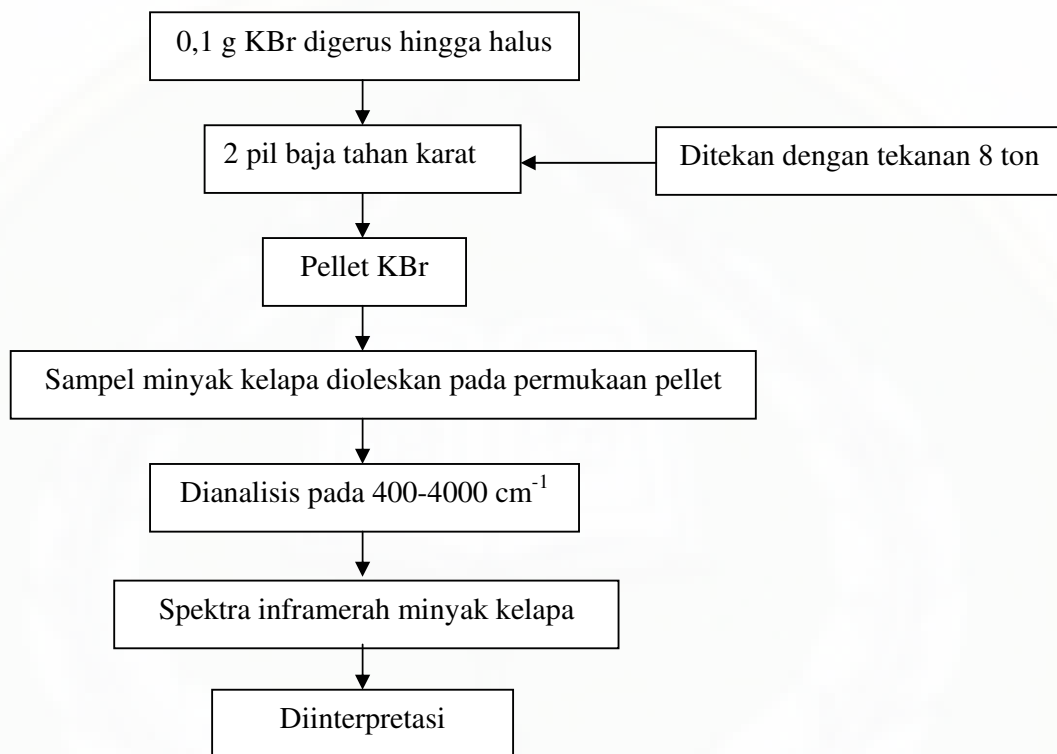
$$\begin{aligned} \text{Bilangan Hidroksil} &= \frac{(17,000 - 16,800) \times 0,396 \times 56,100}{0,504} \\ &= \frac{0,200 \times 0,396 \times 56,100}{0,504} \\ &= 8,816 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Jadi bilangan hidroksil minyak kelapa adalah 8,816 mg/g.

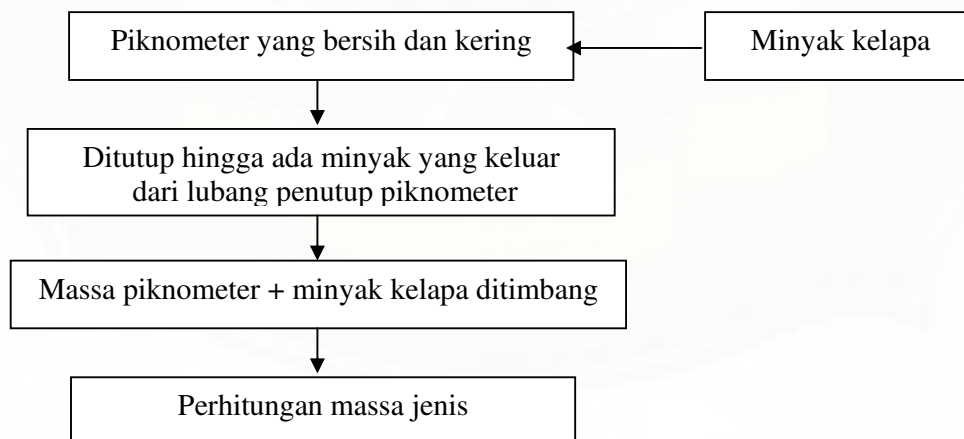
E. Bagan Prosedur Penelitian

1. Karakterisasi Minyak Kelapa

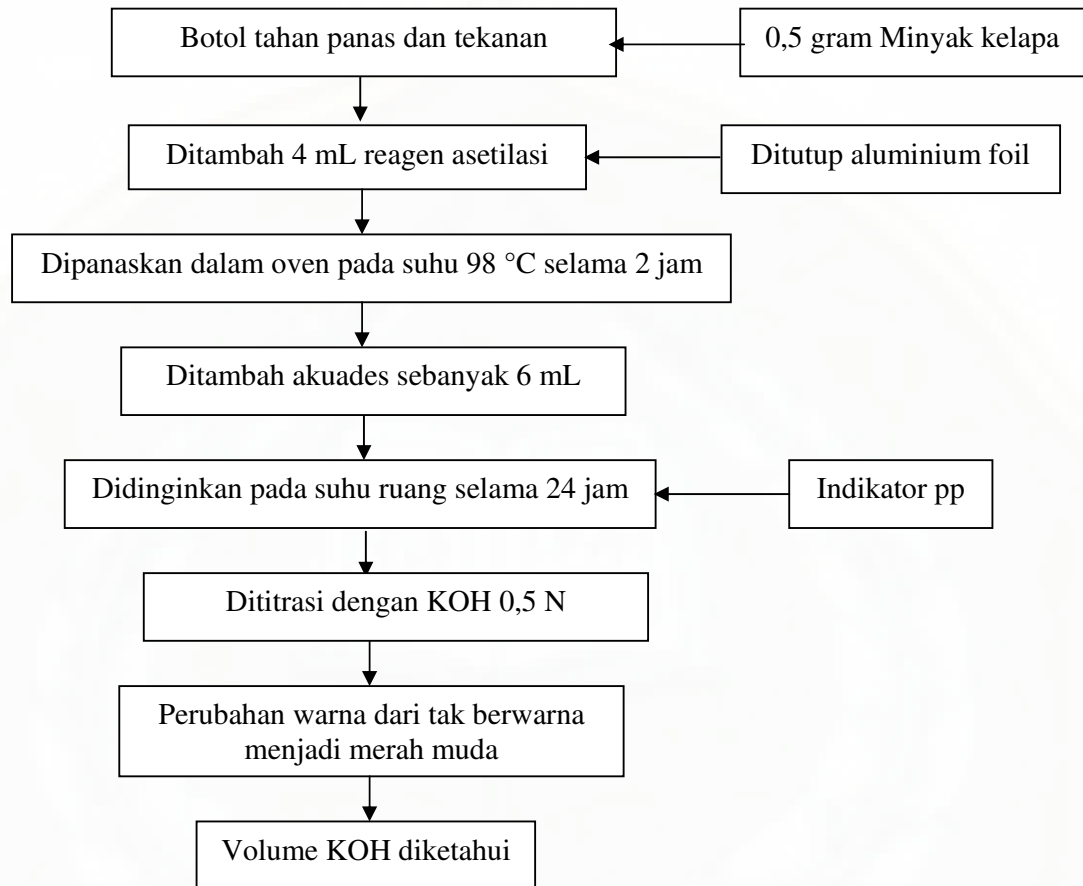
a. Penentuan Gugus Fungsi dengan Spektrofotometer FTIR



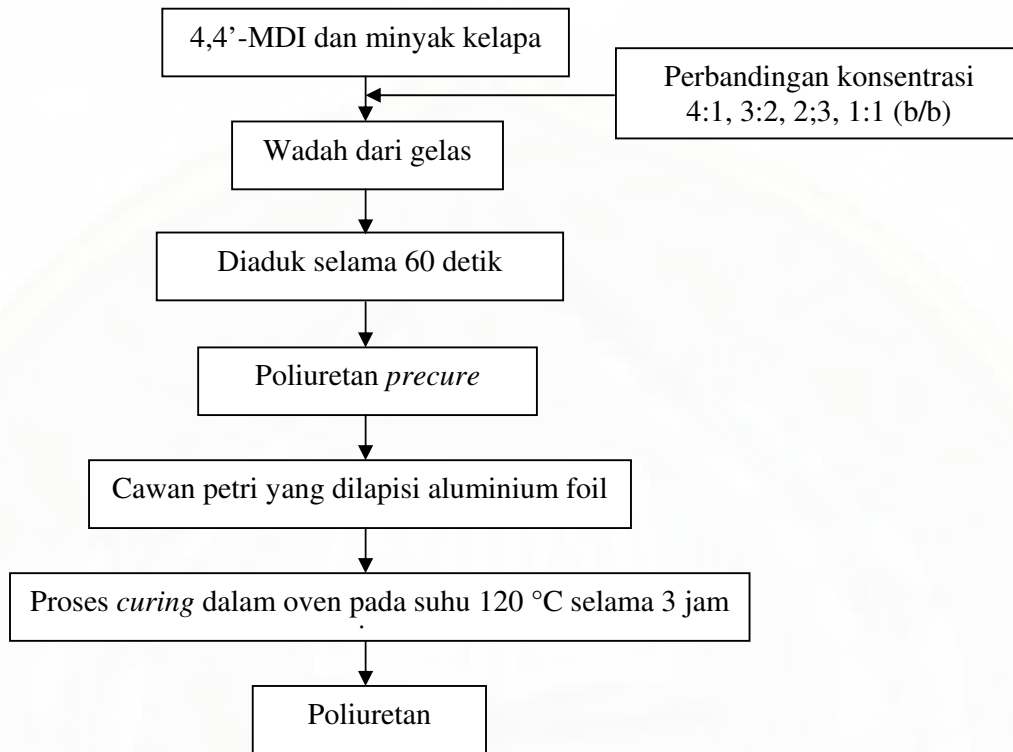
b. Penentuan Massa Jenis



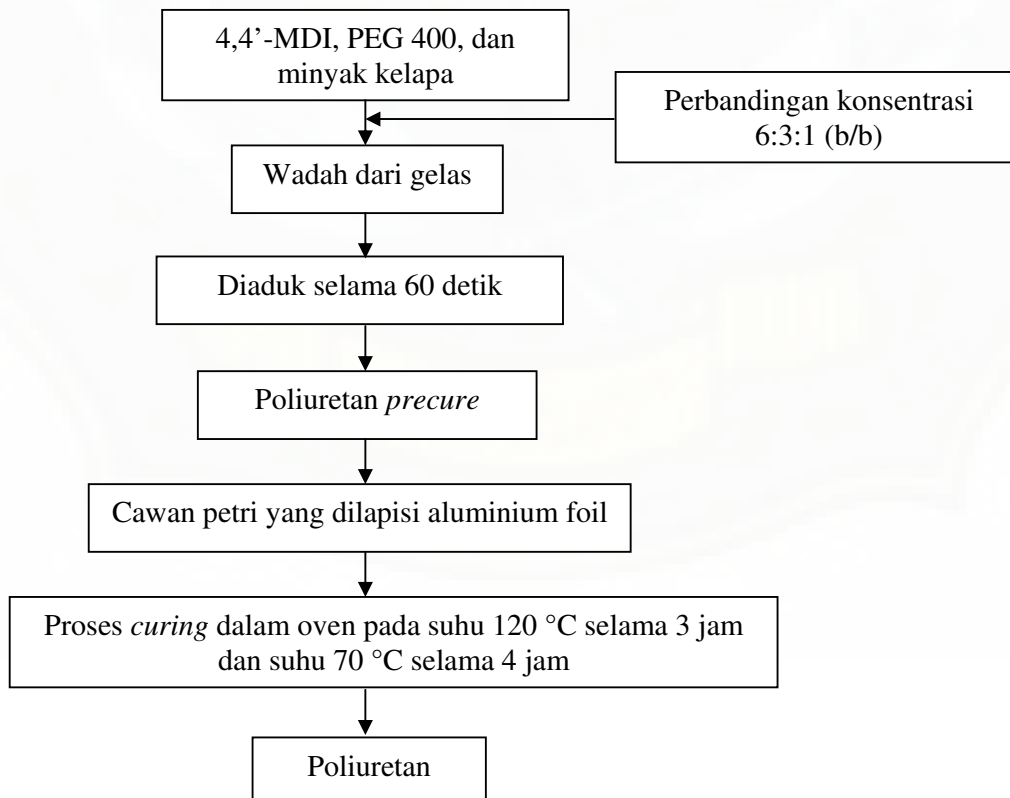
c. Penentuan Bilangan Hidroksil



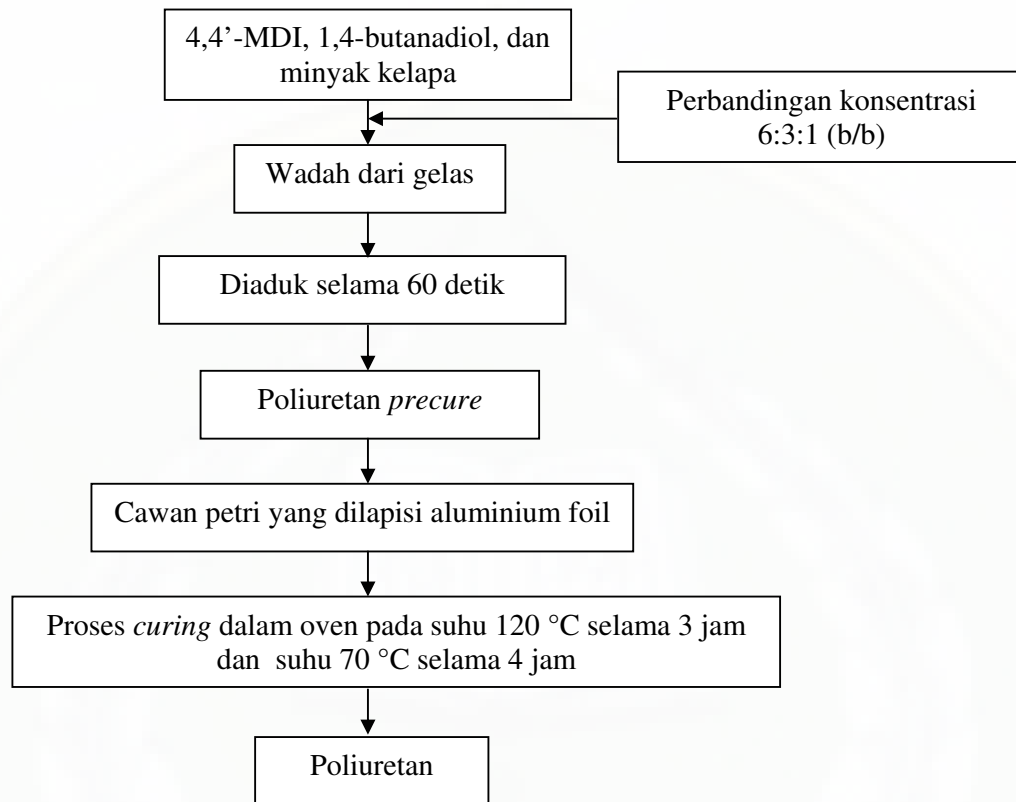
2. Sintesis Poliuretan dari 4,4'-MDI dan Minyak Kelapa



3. Sintesis Poliuretan dari 4,4'-MDI, PEG 400, dan Minyak Kelapa

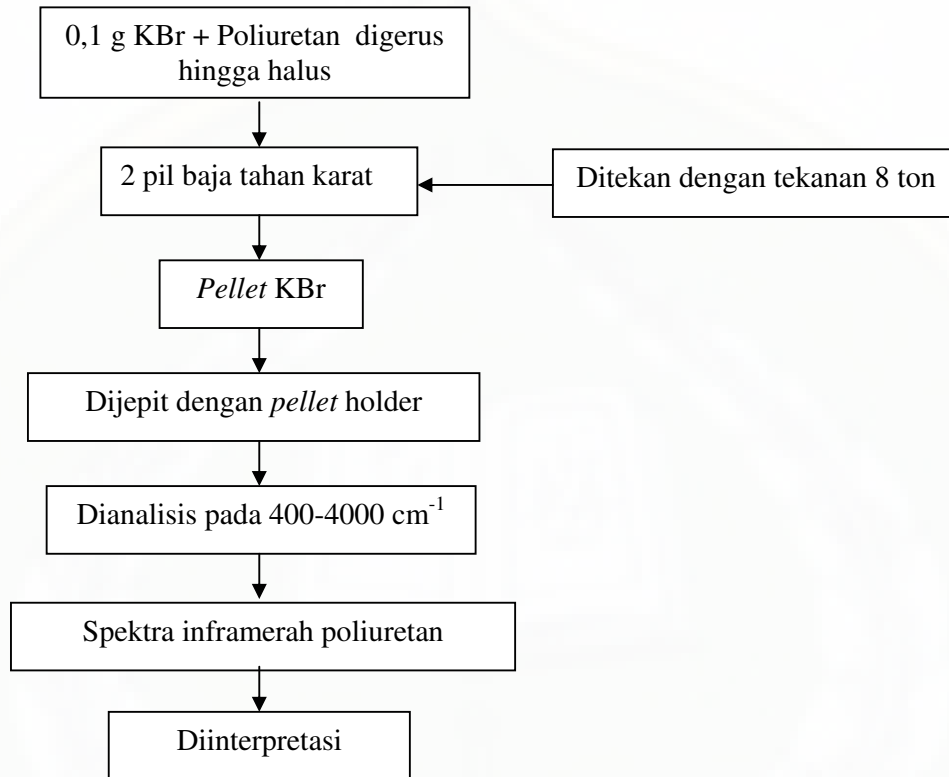


4. Sintesis Poliuretan dari 4,4'-MDI, 1,4-Butanadiol, dan Minyak Kelapa

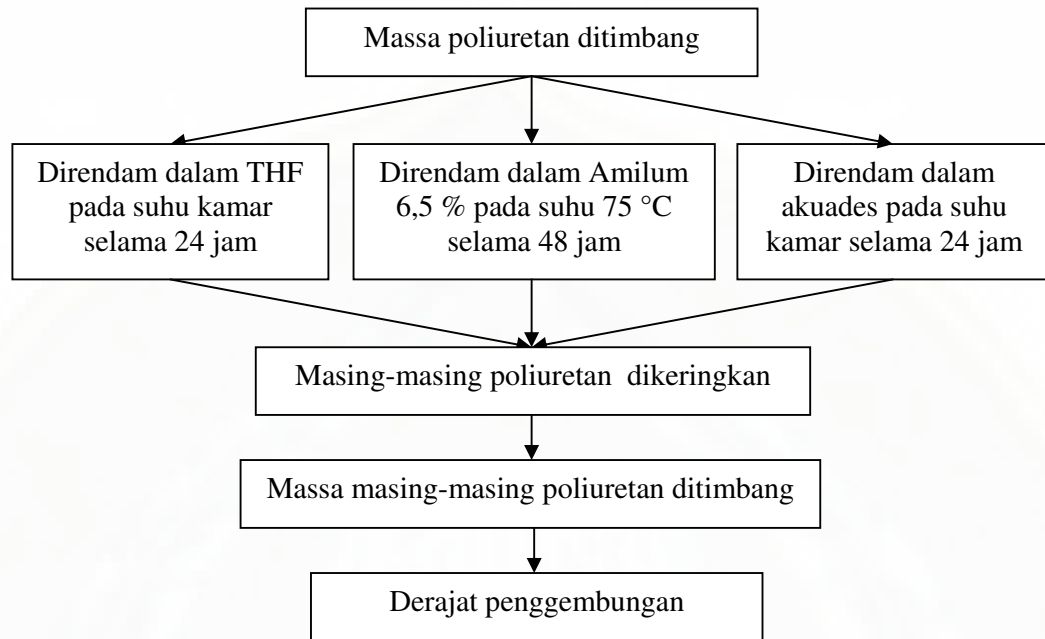


5. Karakterisasi Poliuretan Hasil Sintesis

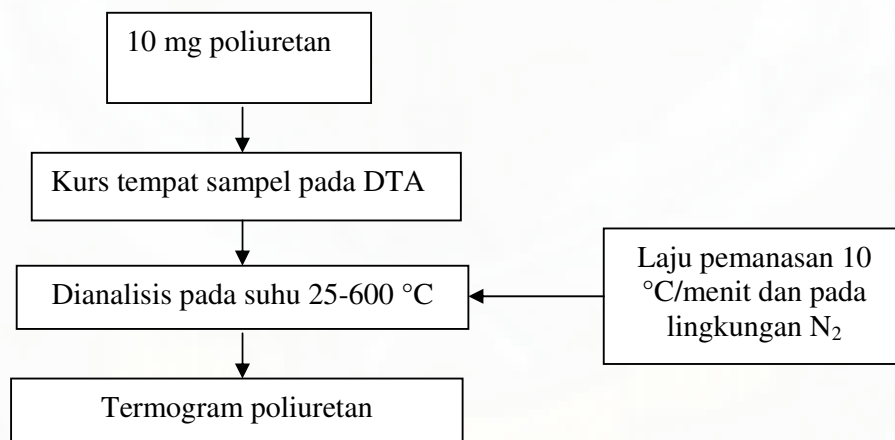
a. Analisis Gugus Fungsi dengan Spektrofotometer FTIR



b. Derajat Penggembungan



c. Analisis Sifat Termal dengan DTA



d. Analisis Sifat Mekanik dengan *Shore A Durometer*

