

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**PEMBUATAN RESIN ALKID AMINA BERBASIS MALEAT**  
**ANHIDRIDA, GLISEROL DAN MINYAK KACANG KEDELAI**  
(Juli 2018 s.d Mei 2019)



**OLEH :**  
**JAUHAROTUL ARIFAH            1515039**

<b>DATA BUKU PERPUSTAKAAN</b>	
<b>Tgl Terima</b>	10/08/22
<b>No Induk Buku</b>	565/TCP/SB/TA/22

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER**  
**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**  
**2019**

**SUMBANGAN ALUMNI**

**POLITEKNIK STMI JAKARTA  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS  
AKHIR**

JUDUL PENELITIAN:

PEMBUATAN RESIN ALKID AMINA BERBASIS MALEAT  
ANHIDRIDA, GLISEROL DAN MINYAK KACANG KEDELAI

DISUSUN OLEH :  
NAMA : JAUHAROTUL ARIFAH  
NIM : 1515039  
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik  
Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, Mei 2019

**Menyetujui,**

Ketua Program Studi  
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA  
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng  
NIP. 1956091019432002

**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS**  
**AKHIR**

JUDUL PENELITIAN:

PEMBUATAN RESIN ALKID AMINA BERBASIS MALEAT  
ANHIDRIDA, GLISEROL DAN MINYAK KACANG KEDELAI

DISUSUN OLEH :  
NAMA : JAUHAROTUL ARIFAH  
NIM : 1515039  
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia  
Polimer pada Politeknik STMI Jakarta pada hari Rabu, 26 Juni 2019.

Jakarta, Juni 2018

Penguji I



Syaiful Ahsan, S.T., M.T  
NIP. 198407162014021001

Penguji II



Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T  
NIP. 198210012014022001

Penguji III



Dr. Ir. Lintong Sopandi H., M.Che  
NIP. 19580322198631002

Dosen Pembimbing



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng  
NIP. 1956091019432002

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN

JUDUL PENELITIAN:

PEMBUATAN RESIN ALKID AMIN BERBASIS MALEAT ANHIDRIDA

DISUSUN OLEH :  
NAMA : JAUHAROTUL ARIFAH  
NIM : 1515039  
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Jakarta, Mei 2019

Telah diperiksa dan disetujui  
oleh: Pembimbing



















Dr. Dwinna Rahmi, M.Eng  
NIP. 196710051993032004



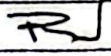
## LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Jauharotul Arifah (1515039)

Judul : Pembuatan Resin Alkid Amina Berbasis Maleat Anhidrida, Gliserol dan Minyak Kacang Kedelai

Pembimbing : Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng

Tanggal	Bab	Keterangan	Paraf
9 Juli 2018	-	Diskusi mengenai topik penelitian	
21 Juli 2018	-	Diskusi penentuan jurnal sesuai topik penelitian	
5 September 2018	-	Diskusi jurnal-jurnal mengenai resin maleat anhidrida	
23 Oktober 2018	-	Revisi Proposal	
14 November 2018	-	Diskusi persiapan alat dan bahan	
7 Desember 2018	-	Diskusi mengenai draft untuk buku jurnal	
13 Desember 2018	-	Diskusi mengenai penentuan untuk pengujian penelitian	
18 Januari 2019	-	Presentasi jurnal penelitian	
11 Februari 2019	-	Diskusi mengenai judul laporan	
16 Maret 2019	-	Diskusi mengenai hasil penelitian	
15 April 2019	BAB I	Revisi BAB I Acc Proposal	
30 April 2019	BAB I BAB II	Revisi BAB I Revisi BAB II	
1 Mei 2019	BAB I BAB II BAB III	Acc BAB I Revisi BAB II Revisi BAB III	
3 Mei 2019	BAB II BAB III	Acc BAB II Acc BAB III	
11 Mei 2019	BAB IV	Revisi BAB IV	
17 Mei 2019	BAB IV	Acc BAB V	

	BAB V	Revisi BAB V	
22 Mei 2019	BAB V	Acc BAB V Revisi Abstrak Revisi Daftar Pustaka	
28 Mei 2019		Acc Laporan	

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmarharso, MBA  
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng  
NIP. 1956091019432002

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Kami Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,  
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Jauharotul Arifah

Nim : 1515039

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang kami buat dengan judul: Pembuatan Resin Alkid Amina Berbasis Maleat Anhidrida, Gliserol dan Minyak Kacang Kedelai

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir kami.

Jika terbukti kami tidak memenuhi apa yang telah kami nyatakan seperti apa diatas, maka karya Tugas Akhir kami ini dibatalkan

Jakarta, Mei 2019



Jauharotul Arifah

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Penelitian. Penyusunan laporan ini bertujuan sebagai salah satu syarat menyelesaikan akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan, bantuan, dan dukungan yang selama ini telah diberikan hingga selesainya penyusunan Laporan Tugas Akhir Penelitian ini. Oleh karena itu penulis ingin berterimakasih kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberi dukungan dalam bentuk apapun;
2. Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik SMI Jakarta;
3. Ir. Roosmariharso, MBA selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta;
4. Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta;
5. Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng. selaku dosen pembimbing telah meluangkan waktunya, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan dan membimbing;
6. Dr. Dwinna Rahmi, M.Eng selaku pembimbing penelitian tim Penelitian Pembuatan Resin Alkid yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan dan bantuan selama proses penelitian;
7. Balai Besar Kimia dan Kemasan yang telah mengizinkan kami untuk melakukan penelitian dan menggunakan alat penelitian untuk menyelesaikan Tugas Akhir Penelitian ini;
8. Syaiful Ahsan, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta yang telah mengizinkan pengujian di Laboratorium Instrumentasi Politeknik STMI Jakarta;
9. Teman-teman tim Penelitian Pembuatan Resin Alkid yang sudah berjuang

10. Teman-teman angkatan 2015 yang telah berjuang bersama dari awal hingga akhir masa kuliah;
11. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis juga menyadari bahwa di dalam penyusunan laporan ini terdapat banyak kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan sebagai manusia yang masih dalam tahap belajar. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga penulis dapat menjadi lebih baik selanjutnya. Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, Mei 2019

Penulis

## ABSTRAK

Resin alkid merupakan bahan yang populer digunakan pada Industri pelapisan. Modifikasi dilakukan guna meningkatkan sifat-sifat dari resin alkid. Dalam penelitian kali ini dilakukan pembuatan resin alkid dengan modifikasi penambahan amina melalui reaksi antara resin alkid dan gas amonia membentuk resin alkid amina. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan amina dengan mereaksikan resin alkid dengan gas amonia terhadap waktu kering dan kekerasan dari resin alkid. Proses pembuatan resin alkid dilakukan melalui dua tahapan proses, proses pertama yaitu pembentukan monogliserida dan dilanjutkan dengan pembentukan resin alkid. Proses pembentukan monogliserida dilakukan dengan mereaksikan 18% massa poligliserol dengan 60% massa minyak kacang kedelai dari massa total produk menggunakan CaO sebagai katalis sebanyak 0,1% dari massa total minyak kacang kedelai. Proses pembentukan resin alkid dilakukan dengan mereaksikan monogliserida dan 22% massa maleat anhidrida dari massa total produk. Proses dilakukan menggunakan reaktor Parr kapasitas 1 L. Hasil produk resin alkid amina diuji dengan FTIR, uji kekeringan, dan uji kekerasan. Diperoleh hasil resin alkid amina memiliki waktu kering dan kekerasan yang lebih baik dibanding dengan resin alkid tanpa modifikasi reaksi aminasi dengan gas amonia.

**Kata Kunci:** resin alkid, gas amonia, *maleic anhydride*, *soybean oil*, modifikasi resin alkid

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN.....	iii
LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRAK .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Resin Alkid.....	6
2.2 Bahan Baku Pembuatan Resin Alkid .....	7
2.3 Sintesis Resin Alkid .....	12
2.4 Amina .....	14
2.5 Karakterisasi Resin Alkid.....	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.2 Alat dan Bahan .....	18

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	24
4.1 Pengujian Kelarutan Monogliserida Dengan Etanol.....	24
4.2 Pengujian Analisis Gugus Fungsi.....	25
4.3 Pengujian waktu kering .....	29
4.4 Pengujian kekerasan .....	30
BAB V PENUTUP.....	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA .....	34

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar I.1</b>	Data Ekspor Impor Resin Sintetis Indonesia .....	1
<b>Gambar II.1</b>	Struktur Ftalat Anhidrida .....	11
<b>Gambar II.2</b>	Struktur Maleat Anhidrida .....	11
<b>Gambar II.3</b>	Hidrolisis Maleat Anhidrida Menjadi Asam Maleat.....	12
<b>Gambar II.4</b>	Mekanisme Reaksi Pembentukan Monogliserida .....	13
<b>Gambar II.5</b>	Mekanisme Reaksi Poliesterifikasi Resin Alkid .....	13
<b>Gambar II.6</b>	Bentuk Struktur Jenis-Jenis Amina.....	14
<b>Gambar II.7</b>	Proses Instrumental pada FTIR.....	15
<b>Gambar III.1</b>	Skema Penelitian Pembuatan Resin Alkid Amina.....	20
<b>Gambar IV.1</b>	Spektrum FTIR Resin Alkid (a) Sampel Padat; (b) Sampel Cair.....	26
<b>Gambar IV.2</b>	Spektrum FTIR Resin Alkid Amina (a) Sampel Padat; (b) Sampel Cair.....	28
<b>Gambar IV.3</b>	Spektrum FTIR (a) Sampel Resin Alkid Cair; (b) Sampel Resin Alkid Amina Cair.....	29
<b>Gambar IV.4</b>	Hasil Uji Kering Resin Alkid dan Resin Alkid Amina .....	30

## DAFTAR TABEL

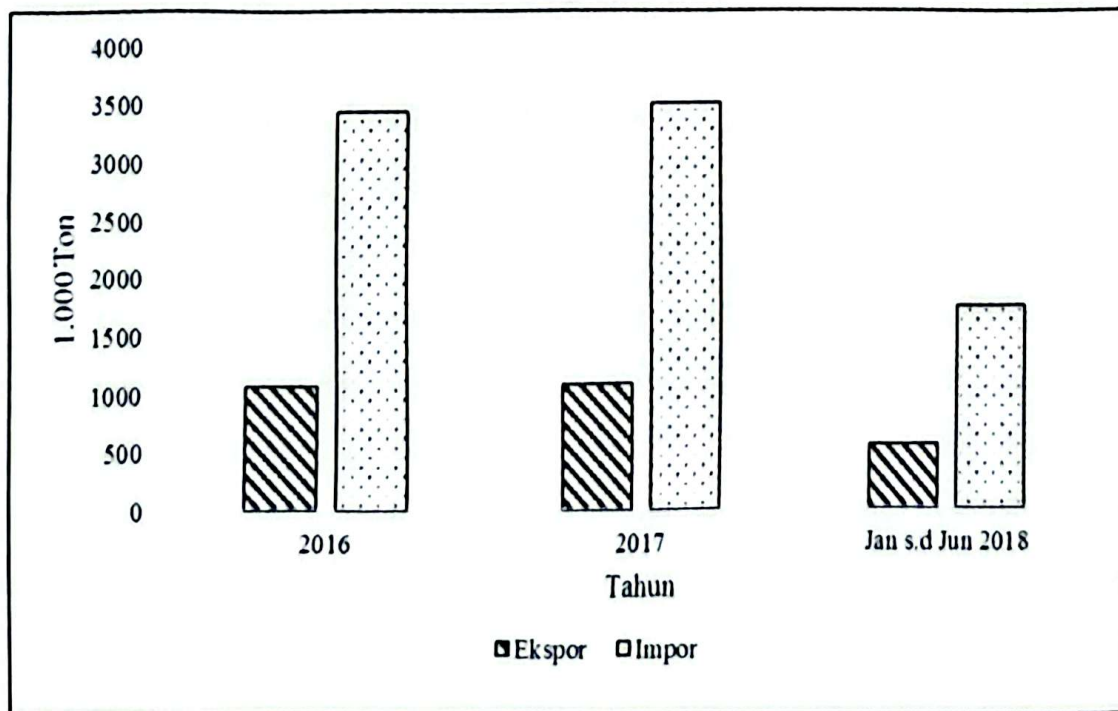
<b>Tabel II.1</b> Efek dari Tipe dan Kandungan Minyak Terhadap Karakteristik Alkid Resin.....	8
<b>Tabel II.2</b> Nilai Idoin Berbagai Minyak Nabati.....	9
<b>Tabel II.3</b> Kandungan Asam Lemak Minyak Kacang Kedelai.....	9
<b>Tabel II.4</b> Macam-macam Polioliol yang digunakan sebagai Bahan Baku Resin Alkid.....	10
<b>Tabel II.5</b> Karakteristik Ftalat Anhidrida.....	11
<b>Tabel II.6</b> Karakteristik Maleat Anhidrida dan Asam Maleat .....	12
<b>Tabel II.7</b> Rekomendasi Ketebalan Sampel Uji.....	16
<b>Tabel III.1</b> Variasi Temperatur Proses Pembentukan Monogliserida.....	19
<b>Tabel III.2</b> Variasi Bahan Baku Pembentukan Resin Alkid.....	19
<b>Tabel IV.1</b> Hasil Uji Kelarutan Monogliserida dengan Etanol.....	24
<b>Tabel IV.2</b> Data Warna Produk Monogliserida .....	25
<b>Tabel IV.3</b> Spektrum FTIR Sampel Padat dan Cair Resin Alkid.....	25
<b>Tabel IV.4</b> Spektrum FTIR Sampel Padat dan Cair Resin Alkid Amina.....	27
<b>Tabel IV.5</b> Hasil Uji Kekerasan dengan Pensil.....	31

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Material polimer menjadi material yang sangat penting karena aplikasinya yang cukup luas. Salah satu material polimer yang banyak digunakan adalah resin polimer sintetis. Resin dibutuhkan sebagai bahan baku untuk industri lanjutan, salah satunya sebagai bahan baku dalam industri pelapisan. Seiring berkembangnya industri di Indonesia, kebutuhan atas resin polimer sintetis juga meningkat di Indonesia.



**Gambar 1.1** Data Ekspor Impor Resin Sintetis Indonesia

Sumber: Kementerian Perindustrian, 2018

Berdasarkan gambar 1.1 dapat dilihat nilai kebutuhan impor untuk resin sintetis sangat tinggi dibandingkan dengan nilai ekspor. Dapat diambil kesimpulan bahwa kebutuhan resin sintetis di Indonesia sangat tinggi. Saat ini dari berbagai jenis resin sintetis yang ada, resin alkid menjadi salah satu dari resin sintetis yang menjadi perhatian. Dalam Industri pelapisan, resin alkid digunakan sebagai cat

... dan sebagai pernis (Hofland 2011). Resin alkid juga

meningkat karena meningkatnya populasi. Meningkatnya industri otomotif juga mempengaruhi peningkatan kebutuhan terhadap resin alkid. Technavio sebagai lembaga riset pada tahun 2018 memperkirakan tahun 2019 s.d 2023 laju pertumbuhan majemuk tahunan (CAGR) dari resin alkid akan meningkat sebesar 3% dan pertumbuhan industri resin alkid akan terjadi sebesar 64% dari pasar Asia-Pasifik perkiraan tersebut berdasarkan meningkatnya kebutuhan dari resin alkid.

Dalam memenuhi kebutuhan resin alkid di Industri semakin banyak penelitian dilakukan dalam memodifikasi resin alkid dengan tujuan semakin meningkatkan sifat dari resin alkid. Sifat resin alkid yang akan ditingkatkan disesuaikan dengan kebutuhan penggunaannya. Salah satu contohnya pada penggunaan resin alkid sebagai bahan baku dari pelapisan, dibutuhkan resin alkid yang memiliki daya adhesif yang tinggi, waktu pengeringan yang cepat, serta memiliki warna yang tidak gelap agar tidak mempengaruhi warna untuk pelapisan.

Selain modifikasi untuk meningkatkan sifat resin alkid, modifikasi resin alkid juga dilakukan agar lebih ramah lingkungan. Masalah lingkungan menjadi salah satu faktor penting dalam industri saat ini, sehingga mempengaruhi para produsen resin untuk memproduksi resin dengan sifat yang baik dan ramah lingkungan. Penggunaan bahan-bahan yang ramah lingkungan sebagai bahan baku pembuatan menjadi salah satu daya tarik resin alkid (Hofland, 2011). Dengan penggunaan bahan yang ramah lingkungan sebagai bahan baku pembuatan, banyak modifikasi yang dilakukan pada bahan baku pembuatan resin alkid. Banyak penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan berbagai macam minyak nabati sebagai salah satu bahan baku seperti minyak jagung, minyak kacang kedelai, minyak bunga matahari dan lain sebagainya.

Pada penelitian sebelumnya, Ling, dkk pada tahun 2015 membuat polimer baru *Poly(alkyd-urethane)s* dengan mencampurkan resin alkid dan uretan guna menambah sifat-sifat dari resin alkid. Pembuatan *long oil* resin alkid dengan menggunakan tiga macam minyak nabati yang berbeda menghasilkan sifat yang berbeda. Salah satunya perbedaan dari waktu kering resin alkid modifikasi uretan

tersebut. Dengan waktu proses pencampuran uretan yang cukup lama selama 12 jam, resin dengan waktu pengeringan yang tercepat adalah resin alkid yang menggunakan minyak bunga matahari yaitu selama 4 hari. Selain itu penambahan modifikasi uretan juga meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan terhadap zat kimia.

Selain uretan, amonia juga memiliki gugus amina. Amonia adalah bahan amina yang umum dipakai untuk proses aminasi pada industri. Penggunaan gas amonia pada proses aminasi di industri sudah dilakukan sejak awal abad 20. Gas amonia selain lebih sesuai untuk industri juga ramah lingkungan. Hal ini karena penggunaan gas amonia sebagai pereaksi hanya menghasilkan air sebagai produk samping (Rahmi, 2018)

Penelitian kali ini bermaksud membuat resin alkid berbasis maleat anhidrida dan dimodifikasi dengan penambahan reaksi aminasi dengan gas amonia. Maleat anhidrida digunakan pada penelitian kali ini sebagai asam polibasa karena maleat anhidrida pada resin untuk penggunaan pelapisan dapat memberikan daya adhesif lebih baik dan dapat mempercepat waktu kering (Musa, 2016). Penelitian kali ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan reaksi aminasi terhadap waktu kering dan kekerasan dari resin alkid. Hal ini dilakukan dengan harapan memperoleh resin alkid yang memiliki waktu kering dan kekerasan yang lebih baik.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah:

1. Bagaimana gugus fungsi yang terdapat pada resin alkid dengan modifikasi penambahan reaksi dengan gas amonia?
2. Bagaimana pengaruh modifikasi penambahan reaksi dengan gas amonia terhadap waktu kering resin alkid?
3. Bagaimana pengaruh modifikasi penambahan reaksi dengan gas amonia terhadap kekerasan resin alkid?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pembuatan resin alkid dengan dua tahap proses, yaitu alkoholisis dan esterifikasi.
2. Minyak kacang kedelai dari Kimia Farma digunakan pada proses alkoholisis.
3. Maleat anhidrida dari Merck sebagai asam yang direaksikan dengan monogliserida.
4. Resin alkid yang direaksikan untuk menghasilkan resin alkid amina menggunakan gas amonia yang diperoleh dari PT. Windu Prasetya Manunggal.
5. CaO (0,1% dari massa minyak kacang kedelai) sebagai katalis.
6. Proses reaksi dilakukan dengan menggunakan reaktor Parr kapasitas 1 L dengan kondisi tertutup rapat dan menggunakan pengaduk.
7. Analisis karakterisasi dilakukan dengan melakukan uji analisa gugus fungsi, uji waktu kering, dan uji kekerasan.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada resin alkid dengan modifikasi penambahan reaksi dengan gas amonia.
2. Mengetahui pengaruh modifikasi penambahan reaksi aminasi dengan gas amonia terhadap waktu kering resin alkid.
3. Mengetahui pengaruh modifikasi penambahan reaksi aminasi dengan gas amonia terhadap kekerasan resin alkid.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai gugus fungsi yang terdapat pada resin alkid amina dan mengetahui pengaruh modifikasi penambahan reaksi aminasi dengan gas amonia terhadap waktu kering dan kekerasan resin alkid.

## **1.6 Sistematika Penelitian**

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan penjelasan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang akan dibahas, batasan masalah dari penelitian yang dilakukan, tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan tinjauan umum mengenai resin alkid, bahan baku resin alkid, sintesis dari resin alkid, amina, dan pengujian resin alkid.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi penjelasan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian, variabel penelitian, prosedur penelitian yang meliputi langkah-langkah melakukan penelitian dan metode penelitian.

### **BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi data hasil penelitian, hasil pengolahan data penelitian dalam bentuk grafik, dan pembahasan terhadap hasil analisis data.

### **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang telah dilakukan berdasarkan hasil yang telah didapan pada bab sebelumnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Resin Alkid

Resin alkid menjadi bahan yang diperhatikan dalam industri pelapisan. Resin alkid menjadi penting karena memiliki nilai ekonomi, ketersediaan bahan baku, biodegradabilitas, daya tahan, fleksibilitas, adhesi yang baik dan kemudahan dalam pengaplikasiannya (Chiplunkar, 2016). Dalam industri cat, resin alkid digunakan sebagai pengikat (*binder*) komponen-komponen penyusun cat lainnya. *Binder* merupakan bagian dari cat yang tidak mudah menguap. Setelah kering *binder* akan mengikat partikel pigmen bersama dengan film cat secara keseluruhan (Ahmad, 2006). Sifat yang perlu dimiliki resin untuk diaplikasikan sebagai cat sebagai berikut: berat molekul, kekerasan, karakteristik kekeringan, kompatibel, viskositas, *glossy*, dan fleksibel (Deligny, 2000).

Resin alkid mulai disintesis pada pertengahan tahun 1920 oleh Kienle, dengan memproduksi resin poliester berdasarkan gliserol dan ftalat anhidrida (Hofland, 2011). Resin alkid diklasifikasikan menjadi beberapa grup berdasarkan persentase berat kandungan minyak nabati dalam resin alkid dengan *long oil* >55%, *medium oil* antara 45-55%, dan *short oil* <45% (Tracton, 2006). Resin alkid dengan berbagai persentase kandungan minyak nabati serta modifikasi banyak digunakan sebagai cat di Industri dan cat untuk dekoratif. Berdasarkan persentase kandungan minyak nabati, resin alkid akan memiliki sifat dan kegunaan yang berbeda-beda (Deligny, 2000). *Long oil* alkid memiliki daya kering yang cepat, mengkilap, ketahanan terhadap cuaca yang baik, dan tidak berwarna kekuningan. *Medium oil* alkid memiliki viskositas yang lebih besar dibanding *long oil* alkid, dan dapat larut dengan pelarut alifatik dan tiner sehingga untuk cat yang menggunakan *medium oil* alkid pengaplikasiannya dapat dengan cara disemprot. *Short oil* alkid tidak dapat larut dengan pelarut alifatik dan dapat larut pada pelarut aromatik. *Short oil* alkid memiliki daya kering yang buruk kecuali dikeringkan dengan menggunakan udara paksa (Johnson, 1995).

## 2.2 Bahan Baku Pembuatan Resin Alkid

Resin alkid merupakan poliester organik yang berasal dari asam polibasa, memiliki dua atau lebih molekul gugus asam dan polihidrik alkohol, dan dua atau lebih molekul gugus hidroksil (McKeen, 2006). Reaksi polimerisasi kondensasi antara polihidrik alkohol dan asam polibasa digunakan untuk membentuk alkid resin alkid. Ftalat anhidrida ataupun maleat anhidrida yang paling sering digunakan sebagai polibasa dalam sintesis alkid resin.

Minyak nabati sebagai bahan terbarukan dan ramah lingkungan digunakan dalam sintesis resin alkid. Minyak nabati seperti minyak kacang kedelai dan minyak biji rami dan ftalat atau maleat anhidrida biasa digunakan sebagai bahan baku untuk resin alkid (Nosal, 2016). Selain dengan cara mereaksikan langsung asam polibasa dengan poliol, sintesis juga dapat dilakukan dengan mereaksikan dahulu asam lemak dengan poliol kemudian mereaksikan monogliserida yang terbentuk dengan asam polibasa. Monogliserida terbentuk dari hasil reaksi antara asam lemak dengan poliol.

### 2.2.1 Minyak Nabati

Resin alkid terkenal dengan sifat yang ramah lingkungan karena menggunakan bahan dasar yang ramah lingkungan. Minyak nabati yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan resin alkid merupakan bahan yang ramah lingkungan. Selain ramah lingkungan keunggulan lain dari minyak nabati adalah harganya yang murah serta mudah dicari. Minyak nabati yang digunakan dalam pembentukan resin alkid terdapat tiga tipe, yaitu: *drying*, *semi-drying*, dan *non-drying* (karak, 2012). Biasanya, *drying oil* dan *semi-drying oil* digunakan untuk pelapis permukaan (Alam, 2014). *Drying oil* memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang banyak dan nilai iodin yang tinggi. *non-drying oil* memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang sedikit dan nilai iodin yang rendah (Deligny, 2000). Nilai iodin berpengaruh pada kecepatan pengeringan minyak nabati. Tipe dari asam lemak tak jenuh juga berpengaruh pada kecepatan pengeringan minyak nabati. Ikatan rangkap yang terdapat pada asam lemak tak jenuh yang mempercepat proses pengeringan.

Terdapat banyak jenis minyak nabati yang dapat digunakan sebagai bahan baku resin alkid seperti minyak biji rami, minyak kacang kedelai, minyak bunga matahari, minyak jagung, dan masih banyak lagi. Masing-masing minyak memiliki tipe dan kandungan minyak yang berbeda sehingga mempengaruhi karakteristiknya seperti yang dapat dilihat pada tabel II.1.

**Tabel II.1** Efek dari Tipe dan Kandungan Minyak Terhadap Karakteristik Alkid Resin

Tipe Minyak	Kandungan Minyak (%)	Minyak	Karakteristik
<i>Oxidizing</i>	$\geq 60$	Minyak kacang kedelai, minyak biji rami, minyak bunga kasumba	Larut pada pelarut alifatik, daya kering yang baik, mengkilap, daya tahan yang baik
<i>Oxidizing</i>	45-55	Minyak kacang kedelai, minyak biji rami, minyak bunga kasumba	Larut pada pelarut alifatik dan aromatik, daya kering yang baik, mengkilap, daya tahan yang baik
<i>Oxidizing</i>	$\leq 45$	Minyak kacang kedelai, minyak biji rami, minyak bunga kasumba	Larut pada pelarut hidrokarbon aromatik, kurang tahan terhadap pelarut alifatik
<i>Nonoxidizing</i>	40-60	Minyak kelapa, minyak jarak	Larut pada pencampuran pelarut alifatik dan aromatik, biasanya digunakan sebagai <i>plastisizer</i> untuk polimer termoplastik
<i>Nonoxidizing</i>	$\leq 40$	Minyak kelapa, minyak jarak	Larut pada pelarut aromatik, digunakan sebagai <i>reactive plastisizer</i>

Sumber: Tracton, 2006

Minyak kacang kedelai merupakan salah satu minyak nabati yang banyak digunakan sebagai bahan baku resin alkid. Kelebihan minyak kacang kedelai salah satunya adalah lebih murah jika dibandingkan dengan minyak bunga matahari dengan nilai iodin yang hampir sama. Kelebihan lainnya minyak kedelai memiliki daya kering yang tinggi karena memiliki kadar asam lemak tak jenuh yang tinggi. Kandungan yang terdapat pada minyak kedelai terdapat pada tabel II.3.

**Tabel II.2 Nilai Iodin Berbagai Minyak Nabati**

Minyak Nabati	Nilai Iodin
Minyak Kacang Kedelai	127
Minyak Bunga Matahari	130
Minyak Biji Rami	178
Minyak Kelapa	54
Minyak Jarak	84

Sumber: Deligny, 2000.

**Tabel II.3 Kandungan Asam Lemak Minyak Kacang Kedelai**


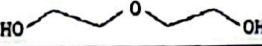
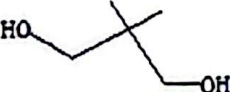
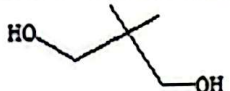
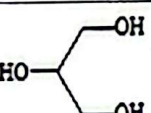
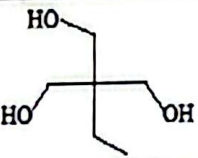
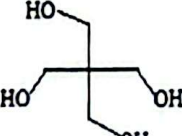
Asam Lemak	Kandungan (wt%)
Laurat	0.1
Palmitat	7-12
Stearat	2-5,5
Oleat	20-50
Linoleat	35-60
Linolenat	2-13

Sumber: Ericson, 1995

### 2.2.2 Polioli

Polioli merupakan salah satu bahan baku dalam pembuatan resin alkid. Etilen glikol, dietilen glikol, propilen glikol, dan neopentil glikol merupakan diol yg sering digunakan, gliserol dan trimetiol propan adalah triol yang sering digunakan, dan pentaeritritol merupakan tetraol yang sering digunakan. Pemilihan penggunaan polioli sebagai bahan baku resin alkid yang menjadi penentu dari tingkat percabangan pada resin alkid (Tracton, 2006). Gliserol dianggap sebagai komponen terbarukan yang bernilai untuk sintesis resin alkid, karena murah dan mudah didapatkan (Nosal, 2016). Gliserol dapat dengan mudah didapatkan dari industri biodisel, oleh karena itu gliserol sering digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan resin alkid dibandingkan polioli lainnya. Sayangnya alkid resin yang menggunakan polioli dengan tiga atau kurang dari tiga hidroksil grup seperti gliserol, membuat pelapis memiliki sifat yang buruk khususnya pada kemampuan untuk *cure* (Nosal, 2016). Oleh karena itu biasanya sifat resin alkid ditingkatkan dengan menggunakan bahan baku lain untuk menutupi kekurangan dari penggunaan gliserol.

**Tabel II.4** Macam-macam Polioliol yang digunakan sebagai Bahan Baku Resin Alkid

Jenis Polioliol	Struktur	Titik Leleh (°C)	Titik Didih (°C)
Etilen glikol		-13	193-205
Dietilen glikol		-8	245,8
Propilen glikol		-59	188,2
Neopentil glikol		120-130	213
Gliserol		18	290
Trimetiol propan		60	295
Pentaeritritol		260,5	276

Sumber: Karak, 2012

### 2.2.3 Asam Polibasa

Asam Polibasa merupakan sebutan lain dari asam poliprotik. Asam poliprotik adalah asam yang dapat melepaskan lebih dari satu ion  $H^+$ . Asam polibasa digunakan sebagai bahan baku yang penting dalam proses pembuatan resin alkid. Asam polibasa direaksikan dengan polioliol dan minyak nabati untuk menghasilkan resin alkid. Asam polibasa yang banyak digunakan untuk pembentukan resin alkid adalah ftalat anhidrida dan maleat anhidrida. Kedua bahan tersebut memiliki keunggulan masing-masing sehingga membentuk resin alkid yang memiliki sifat yang berbeda. Saat ini, banyak penelitian yang dilakukan dengan menggabungkan ftalat anhidrida dan maleat anhidrida dalam pembuatan resin alkid untuk membentuk resin alkid dengan sifat yang lebih baik.

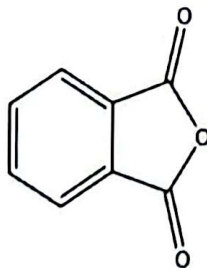
### 2.2.3.1 Ftalat Anhidrida

Ftalat anhidrida merupakan material yang banyak digunakan sebagai bahan baku pada resin alkid. Selain karena tersedianya dan harganya yang murah, ftalat anhidrida mudah dikendalikan, cukup stabil pada suhu dimana resin poliester dibuat, stabil pada paparan sinar ultraviolet, mengurangi waktu reaksi, dan menghasilkan air pada jumlah yang sedikit (Karak, 2012). Karakteristik dari ftalat anhidrida dapat dilihat pada tabel II.5.

**Tabel II.5** Karakteristik Ftalat Anhidrida

Karakteristik	Keterangan
Berat Molekul (g/mol)	166,132
Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	1,593
Bentuk Fisik	Serbuk kristalin
Titik leleh	207°C

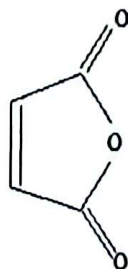
Sumber: Deligny, 2000



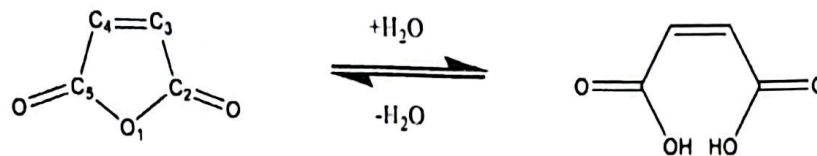
**Gambar II.1** Struktur Ftalat Anhidrida

### 2.2.3.2 Maleat Anhidrida

Maleat anhidrida merupakan senyawa kimia yang berbentuk kristal dan berwarna putih. Maleat anhidrida memiliki nama iupac 2,5 *furadione* dan rumus kimia C<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Maleat anhidrida dapat terhidrolisis oleh air dan menjadi asam karboksilat, atau bisa disebut dengan asam maleat.



**Gambar II.2** Struktur Maleat Anhidrida



**Gambar II.3** Hidrolisis Maleat Anhidrida Menjadi Asam Maleat  
Sumber: Musa, 2016

Maleat anhidrida mulai diproduksi pada tahun 1828 oleh National Aniline and Chemical di Amerika dengan menggunakan benzena sebagai bahan baku utama. Pada tahun 1977 di Amerika maleat anhidrida banyak digunakan pada pembuatan resin poliester, bahan kimia untuk agrikultur, dan lain sebagainya. (Trivedi dan Culbertson, 1982). Saat ini penggunaan maleat anhidrida sebagai bahan baku resin untuk penggunaan pelapisan banyak digunakan. Maleat anhidrida pada resin untuk penggunaan pelapisan dapat memberikan daya adhesif lebih baik dan dapat mempercepat waktu kering. (Musa, 2016)

**Tabel II.6** Karakteristik Maleat Anhidrida dan Asam Maleat

Karakteristik	Maleat Anhidrida	Asam Maleat
Warna	Putih	Putih
Bentuk fisik	Padatan	Padatan
Kekuatan tekan (kPa)	0,033	$9 \times 10^{-7}$ pada 20 °C
Massa jenis (gram/cm <sup>3</sup> )	1,48	1,59
Titik leleh (°C)	53,58	132,5 pada 101,3 kPa
Titik didih (°C)	200,1	157,8 pada 99,7 kPa

Sumber: Musa, 2016

### 2.3 Sintesis Resin Alkid

Resin alkid diproduksi melalui reaksi polikondensasi dengan mereaksikan polioliol dan asam. Reaksi dilakukan dengan gas *inert* atau dengan pelarut untuk mengurangi oksidasi yang terjadi (Tracton, 2006). Sintesis resin alkid terdapat dua metode, yaitu:

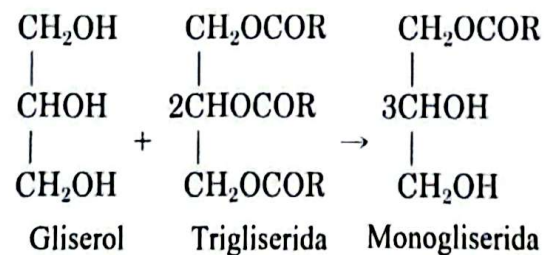
#### 2.3.1 Proses satu tahap

Proses satu tahap dilakukan dengan mereaksikan langsung asam lemak dari minyak nabati, polioliol, dan asam polibasa dengan reaksi polimerisasi kondensasi. Proses ini disebut dengan proses *fatty acid* (asam lemak). Proses ini membutuhkan biaya yang lebih besar karena asam lemak terlebih dahulu

dipisahkan dari minyak, tetapi metode ini membutuhkan proses yang lebih singkat karena prosesnya hanya satu tahap (Jayanudin, 2011).

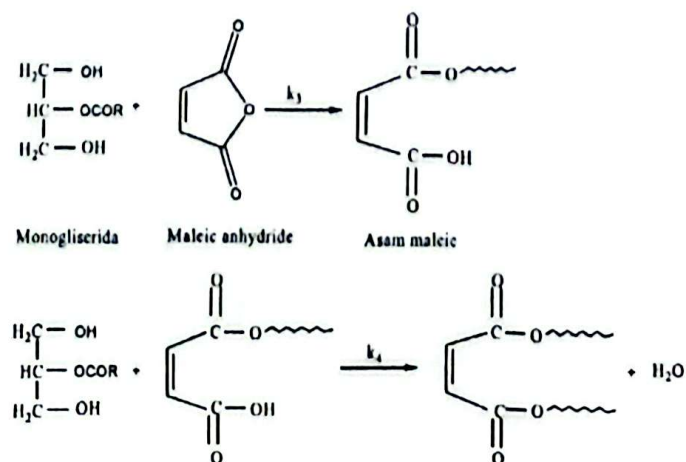
### 2.3.2 Proses dua tahap

Proses ini melalui dua tahapan, pada tahap pertama mereaksikan minyak nabati dengan gliserol menghasilkan monogliserida. Kemudian tahap kedua mereaksikan monogliserida dengan asam polibasa menghasilkan resin alkid. Pembentukan monogliserida pada tahap pertama dilakukan dengan proses alkoholisis. Pada proses alkoholisis produk yang dihasilkan tidak hanya berupa monogliserida, produk dari reaksi bisa juga berupa digliserida, trigliserida, gliserol, dan juga poligliserol (Igwe dan Ogbobe, 1999). Mekanisme reaksi proses alkoholisis pembentukan monogliserida dapat dilihat pada gambar II.4.



**Gambar II.4** Mekanisme Reaksi Pembentukan Monogliserida  
Sumber: Igwe dan Ogbobe, 1999.

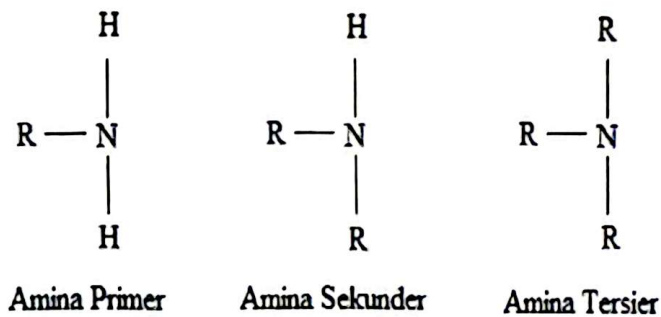
Tahapan kedua pembentukan resin alkid dilakukan melalui proses poliesterifikasi. Pada proses poliesterifikasi dihasilkan produk samping air. Mekanisme reaksi poliesterifikasi pembentukan resin alkid dapat dilihat pada gambar II.



**Gambar II.5** Mekanisme Reaksi Poliesterifikasi Resin Alkid  
Sumber: Jayanudin, 2011

## 2.4 Amina

Senyawa amina merupakan turunan dari amonia ( $\text{NH}_3$ ). Amina diklasifikasikan berdasarkan jumlah gugus alkil atau aril yang terikat pada atom nitrogen (Oullete, 2014).



**Gambar II.6** Bentuk Struktur Jenis-Jenis Amina

Sumber: Oullette, 2014.

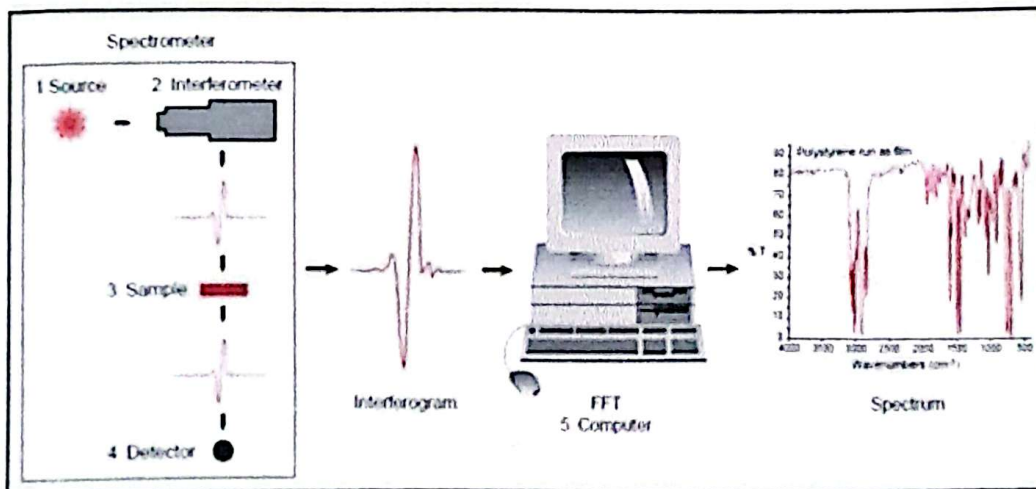
Senyawa amina yang memiliki berat molekul rendah akan berbentuk gas pada temperatur ruangan, tetapi senyawa amina yang memiliki berat molekul tinggi akan berbentuk cairan atau padatan. Senyawa amina mampu membentuk suatu ikatan hidrogen dengan air, akibatnya amina dengan berat molekul rendah yaitu kurang dari 6 atom karbon mudah larut dalam air. Selain itu amina juga larut dalam pelarut non polar seperti eter, alkohol, dan benzene (Sianturi, 2009). Senyawa amina yang memiliki berat molekul yang rendah akan berbau seperti ikan yang membusuk seperti amonia. Amonia adalah bahan amina yang umum dipakai untuk proses aminasi pada industri. Gas amonia selain lebih sesuai untuk digunakan dalam skala industri juga karena ramah lingkungan. Hal ini karena penggunaan amonia sebagai pereaksi hanya menghasilkan air sebagai produk samping (Rahmi, 2018)

## 2.5 Karakterisasi Resin Alkid

### 2.5.1 *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

FTIR merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi struktur dari senyawa organik ataupun anorganik. FTIR digunakan juga untuk mengidentifikasi bahan kimia dari polimer, cat, obat-obatan dan lainnya. Terdapat banyak jenis alat spektroskopi infra merah, tetapi FTIR merupakan alat yang paling sering

digunakan (Smith 2011). Pengukuran pada spektrum infra merah dilakukan pada cahaya infra merah tengah (*mid-infrared*) yaitu pada panjang gelombang 2,5-50  $\mu\text{m}$  atau bilangan gelombang 4000 – 200  $\text{cm}^{-1}$ . Energi yang dihasilkan oleh radiasi infra merah akan menyebabkan vibrasi atau getaran pada molekul (Dachriyanus, 2004). Hasil dari pengukuran spektrum infra merah berupa grafik yang menunjukkan presentasi transmittan yang bervariasi pada setiap frekuensi radiasi infra merah. Proses instrumental FTIR dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar II.7** Proses Instrumental pada FTIR  
sumber: Thermo Nicolet Corporation, 2011

### 2.5.2 Nuclear Magnetic Resonance (NMR)

Spektrofotometri NMR merupakan salah satu cara analisis yang berhubungan dengan sifat magnet dari inti atom. Alat ini mempelajari tentang molekul senyawa organik ataupun anorganik yang dianalisis secara spektrofotometri resonansi inti sehingga diperoleh gambaran perbedaan sifat magnet dari berbagai inti yang ada dan menduga letak inti yang terdapat dalam suatu molekul (sudjadi, 1985). Secara sederhana NMR menentukan struktur dari suatu senyawa dengan pergeseran dari inti suatu molekul. Dari sifat magnet yang dimiliki oleh atom, akan mengakibatkan interaksi dengan magnet luar yang mengakibatkan pergeseran inti atom. Penemuan pergeseran kimia memberikan berbagai kemajuan dalam kimia. Sejak saat itu spektroskopi NMR menjadi alat yang paling efektif untuk menentukan stuktur semua jenis senyawa (Takeuchi, 2006)

### 2.5.3 Uji Waktu Kering

Uji waktu kering dilakukan untuk mengetahui waktu kering dari suatu material. ASTM D1640 menjadi acuan untuk pengujian waktu kering. Berdasarkan ASTM D1640 pengujian dilakukan pada suhu ruangan. Sampel material yang akan diuji diaplikasikan pada media uji berupa gelas atau bisa dengan media lain sesuai fungsi dari material yang akan diuji seperti kayu atau batang besi, dan material diaplikasikan pada ketebalan tertentu. Pengaplikasian material pada media uji dapat menggunakan *Bar Applicator* agar memenuhi ketebalan yang diinginkan. Pada uji kering sentuh untuk mengetahui apakah sampel uji sudah kering dapat dilakukan dengan menyentuh sampel uji menggunakan jari tangan, jika sampel uji tidak tertransfer maka sampel uji sudah kering.

**Tabel II.7** Rekomendasi Ketebalan Sampel Uji

Material	Ketebalan (mils)
<i>Drying oils</i>	1,0 ± 0,1
Pernis	1,0 ± 0,1
Resin	0,5 ± 0,1
Cat minyak	1,8 ± 0,2
Cat air	1,0 ± 0,1
<i>Enamels</i>	1,0 ± 0,1
<i>Lacquers</i>	0,5 ± 0,1

Sumber: Koleske, 1995

### 2.5.4 Uji Kekerasan Menggunakan Pensil

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu material untuk menahan beban. ASTM D3363-05 merupakan standar acuan dalam pengujian kekerasan menggunakan pensil. Pengujian dilakukan menggunakan pensil dengan kekerasan dari 6B – 6H. Pengujian dimulai dengan pengolesan sampel pada media uji terlebih dahulu. Media uji yang digunakan serta ketebalan olesan film disesuaikan. Pensil yang digunakan diruncingkan dengan menyisakan ujung pensil sebanyak 5-6 mm. Selanjutnya sampel yang sudah mengering digores dimulai dengan menggunakan pensil dengan tingkat kekerasan paling

Uppg. 10. (10 poäng)

En funktion  $f$  är definierad på  $\mathbb{R}$  och har följande egenskaper:

- $f(x) = f(x+1)$  för alla  $x \in \mathbb{R}$ .
- $f(x) = 2f(x-1)$  för alla  $x \in \mathbb{R}$ .
- $f(0) = 1$ .

Bestäm  $f(x)$  för alla  $x \in \mathbb{R}$ .

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK), Jakarta Timur pada bulan Juli 2018 hingga bulan April 2019.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

1. Gelas kimia 1000 mL, 250 mL, dan 30 mL
2. Neraca analitik
3. Spatula *stainless*
4. Batang kaca pengaduk
5. Ember
6. Botol sampel
7. *Aluminium Foil*
8. Reaktor Parr kapasitas 1 L yang dilengkapi dengan pengaduk, pemanas, dan aliran pipa gas.
9. Alat uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)
10. Papan kayu
11. Pensil dengan kekerasan 6H, HB, B dan 2B

##### 3.2.2 Bahan

1. RBD *Soybean oil* dari Kimia Farma
2. Gliserol suling dari P.T Wilmar Nabati Indonesia
3. Maleat Anhidrida untuk sintesis dari Merck
4. CaO dari Merck
5. Etanol 95%
6. Gas Nitrogen dari PT. Windu Prasetya Manunggal
7. Gas Amonia dari PT. Windu Prasetya Manunggal

### 3.3 Variabel

#### 3.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Persentase bahan baku yang digunakan yaitu: minyak kacang kedelai 60%, gliserol 18%, dan maleat anhidrida 22% dari massa total produk.
2. Waktu proses alkoholisis pembentukan monogliserida selama 3 jam.
3. Temperatur proses esterifikasi pembentukan resin alkid sebesar 180 °C.
4. Waktu proses esterifikasi pembentukan resin alkid selama 3 jam.
5. Temperatur proses aminasi pembentukan resin alkid amina sebesar 100 °C.
6. Waktu proses aminasi pembentukan resin alkid amina selama 2 jam.

#### 3.3.2 Variabel Bebas

Proses pembentukan resin alkid amina didahului dengan proses pembentukan monogliserida. Variasi temperatur proses pembentukan dilakukan untuk mengetahui kondisi optimal untuk pembentukan monogliserida. Variasi yang digunakan dalam pembentukan monogliserida dapat dilihat pada Tabel III.1.

**Tabel III.1** Variasi Temperatur Proses Pembentukan Monogliserida

Sampel	Temperatur Proses (°C)
1	260
2	250
3	240

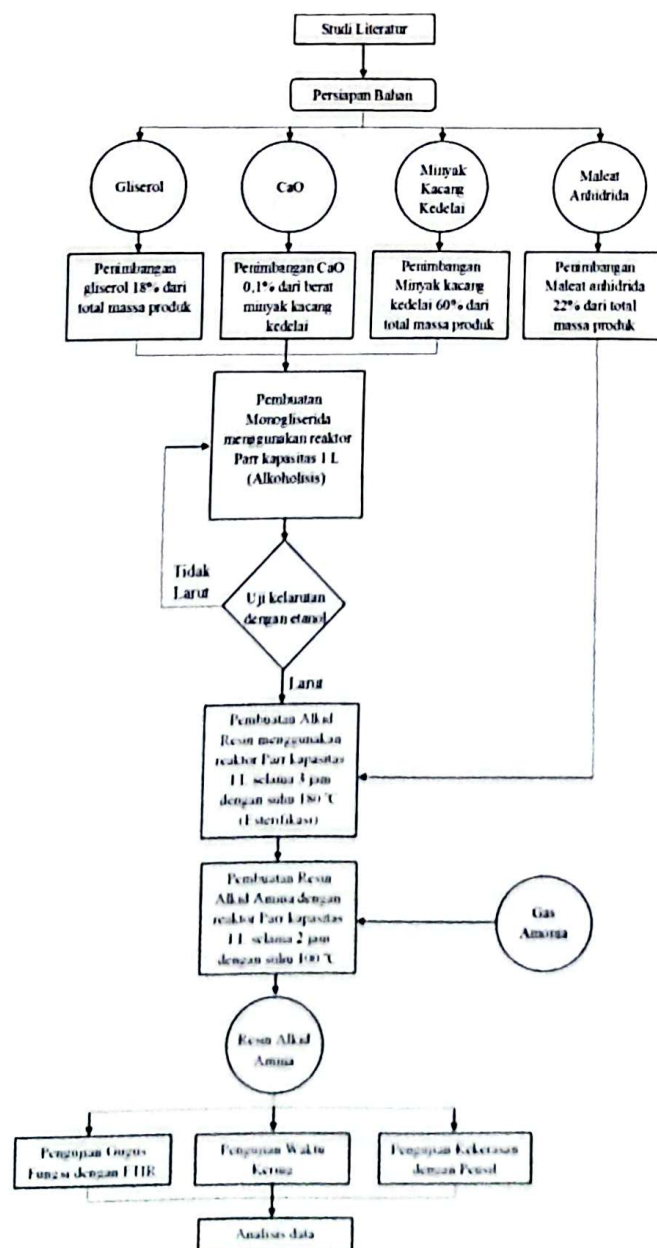
Setelah percobaan pembentukan monogliserida dilakukan, dilanjutkan dengan pembentukan resin alkid selama 3 jam dan temperatur proses 180 °C. Pembentukan resin alkid amina dilakukan dengan mereaksikan resin alkid dengan gas amonia, sehingga variasi bahan baku digunakan dalam pembuatan resin alkid. Variasi bahan baku dalam proses pembentukan resin alkid dapat dilihat pada Tabel III.2.

**Tabel III.2** Variasi Bahan Baku Pembentukan Resin Alkid

Sampel	Bahan Baku
A	Minyak kacang kedelai, gliserol, CaO sebagai katalis, dan Maleat Anhidrida
B	Minyak kacang kedelai, gliserol, CaO sebagai katalis, Maleat Anhidrida, dan Gas Amonia

### 3.4 Prosedur

Dalam pembuatan resin alkid amina prosedur dilakukan dengan beberapa tahap yaitu persiapan bahan baku dengan penimbangan bahan-bahan untuk proses, proses alkoholisis membentuk monogliserida, proses esterifikasi membentuk resin alkid, proses aminasi membentuk resin alkid amina, dan karakterisasi atau pengujian resin alkid amina. Proses alkoholisis, proses esterifikasi dan proses aminasi pada penelitian ini dilakukan menggunakan reaktor Parr kapasitas 1 L yang dilengkapi dengan pengaduk, pemanas, dan aliran pipa gas.



Gambar III.1 Skema Penelitian Pembuatan Resin Alkid Amina

### 3.4.1 Persiapan Bahan

Bahan baku yang digunakan yaitu gliserol, minyak kacang kedelai, CaO sebagai katalis dan maleat anhidrida ditimbang terlebih dahulu dengan menggunakan neraca analitik. Perbandingan yang digunakan yaitu persentase massa total produk resin yang akan dibuat dengan perbandingan gliserol 18%, minyak kacang kedelai 60%, dan maleat anhidrida 22% dari massa total produk. Katalis CaO yang digunakan sebesar 0,1% dari massa minyak kacang kedelai.

### 3.4.2 Pembentukan Monogliserida

Monogliserida dibentuk dengan mereaksikan gliserol dan minyak kacang kedelai. Katalis CaO sebanyak 0,1% dari massa minyak kacang kedelai digunakan untuk membantu dalam proses pembentukan monogliserida. Gliserol, minyak kacang kedelai, dan katalis CaO yang telah ditimbang dimasukkan kedalam tabung reaktor Parr. Proses dilakukan dalam keadaan reaktor tertutup rapat, gas nitrogen dialirkan kedalam reaktor, dan menggunakan pengaduk. Proses dilakukan dengan variasi temperatur dan waktu proses selama 3 jam.

Sampel produk monogliserida yang telah dibentuk diambil sebanyak 5 mL untuk dilarutkan dengan 5 mL etanol. Sampel dilarutkan untuk menguji untuk mengetahui pembentukan monogliserida. Dari pengujian kelarutan sampel dengan etanol diketahui tidak terdapatnya emulsi pada larutan sampel monogliserida dan etanol.

### 3.4.3 Pembentukan Resin Alkid

Setelah monogliserida dibentuk pada proses sebelumnya, selanjutnya monogliserida yang telah dibentuk direaksikan dengan maleat anhidrida untuk membentuk resin alkid. Proses dilakukan menggunakan reaktor Parr dalam keadaan reaktor tertutup rapat, gas nitrogen dialirkan kedalam reaktor, dan menggunakan pengaduk. Proses pembentukan resin alkid dilakukan selama 3 jam dengan suhu reaksi sebesar 180 °C. Proses esterifikasi dilakukan dibawah titik didih maleat sebesar 200 °C. Karena pada suhu 200 °C sebagian maleat anhidrida menguap mengakibatkan terjadinya penurunan konversi (Jayanudin, 2011).

### 3.4.4 Pembentukan Resin Alkid Amina

Resin alkid amina dibentuk dengan mereaksikan resin alkid dari proses sebelumnya dengan gas amonia. Proses pembentukan resin alkid amina dilakukan menggunakan reaktor Parr kapasitas 1 L. Resin alkid yang telah dibentuk sebelumnya dimasukkan kedalam tabung reaktor kemudian ditutup rapat. Gas amonia dialirkan kedalam reaktor untuk direaksikan dengan resin alkid amina dan proses dilakukan menggunakan pengaduk. Proses dilakukan selama 2 jam dengan suhu reaksi 100 °C.

### 3.4.5 Tahap Pengujian atau Karakterisasi

Pengujian dilakukan untuk mengetahui analisa gugus fungsi dan sifat mekanik dari resin alkid amina. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian analisa gugus fungsi, waktu kering, dan kekerasan.

#### 1. Uji Karakteristik Kimia

Uji karakteristik kimia dilakukan dengan menggunakan alat uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam produk resin alkid amina. Hasil pengujian berupa spektrum infra merah yang menunjukkan gugus fungsi pada panjang gelombang tertentu.

#### 2. Pengujian waktu kering

Pengujian waktu kering dilakukan mengacu pada jurnal penelitian sebelumnya, Ling dkk pada tahun 2015. Karena keterbatasan peralatan dan dana penelitian, pengujian dilakukan secara sederhana dengan menggunakan papan kayu sebagai media pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui perbandingan waktu kering antara sampel resin alkid dan sampel resin alkid amina. Kedua sampel diuji dengan perlakuan yang sama untuk mendapatkan hasil uji lamanya waktu kering. Sampel produk resin dioleskan pada media uji, kemudian dikeringkan didalam ruangan. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dari masing-masing sampel untuk memperoleh nilai rata-rata waktu pengeringan.

### 3. Pengujian kekerasan

Karena keterbatasan, pengujian dilakukan secara sederhana menggunakan papan kayu sebagai media pengujian dan pensil dengan kekerasan 6H, HB, B dan 2B merk Faber Castel sebagai alat uji kekerasan sampel. Pengujian dilakukan untuk mengetahui perbandingan kekerasan antara sampel resin alkid dan sampel resin alkid amina. Kedua sampel diuji dengan perlakuan yang sama untuk mendapatkan hasil uji. Kedua sampel produk dioleskan pada media uji dan dikeringkan. Sampel uji yang sudah dikeringkan kemudian di gores menggunakan pensil dengan kekerasan 6H, HB, B dan 2B dengan sudut  $45^\circ$  untuk memperoleh data nilai kekerasan sampel. Penggoresan dimulai dengan menggunakan pensil yang tingkat kekerasannya paling tinggi.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini resin alkid amina dibentuk dengan mereaksikan alkid resin dengan gas amonia. Monogliserida yang terlebih dahulu dibentuk diuji dengan melarutkan sampel monogliserida dengan etanol. Pengujian yang dilakukan untuk resin alkid amina adalah uji analisa gugus fungsi, uji kekeringan, dan uji kekerasan.

#### 4.1 Pengujian Kelarutan Monogliserida Dengan Etanol

Pada penelitian pembuatan resin alkid amina, pembentukan monogliserida dilakukan terlebih dahulu. Monogliserida dibentuk dengan mereaksikan gliserol dengan minyak kacang kedelai. Monogliserida yang terbentuk dari variasi kemudian dilanjutkan untuk diuji kelarutannya dengan etanol. Uji kelarutan monogliserida dengan etanol dilakukan untuk mengetahui kelarutan monogliserida yang dibentuk pada etanol dan tidak terdapat emulsi pada larutan.

Tabel IV.1 Hasil Uji Kelarutan Monogliserida dengan Etanol

Sampel	Temperatur (°C)	Larut dengan Etanol	Emulsi
1	260	+ -	Ada
2	250	++	Tidak Ada
3	240	++	Tidak Ada

-- Tidak Larut; + - Larut Sebagian; ++ Larut

Tabel IV.1 menunjukkan hasil dari uji kelarutan monogliserida. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa hanya sampel dengan temperatur proses sebesar 260 °C yang larut sebagian dengan etanol, sementara sampel dengan temperatur proses 250 °C dan 240 °C larut sepenuhnya dengan etanol. Dapat diketahui juga hanya sampel 1 dengan temperatur proses 260 °C yang terdapat emulsi, sementara sampel lainnya tidak terdapat emulsi setelah dilakukan pengujian kelarutan.

Berdasarkan percobaan pembentukan monogliserida dengan berbagai variasi, diperoleh monogliserida dengan tampak warna yang berbeda. Data warna produk monogliserida dapat dilihat pada Tabel IV.2.

**Tabel IV.2 Data Warna Produk Monogliserida**

Sampel	Warna
1	Coklat Cerah
2	Coklat Gelap
3	Kuning

Berdasarkan data pada tabel IV.2 dapat diketahui bahwa semua sampel monogliserida memiliki warna yang berbeda. Resin alkid yang digunakan sebagai cat tidak boleh memiliki warna yang gelap, karena akan mempengaruhi tampilan warna pada cat. Monogliserida akan direaksikan dengan maleat anhidrida untuk membentuk resin alkid. Untuk mengontrol agar resin alkid tidak berwarna gelap, maka monogliserida yang digunakan harus berwarna cerah agar tidak mempengaruhi warna resin alkid menjadi gelap. Data dari tabel IV.1 dan IV.2 menunjukkan bahwa sampel yang dapat larut dengan etanol, tidak terdapat emulsi dan berwarna cerah adalah sampel 3 dengan temperatur proses 240 °C. Berdasarkan hasil uji kelarutan dengan etanol serta pengamatan warna dari sampel monogliserida, produk monogliserida yang digunakan untuk proses selanjutnya adalah produk yang dibentuk dengan temperatur 240 °C selama 3 jam.

#### 4.2 Pengujian Analisis Gugus Fungsi

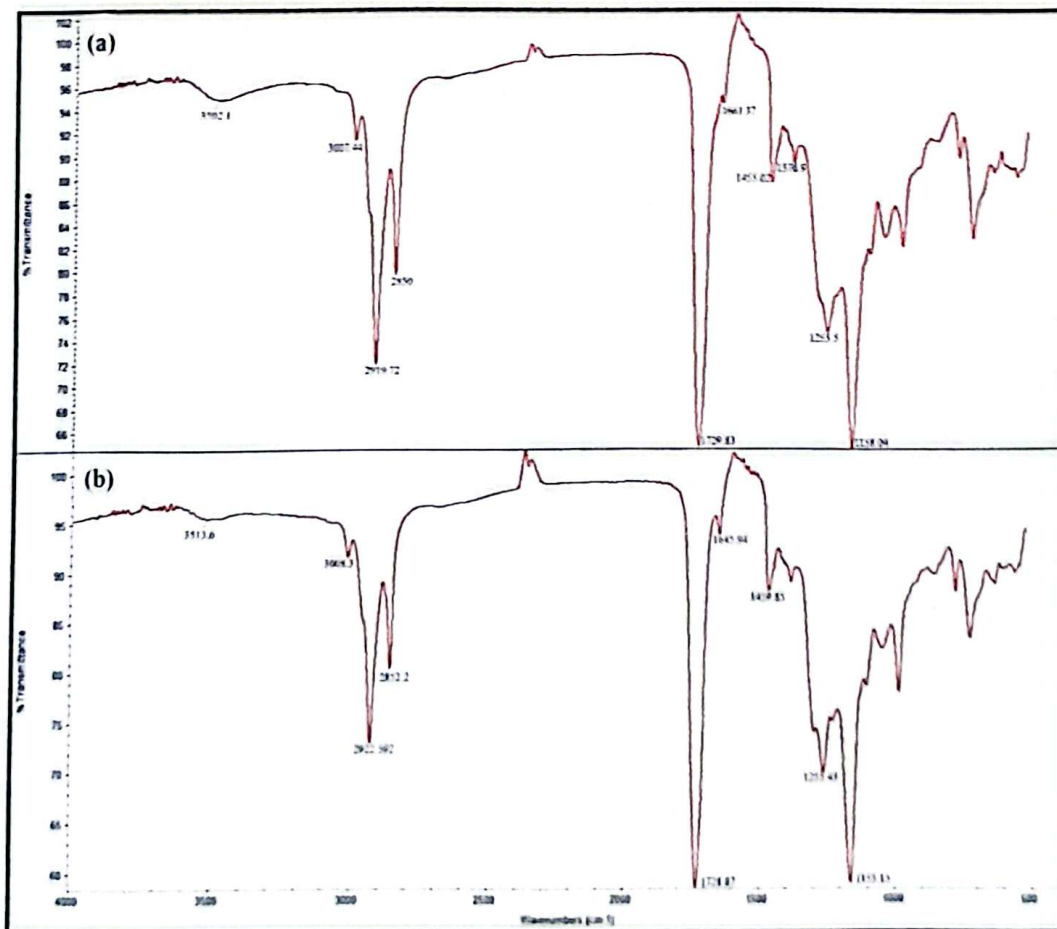
Pengujian analisa gugus fungsi dilakukan pada sampel resin alkid dan resin alkid amina. Resin alkid yang dibentuk menghasilkan resin alkid cair dan resin alkid padat. Keduanya kemudian dilakukan uji analisa gugus fungsi dengan FTIR dan didapatkan data yang dapat dilihat pada tabel IV.3.

**Tabel IV.3 Spektrum FTIR Sampel Resin Alkid Padat dan Cair**

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )		Keterangan
Resin Alkid Padat	Resin Alkid Cair	
3502,09	3513,66	Regang O-H
2850 – 3007,4	2852,2 – 3008,3	Regang C-H
1729,83	1728,87	Regang C=O
1661,37	1645,94	Regang C=C
1159,04 – 1253,5	1155,15 – 1255,43	Regang C-O-C

Munculnya gugus fungsi disekitar bilangan gelombang 1720 cm<sup>-1</sup> pada sampel Resin Alkid cair dan padat muncul regang C=O yang menunjukkan adanya gugus fungsi ester. Adanya maleat anhidrida dalam kedua sampel

ditunjukkan dengan munculnya gugus regang C=C pada bilangan gelombang 1661,37 dan 1645,94  $\text{cm}^{-1}$ . Regangan O-H muncul pada bilangan gelombang 3000  $\text{cm}^{-1}$  dan vibrasi regangan C-H yang menandakan adanya gugus alifatik muncul pada bilangan gelombang 2850 – 3007  $\text{cm}^{-1}$ . Kemudian pada bilangan gelombang 1150 – 1255  $\text{cm}^{-1}$  terdapat vibrasi gugus fungsi C-O-C (Chiplunkar, 2016). Untuk memudahkan melihat perbedaan spektrum FTIR dari sampel Resin Alkid padat dan cair, disajikan data dalam bentuk gambar IV.1.



**Gambar IV.1** Spektrum FTIR Resin Alkid (a) Sampel Padat; (b) Sampel Cair

Berdasarkan gambar IV.1 dapat diketahui bahwa tidak terlihat perbedaan signifikan pada spektrum FTIR sampel resin alkid padat dan cair. Dapat disimpulkan bahwa kedua sampel tersebut merupakan resin alkid yang berbentuk cair dan padatan. Terdapatnya resin alkid yang berbentuk padat bisa disebabkan adanya gliserol pada hasil proses alkoholisis pada pembentukan monogliserida. Reaksi alkoholisis sangat berpengaruh dalam produk alkid resin, jika reaksi

alkoholisis berhasil memperoleh monogliserida dan tidak terdapat gliserol dalam jumlah banyak maka alkid resin yang dihasilkan akan berantai linier, sedangkan jika produk hasil dari reaksi alkoholisis terdapat gliserol dalam jumlah yang banyak alkid resin yang dihasilkan akan cepat keras atau ikatan polimernya adalah *cross link* (atau ikatan silang). Gliserol memiliki tiga gugus hidroksil yang saat bereaksi dengan maleat anhidrida akan membentuk ikatan silang (Jayanudin, 2011). Terdapatnya resin alkid dalam bentuk padat juga dapat disebabkan oleh waktu proses poliesterifikasi yang belum optimal.

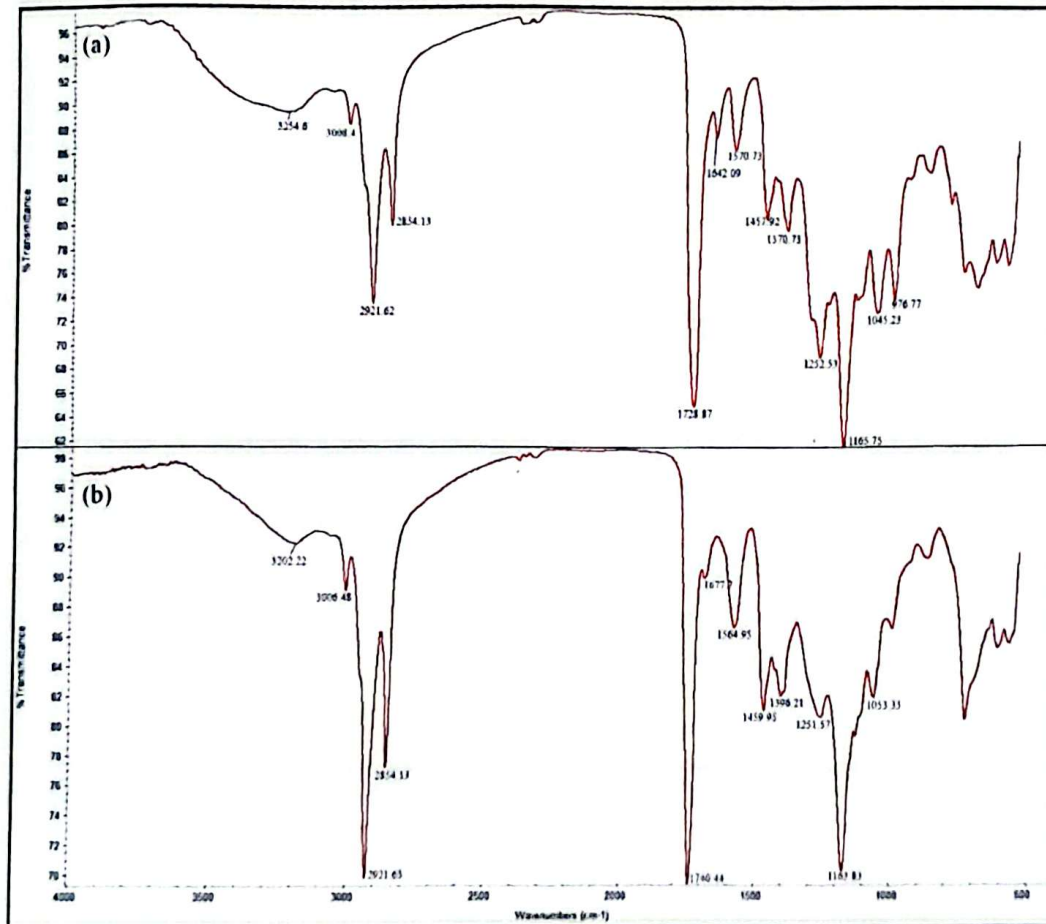
Setelah dilakukan analisa gugus fungsi pada sampel resin alkid untuk mengetahui apakah resin alkid berhasil terbentuk, resin alkid kemudian direaksikan dengan gas amonia untuk membentuk resin alkid amina. Produk resin alkid amina yang terbentuk menghasilkan resin alkid amina dalam bentuk cairan dan padatan, sama seperti sampel resin alkid tanpa penambahan gas amonia sebagai bahan baku. Selanjutnya dilakukan pengujian sampel resin alkid amina padat dan cair untuk mengetahui gugus fungsinya. Hasil pengujian sampel resin alkid amina padat dan cair dapat dililat pada tabel IV.4.

**Tabel IV.4** Spektrum FTIR Sampel Resin Alkid Amina Padat dan Cair

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )		Keterangan
Resin Alkid Amina Padat	Resin Alkid Amina Cair	
2854 – 3008	2854 – 3006	Regang C-H
1728,87	1740,44	Regang C=O
1642,09	1677,76	Regang C=C
1165 – 1252,6	1163 – 1251,57	Regang C-O-C
3245,61	3202,22	Regang -NH
1570,73	1564,95	Tekuk -NH

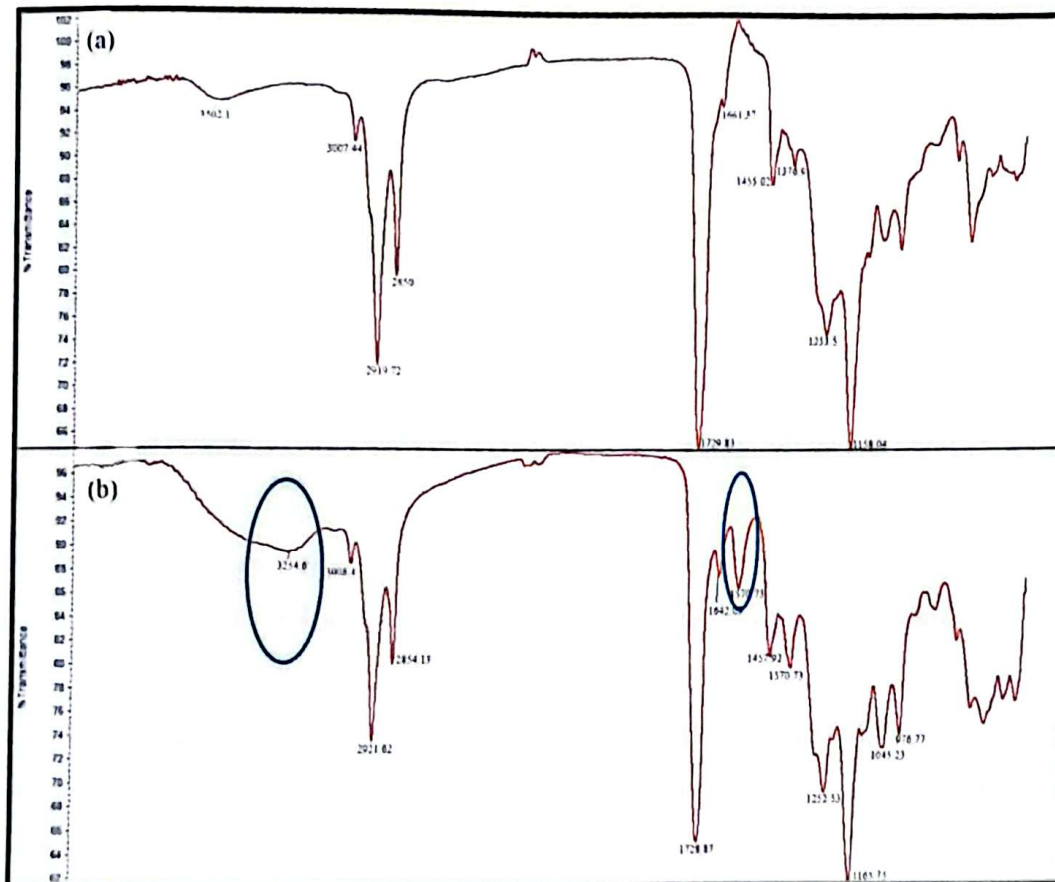
Berdasarkan data hasil analisa gugus fungsi sampel resin alkid amina padat dan cair, dapat diketahui bahwa reaksi aminasi antara resin alkid dengan gas amonia berhasil dilakukan dengan munculnya vibrasi regang -NH pada bilangan gelombang 3246,61 dan 3201,22 cm<sup>-1</sup>. Vibrasi tekuk -NH juga muncul pada bilangan gelombang 1570,73 dan 1564,95 cm<sup>-1</sup>. Amina primer akan menampilkan dua absorpsi pada bilangan gelombang antara 3200-3380 cm<sup>-1</sup>. Untuk amina sekunder akan menampilkan satu absorpsi pada bilangan gelombang antara 3200-3380 cm<sup>-1</sup> (Oullete, 2014). Dengan demikian amina yang terdapat pada

sampel resin alkid amina merupakan amina sekunder karena hanya menampilkan satu absorpsi. Gambar IV.2 disajikan untuk melihat perbedaan spektrum FTIR dari sampel resin alkid amina padat dan cair.



**Gambar IV.2** Spektrum FTIR Resin Alkid Amina (a) Sampel Padat; (b) Sampel Cair

Dapat dilihat dari gambar IV.2 bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan pada resin alkid amina berbentuk padat dan cair seperti sampel resin alkid tanpa penambahan gas amonia sebagai bahan baku. Keduanya, resin alkid amina berbentuk padat ataupun berbentuk cair menunjukkan bahwa berhasil terbentuknya resin alkid amina. Kemudian perbedaan antara sampel resin alkid dan sampel resin alkid amina berbentuk cair dapat dilihat pada gambar IV.3

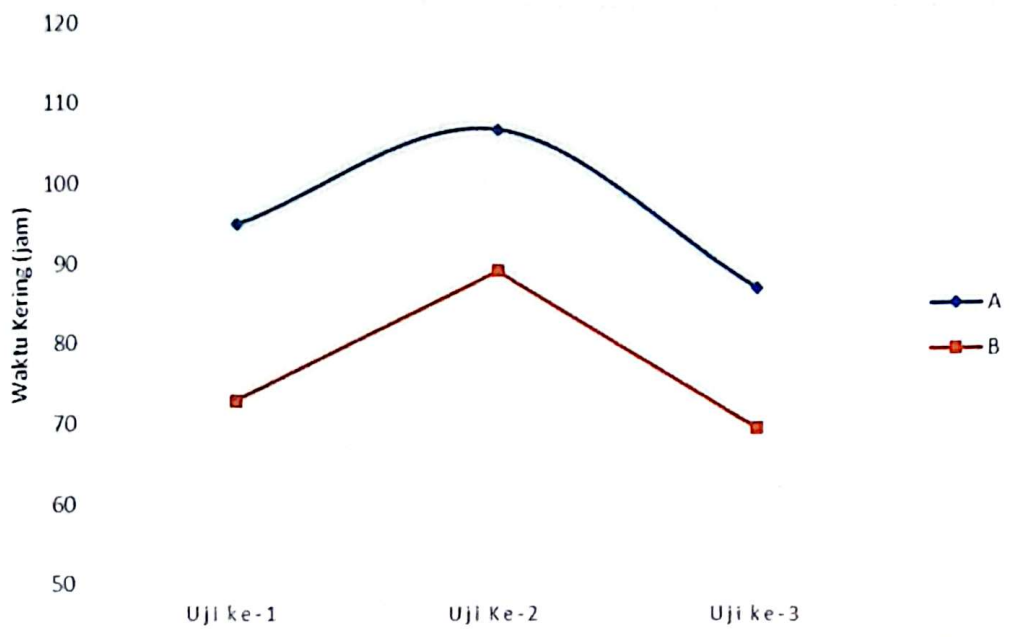


Gambar IV.3 Spektrum FTIR (a) Sampel Resin Alkid Cair; (b) Sampel Resin Alkid Amina Cair

Gambar IV.3 menunjukkan bahwa pada spektrum sampel resin alkid amina cair munculnya gugus  $-NH$  karena reaksi aminasi dengan gas amonia. Sedangkan gugus  $-NH$  tidak terlihat pada spektrum sampel resin alkid cair karena tidak melalui reaksi aminasi dengan gas amonia.

#### 4.3 Pengujian waktu kering

Uji waktu kering dilakukan untuk mengetahui perbandingan waktu kering sampel resin alkid tanpa penambahan gas amonia sebagai bahan baku dan resin alkid amina. Dari hasil uji waktu kering yang dilakukan diperoleh data pada gambar IV.4.



**Gambar IV.4** Hasil Uji Kering Resin Alkid dan Resin Alkid Amina

Berdasarkan gambar IV.4 dapat diketahui bahwa resin alkid amina yang dimodifikasi dengan penambahan reaksi aminasi dengan gas amonia memiliki waktu kering lebih cepat dibandingkan resin resin alkid tanpa penambahan gas amonia sebagai bahan baku. Waktu rata-rata pengeringan sampel resin alkid sebesar 97 jam dan sampel resin alkid amina sebesar 77,67 jam. Perbedaan rata-rata waktu kering antara sampel resin alkid dan sampel resin alkid amina adalah sebesar 19,3 jam. Jika dilihat secara langsung menggunakan mata, resin alkid amina memiliki viskositas yang labih besar dibanding resin alkid. Viskositas yang tinggi akan menguramgi waktu kering, dan nilai viskositas yang rendah akan memperpanjang waktu kering (Guner dkk, 2002). Tingginya nilai viskositas disebabkan karena banyaknya ikatan silang yang terbentuk (Ling dkk, 2013). Banyaknya ikatan silang yang terbentuk dapat dilihat dari banyaknya padatan yang terbentuk pada resin alkid amina yang dapat dilihat pada Lampiran C. Dapat disimpulkan bahwa penambahan reaksi aminasi dengan gas amonia pada resin alkid berpengaruh terhadap waktu kering resin alkid.

#### 4.4 Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekerasan dari lapisan resin. Pengujian kekerasan dilakukan

dengan menggunakan pensil dengan kekerasan 6H, HB, B dan 2B. Data hasil pengujian kekerasan ditunjukkan pada tabel IV.5.

**Tabel IV.5 Hasil Uji Kekerasan dengan Pensil**

<b>Sampel</b>	<b>Pensil 6H</b>	<b>Pensil HB</b>	<b>Pensil B</b>	<b>Pensil 2B</b>
A	-	-	+	+
B	-	+	+	+

- tergores; + tidak tergores

Dari tabel IV.5 menunjukkan bahwa resin alkid amina memiliki nilai kekuatan yang lebih besar dibanding resin alkid. Ditunjukkan dengan tergoresnya sampel resin alkid pada pensil dengan tingkat kekerasan HB, sedangkan resin alkid amina tidak tergores. Berdasarkan perbedaan tingkat ketahanan sampel pada penggoresan dengan pensil HB, menunjukkan bahwa penambahan reaksi aminasi dengan gas amonia mempengaruhi tingkat ketahanan resin alkid. Adanya gugus amina pada resin alkid meningkatkan viskositas dari resin alkid. Nilai viskositas yang tinggi akan meningkatkan kekuatan ikatan antar molekul. Karena kuatnya ikatan antar molekul membuat resin alkid amina mampu menahan beban yang lebih baik dibandingkan dengan resin alkid tanpa penambahan proses aminasi dengan gas amonia. Tetapi hasil pengujian ini tidak bisa dijadikan acuan nilai ketahanan resin alkid amina karena tidak sesuai dengan ASTM D 3363-05.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang kami lakukan maka kami memperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil uji karakteristik kimia pada resin alkid amina yang ditampilkan dalam spektrum FTIR terdapat gugus-gugus yang sama seperti yang muncul pada spektrum resin alkid tanpa modifikasi gas amonia. Vibrasi tekuk  $-NH$  muncul pada bilangan gelombang 1570,73 dan 1564,95  $cm^{-1}$  pada spektrum resin alkid amina menandakan terdapatnya gugus amina. Pada spektrum resin alkid amina juga muncul vibrasi regang  $-NH$  pada bilangan gelombang 3246,61 dan 3201,22  $cm^{-1}$  menunjukkan adanya amina sekunder. Jadi, bisa dikatakan berhasilnya proses mereaksikan resin alkid dengan gas amonia.
2. Pengaruh modifikasi penambahan reaksi aminasi pada resin alkid membuat waktu kering yang dibutuhkan lebih cepat dibandingkan dengan resin alkid tanpa penambahan modifikasi.
3. Hasil uji kekerasan dengan pensil menunjukkan resin alkid dengan penambahan reaksi aminasi memiliki kekerasan yang lebih baik dibandingkan resin alkid tanpa penambahan modifikasi.

#### 5.2 Saran

Dari rangkaian penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran untuk pengembangan penelitian ini:

1. Perlu dilakukan uji karakteristik kimia dengan FTIR dan *Gas Chromatography* pada produk hasil proses alkoholisis.
2. Untuk mengetahui struktur kimia dari resin alkid amina, perlu dilakukan uji spektrokopi dengan NMR.

3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui waktu dan temperatur proses aminasi yang optimal dalam pembentukan resin alkid amina.
4. Perlu dilakukan uji kekerasan dengan pensil sesuai dengan standar ASTM D3363-05.
5. Untuk mengetahui kadar amina yang terkandung dalam resin alkid amina, perlu dilakukan pengujian lanjutan dengan uji kadar amina.
6. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian-pengujian lainnya untuk mengetahui karakteristik produk resin alkid yang dimodifikasi dengan gas amonia selain dari tingkat kekerasan dan daya keringnya.
7. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk uji aplikasi resin alkid amina sebagai bahan baku pada cat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Zaki, "Principle of Corrosion Engineering and Corrosion Control", Elsevier, 2006.
- Alam, Manawwer, Akram, D., Sharmin, E., Zafar, F., Ahmad, S., "Vegetable Oil Based Eco-friendly coating materials: a review article", Journal of Chemistry, 2014.
- ASTM International, "Standard Test Methods for Film Hardness by Pencil Test", Unites States, 2005.
- B. C. Trivedi, & B. M. Culbertson, "Maleic Anhydride", Springer US, 1982.
- Chiplunkar, Pranali P., Pratap, Amit P., "Utilization Sunflower Acid Oil for Synthesis of Alkyd Resin", Progress in Organic Coatings 93, 61-67, 2016
- Dachriyanus, "Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektrokopi", LPTIK Universitas Andalas, 2004.
- Deligny, P., Tuck, N., "Resins For Surface Coating", Sita Technology, 2000.
- Ericson, David R., editor, "Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization", Elsevier, 1995
- Guner, F. S., Gumusel, A., Calica, S., Erciyes, A.T., "A Study of Film Properties of Some Urethane Oils", Journal of Coatings Technology 74, 2002.
- Hofland, "Alkyd Resins: From Down and Out to Alive and Kicking", Progress in Organic Coatings 73, 274-282, 2012.
- Igwe, O., dan Ogbobe, O., "Studies on the Alcoholysis of Some Seed Oils", Federal University of Technology, 1998.
- Jayanudin, Rochmadi, Arief, B., "Pengaruh Suhu Reaksi Alkoholisis Terhadap Derajat Polimerisasi *Alkyd Resin* Termodifikasi Minyak Jagung", Prosiding Nasional Teknik Kimia "Kejuangan", Yogyakarta, 2011.
- Karak, "Vegetable oil-based Polyesters", Woodhead Publishing Limited, 2012.
- Kementerian Perindustrian, "Laporan Ekspor Impor Industri Pengolahan Bulan Juni 2018", 2018.
- Koleske, J. V., "Paint and Coating Testing Manual", American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1995.

- Ling, J. S., M. Issam A., Ghazali, A., Khairuddean, M., "Novel Poly(alkyd-urethane)s from Vegetable Oils: Synthesis and Properties", *Industrial Crops and Products* 52 (2014), 74-84, 2014.
- McKeen, Laurence W., "Fluorinated Coatings and Finishes Handbook, Second Edition", Elsevier, 2006.
- Musa, Osama M., editor "Handbook of Maleic Anhydride Based Materials Synthesis, Properties, and Applications", Springer, 2016.
- Nosal, H., Nowicki, J., Warzala, M., Sameniuk, I., & Ewa, Sabura, "Synthesis and Characterization of Alkyd Resin Based on Camila Sativa Oil, Glycerol, and Selected Epoxidized Vegetable Oils as Fungsional Modifiers", *Progress in Organic Coatings* 101, 553-568, 2016.
- Oullette, "Organic Chemicals: Structure, Mechanism, Synthesis", Elsevier, 2014.
- Rahmi, D., "Aminasi *Hyperbranched Polygloserol* (HPG) dengan Gas Amonia", *Jurnal Kimia dan Kemasan*, Vol.40, 57-62, 2018.
- Sianturi, S., "Reaksi Aminasi Gliserol dalam Berbagai Tekanan Gas Amoniak dengan Katalis Nikel", tesis tidak diterbitkan, Universitas Sumatera Utara, 2009.
- Smith, B. C., "Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy", Taylor & Francis Group, 2011.
- Sudjadi, "Penentuan Struktur Senyawa Organik", Ghalia Indonesia, Jakarta, 1985.
- Takeuchi, Y., "Buku Teks Pengantar Kimia", Penerjemah Ismunandar, Iwanami Publishing Company, 2006.
- Technavio, "Global Alkyd Resin Market 2019-2023", 2018 [https://www.technavio.com.](https://www.technavio.com/), diakses tanggal 8 April 2019.
- Tracton, Arthur A., editor, "Coatings Technology Handbook, Third Edition", Taylor & Francis Group, 2006.

**LAMPIRAN A**  
**GAMBAR ALAT DAN BAHAN**



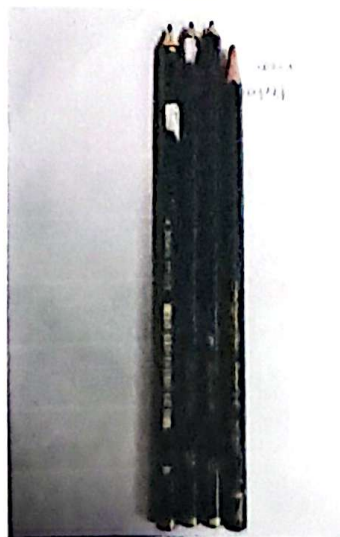
Reaktor Parr Kapasitas 1 L



Neraca Analitik



Papan kayu



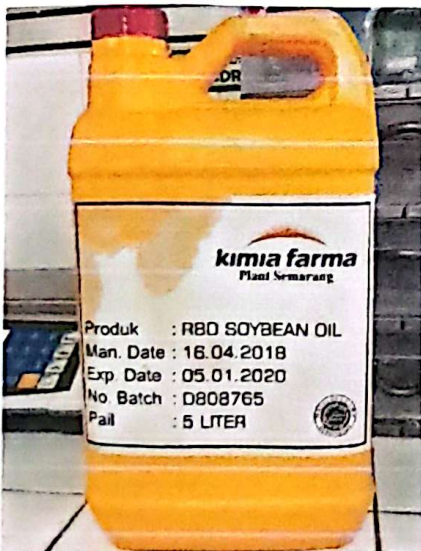
Pensil uji



Alat uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*



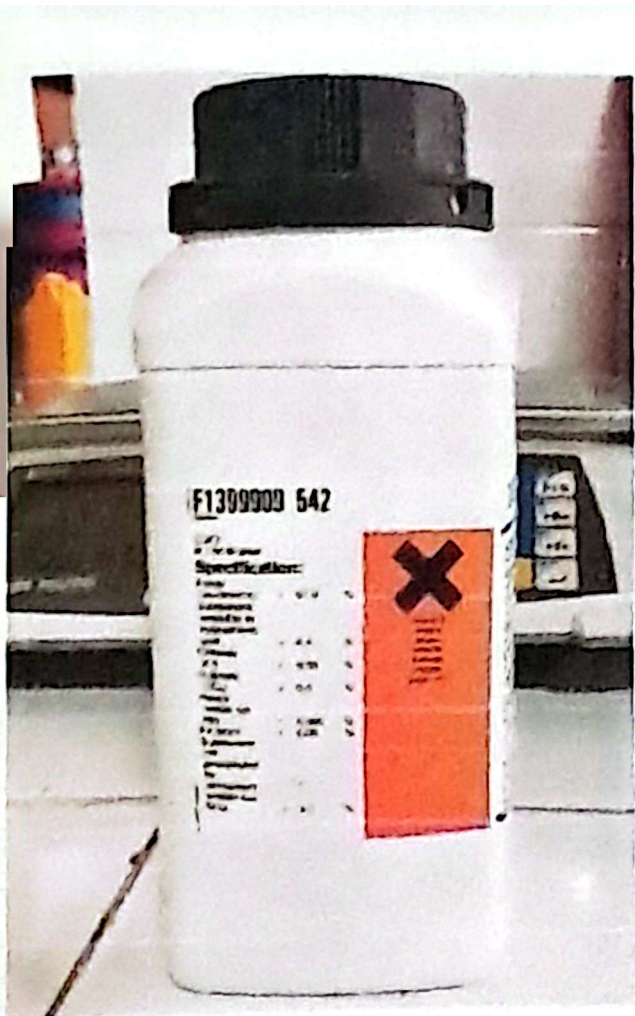
Maleat Anhidrida



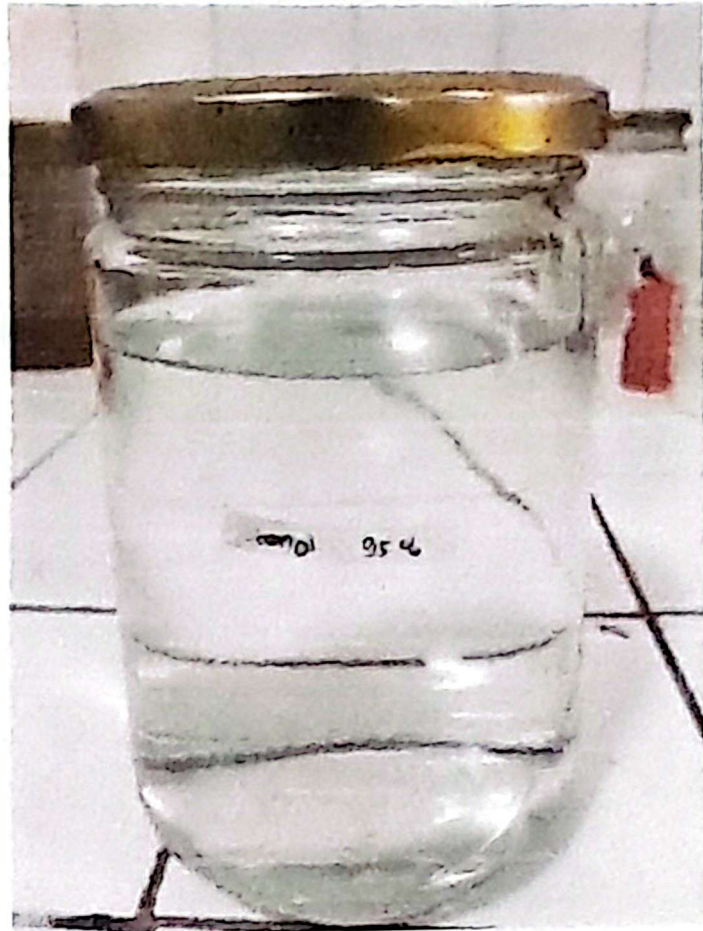
RBD *Soybean oil*



Gliserol suling



CaO



Etanol 95%



Gas Nitrogen

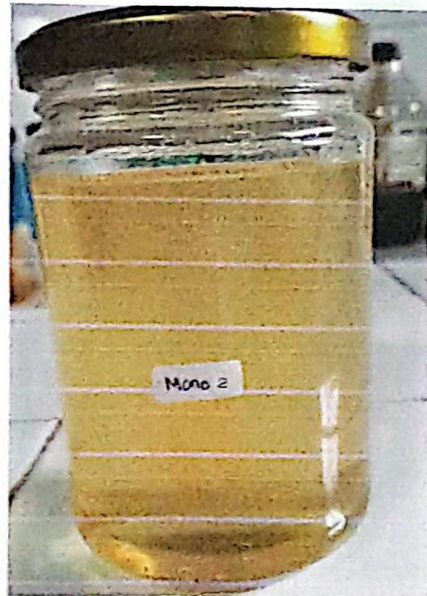


Gas Nitrogen

**LAMPIRAN B**  
**GAMBAR SAMPEL PENELITIAN**



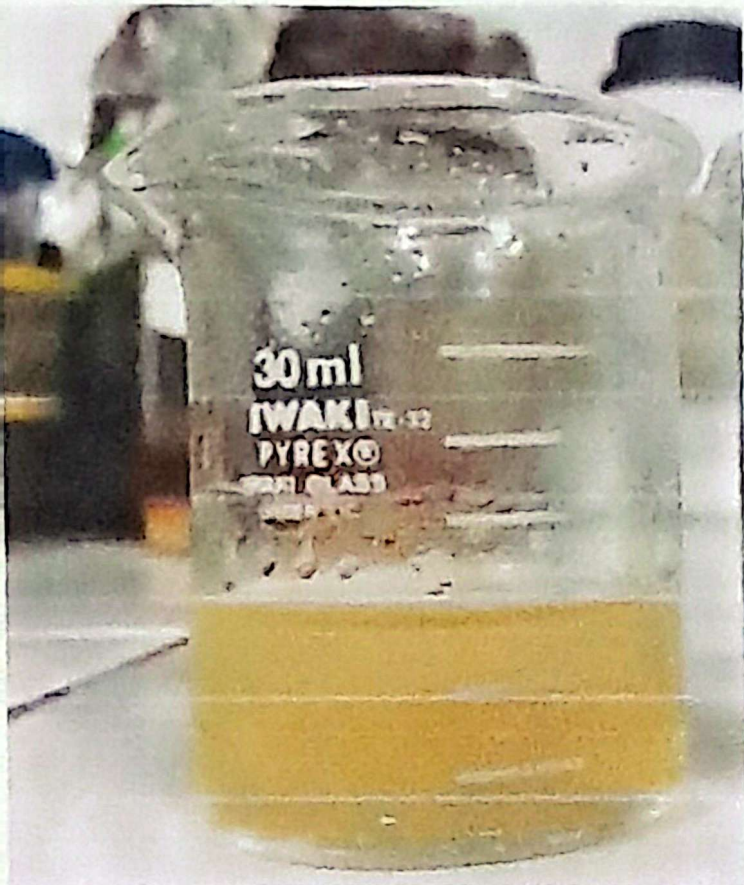
**Monogliserida 1**



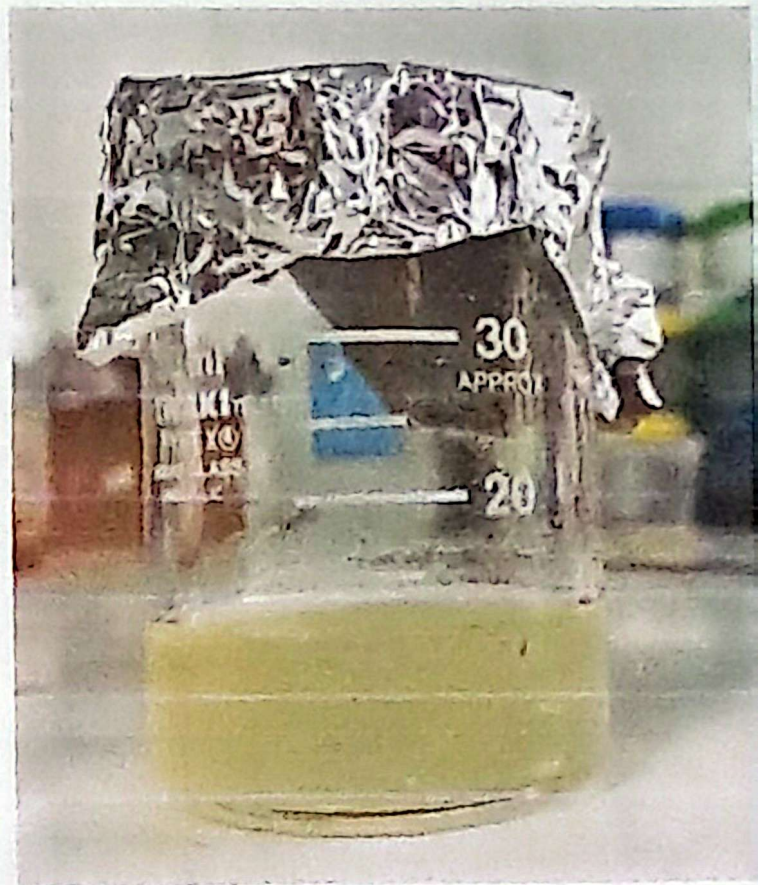
**Monogliserida 2**



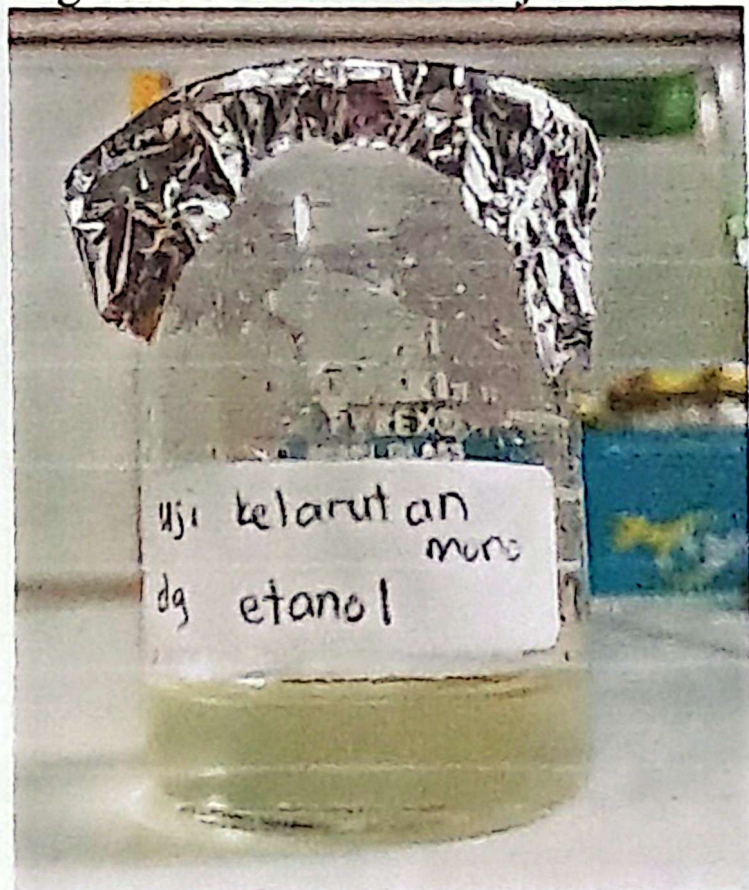
**Monogliserida 3**



Uji Kelarutan Monogliserida 1



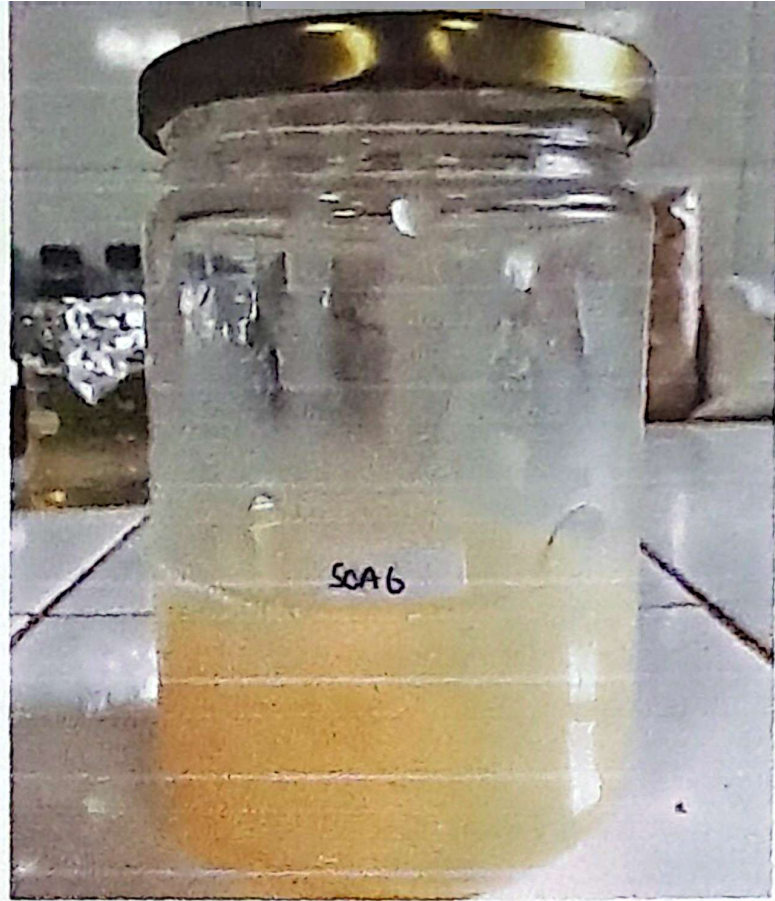
Uji Kelarutan Monogliserida 2



Uji Kelarutan Monogliserida 3



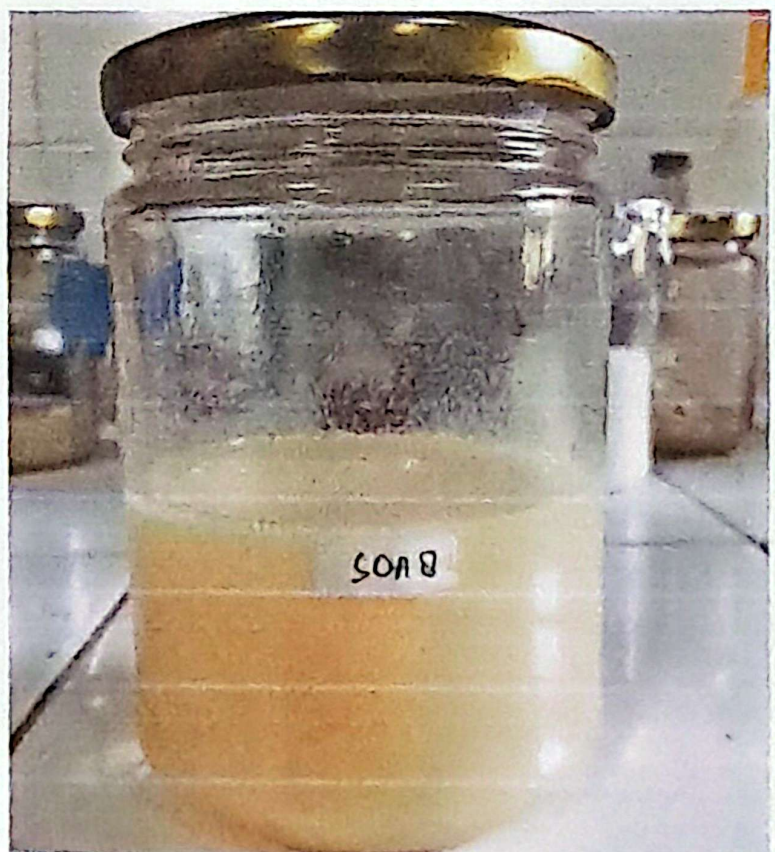
Resin Alkid Padat



Resin Alkid Cair



Resin Alkid Amine Padat



Resin Alkid Amine Cair

## LAMPIRAN C

Massa produk yang akan dibentuk = 400 gram.

### 1. Proses pembentukan monogliserida

#### • Sampel Monogliserida 1

Temperatur reaksi	260 °C
Waktu reaksi	3 jam
Berat gliserol	72 gram
Berat minyak kacang kedelai	240 gram
CaO (0,1%)	0,24 gram
Berat produk	305 gram

#### • Sampel Monogliserida 2

Temperatur reaksi	250 °C
Waktu reaksi	3 jam
Berat gliserol	72 gram
Berat minyak kacang kedelai	240 gram
CaO (0,1%)	0,24 gram
Berat produk	309 gram

#### • Sampel Monogliserida 3

Temperatur reaksi	240 °C
Waktu reaksi	3 jam
Berat gliserol	72 gram
Berat minyak kacang kedelai	240 gram
CaO (0,1%)	0,24 gram
Berat produk	310 gram

### 2. Proses pembentukan resin alkid

#### • Sampel Resin alkid

Temperatur reaksi	180 °C
Waktu reaksi	3 jam
Berat monogliserida	72 gram
Berat Maleat anhidrida	88 gram
Berat Produk padat	60 gram
Berat Produk cair	320 gram
Berat produk air	0,021 gram

• Sampel Resin alkid amina

Temperatur reaksi esterifikasi	180 °C
Temperatur reaksi aminasi	100 °C
Waktu reaksi esterifikasi	3 jam
Waktu reaksi aminasi	2 jam
Berat monogliserida	72 gram
Berat Maleat anhidrida	88 gram
Berat produk air esterifikasi	0,21 gram
Berat produk air aminasi	1,2 gram
Berat Produk padat	75 gram
Berat Produk cair	310 gram