

No. Dok: 6050
Copy : 1

D
665-353
Mog
S-

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID
DARI MINYAK JARAK, GLISEROL DAN FTALAT
ANHIDRIDA**

**DI BALAI BESAR KIMIA DAN KEMASAN
(Januari – Juni 2020)**

TUGAS AKHIR

Oleh
IVANA MAGDALENA
NIM: 1516042

DATA BUKU PERPUSTAKAAN

Tgl Terima	16 / 4 / 2022
No Induk Buku	185 / HSP / STMI / 2022



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
2020**

SUMBANGAN ALUMNI

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID
DARI MINYAK JARAK, GLISEROL DAN FTALAT
ANHIDRIDA**

**DI BALAI BESAR KIMIA DAN KEMASAN
(Januari – Juni 2020)**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Bidang Teknik dari
Politeknik STMI Jakarta**

**Oleh
IVANA MAGDALENA
NIM: 1516042**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
2020**

ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID DARI MINYAK JARAK, GLISEROL DAN FTALAT AHIDRIDA

Oleh

Ivana Magdalena

NIM: 1516042

(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Ada banyak alternatif cara dikembangkan untuk memperbaiki kekurangan yang ditemukan pada resin alkid dalam hal tahapan sintesisnya yang membutuhkan waktu yang cukup panjang agar sesuai dengan standar karakteristik resin alkid. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu proses sintesis dan karakteristik resin alkid dengan menggunakan minyak jarak sebagai bahan nabati. Proses sintesis resin alkid dilakukan dalam reaktor tertutup merek PARR berkapasitas 1 L yang dilengkapi dengan pemanas dan pengaduk. Mula-mula reaktor diisi minyak jarak, gliserol dan katalis basa (NaOH) dalam jumlah tertentu, lalu pemanas dan pengaduk dihidupkan, proses alkoholisis berlangsung pada suhu 240°C dengan perbandingan waktu proses selama 2,5 jam dan 3 jam. Keadaan proses untuk tahapan proses alkoholisis dengan waktu proses 2,5 jam dan 3 jam sama-sama menghasilkan monogliserida yang larut dalam etanol, selanjutnya monogliserida ditambahkan ftalat anhidrida dilakukan pemanasan pada suhu 220°C dan perbandingan waktu proses selama 2 jam dan 3 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada waktu proses esterifikasi selama 3 jam menghasilkan karakteristik yang lebih baik dalam hal kekerasan, daya tahan terhadap air dan juga memiliki waktu kering selama 3 hari, sedangkan analisis gugus fungsi terlihat adanya ikatan C=O stretching yang menunjukkan terbentuknya senyawa ester pada bilangan gelombang 1725,104 cm⁻¹ dengan intensitas yang tinggi dibandingkan dengan variasi lain.

Kata kunci: resin alkid, minyak jarak, alkoholisis, esterifikasi, kekerasan, kecepatan pengeringan, daya tahan terhadap air

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID DARI MINYAK JARAK, GLISEROL DAN FTALAT ANHIDRIDA

Ivana Magdalena

NIM : 1516042

(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, Agustus 2020

Menyetujui

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Fitria Ika Arvanti, S.T., M.Eng
NIP. 198505112014022001

Dosen Pembimbing



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng
NIP. 195609101984032002

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID DARI MINYAK JARAK, GLISEROL, DAN FTALAT ANHIDRIDA

Ivana Magdalena

NIM : 1516042

(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, September 2020

Pembimbing



Dr. Dwinna Rahmi, M. Eng
NIP. 196710051993032004

**HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS
AKHIR**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID
DARI MINYAK JARAK, GLISEROL DAN FTALAT
ANHIDRIDA**

Ivana Magdalena Alfons

NIM : 1516042

(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, Agustus 2020

Penguji 1

Penguji 2

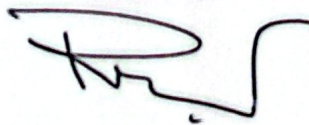


Ir. Untung Pravudie, MTA
NIP. 196102081991031001



Ella Melvna, ST, MT
NIP. 199103062018012001

Dosen Pembimbing



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng
NIP. 195609101984032002

**HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS
AKHIR**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID
DARI MINYAK JARAK, GLISEROL DAN FTALAT
ANHIDRIDA**

Ivana Magdalena Alfons

NIM : 1516042

(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, September 2020

Penguji 1



Ir. Untung Pravudie, MTA
NIP. 196102081991031001

Penguji 2



Dr. Erfina Oktariani, ST, MT
NIP. 198210012014022001

Penguji 3



Fitria Ika Arvanti, ST, M.Eng
NIP. 198505112014022001

Dosen Pembimbing



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng
NIP. 195609101984032002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Ivana Magdalena
NIM : 1516042
Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir yang saya buat dengan judul Sintesis dan Karakterisasi Resin Alkid dari Minyak Jarak, Gliserol, dan Ftalat Anhidrida:

- 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 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 dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada tugas akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang diatas, maka tugas akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Agustus 2020



Ivana Magdalena

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “sintesis dan karakterisasi resin alkid dari minyak jarak, gliserol, dan ftalat anhidrida”. Penyusunan laporan ini merupakan salah satu syarat penyelesaian akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK), Kementerian Perindustrian R.I. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2020 sampai dengan Mei 2020. Pada kesempatan ini penyusun juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dan mendukung selama pelaksanaan dan penyusunan laporan ini terutama kepada:

1. Tuhan yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya.
2. Orang tua, kakak dan adik penyusun yang selalu mendoakan dan mendukung.
3. Dr. Mustofa, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
4. Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
5. Ir. Rochmi Widjajanti M.Eng. selaku dosen pembimbing penelitian di Politeknik STMI Jakarta
6. Dr. Dwinna Rahmi selaku pembimbing penelitian di laboratorium Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK).
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari keterbatasan dan kemampuan dalam menyusun laporan ini. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga berguna bagi penyusun untuk menyempurnakan Laporan Tugas Akhir. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, Agustus 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS AKHIR	v
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR	vi
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
 Bab I Pendahuluan	 1
I.1 Latar Belakang Masalah	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan Penelitian	4
I.5 Manfaat Penelitian	4
 Bab II Tinjauan Pustaka	 5
II.1 Resin Alkid	5
II.2 Jenis alkid	7
II.2.1 Long Oil Alkyd (LOA)	7
II.2.2 Medium Oil Alkyd (MOA)	8
II.2.3 Short Oil Alkyd (SOA)	8
II.3 Bahan Baku Resin Alkid	8
II.3.1 Polioliol	9
II.3.1.1 Gliserol	9
II.3.1.2 Trimetilolpropana	9
II.3.1.3 Trimetiloletana	10
II.3.1.4 Pentaeritritol	10
II.3.1.5 Neopentil Glikol	11
II.3.1.6 Dipentaeritritol	11
II.3.1.7 Glikol	12
II.3.2 Minyak Nabati	12
II.3.2.1 Minyak Jarak	13
II.3.2.2 Minyak Biji Rami	14
II.3.2.3 Minyak Kedelai	14
II.3.2.4 Minyak Kelapa Sawit	15
II.3.2.5 Minyak Jagung	15
II.3.3 Poliasam	16
II.4 Sintesis Resin Alkid	18
II.4.1 Reaksi Alkoholisis	18
II.4.2 Reaksi Esterifikasi	21

II.5 Karakterisasi Produk Hasil Proses	22
II.5.1 Analisis Gugus Fungsi dengan Spektrofotometer FTIR	22
II.5.2 Pengujian Waktu Pengeringan	23
II.5.3 Pengujian Kekerasan (<i>Pencil Test</i>)	24
II.5.4 Pengujian Kelarutan terhadap air	25
 Bab III Metode.....	26
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26
III.2 Alat dan Bahan	26
III.2.1 Alat	26
III.2.2 Bahan	26
III.3 Variabel	27
III.3.1 Variabel Tetap	27
III.3.2 Variabel Bebas	27
III.4 Prosedur Penelitian	28
III.4.1 Sintesis Resin Alkid	29
III.4.1.1 Pembentukan Monogliserida	29
III.4.1.2 Pembentukan Senyawa Alkid	30
III.4.2 Analisis dan Pengujian Resin Alkid	31
III.4.2.1 Analisis Gugus Fungsi	31
III.4.2.2 Pengujian Kekeringan	31
III.4.2.3 Pengujian Kekerasan	31
III.4.2.4 Pengujian Kelarutan terhadap Air	31
 Bab IV Hasil dan Pembahasan	33
IV.1 Hasil Sintesis Resin Alkid	33
IV.1.1 Pengaruh Waktu Proses Alkoholisis	33
IV.1.2 Pengaruh Waktu Proses Esterifikasi	34
IV.2 Karakteristik Resin Alkid	35
IV.2.1 Hasil Uji Kekerasan dan Kekeringan	35
IV.2.2 Hasil Uji Daya Tahan terhadap Air	36
IV.2.3 Hasil Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR	37
 Bab V Penutup.....	39
 DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Lembar Permohonan Tugas Akhir.....	43
LAMPIRAN B	Lembar Keterangan Diterimanya Tugas Akhir.....	44
LAMPIRAN C	Lembar Bimbingan Tugas Akhir	45
LAMPIRAN D	Lembar Surat Tugas Dosen Pembimbing.....	47
LAMPIRAN E	Perhitungan	48
LAMPIRAN F	Gambar Alat dan Bahan	50
LAMPIRAN G	Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku	51
LAMPIRAN H	Gambar Hasil Proses Penelitian.....	56
LAMPIRAN I	Gambar Hasil Pengujian	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Struktur Resin Alkid Ftalat	6
Gambar II.2	Struktur Gliserol	9
Gambar II.3	Struktur Trimetilolpropana	10
Gambar II.4	Struktur Trimetiloletana	10
Gambar II.5	Struktur Pentaeritritol	11
Gambar II.6	Struktur Neopentil glikol	11
Gambar II.7	Struktur Dipentaeritritol	12
Gambar II.8	Struktur (a) Propilen Glikol dan (b) Dietilen Glikol	12
Gambar II.9	Struktur Asam Ftalat	16
Gambar II.10	Struktur Maleat Anhidrida	18
Gambar II.12	Pembentukan Monogliserida	19
Gambar II.13	Reaksi Esterifikasi antara Monogliserida dan Asam Ftalat	21
Gambar III.1	Diagram alir penelitian sintesis resin alkid dari minyak jarak, gliserol dan ftalat anhidrida	29
Gambar IV.1	Spektrum perbandingan antara resin alkid minyak jarak, resin alkid minyak jarak 1 dan resin alkid minyak jarak 2	37

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1	Sifat fisikokimia minyak jarak	14
Tabel II. 2	Sifat dan Karakteristik Ftalat Anhidrida	17
Tabel II. 3	Tahap 1 Reaksi Alkoholisis	20
Tabel II. 4	Analisis gugus fungsi FTIR resin castor oil	23
Tabel III. 1	Matriks Penelitian Proses Alkoholisis	27
Tabel III. 2	Matriks Penelitian Proses Esterifikasi	28
Tabel IV. 1	Hasil Reaksi Esterifikasi	34
Tabel IV. 2	Hasil Uji Kekerasan Resin Alkid	35
Tabel IV. 3	Hasil daya kelarutan dalam air	36
Tabel IV.4	Data Spektrum FTIR Senyawa Hasil Proses Esterifikasi	38

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
NaOH		2
PbO		2
FTIR		3
SNI	Standar Nasional Indonesia	7
FFA	<i>Free Fatty Acid</i> (kandungan asam lemak bebas)	8
PP	<i>Phenolphthalein</i> (Indikator)	8
LOA	<i>Long Oil Alkyd</i>	8
MOA	<i>Medium Oil Alkyd</i>	9
SOA	<i>Short Oil Alkyd</i>	9
OH	Gugus Hidroksil	10
Tri-	Tiga ikatan	13
Di-	Dua ikatan	13
Mono-	Satu ikatan	14
ASTM	<i>American standard testing and material</i>	22
IR	Inframerah	23
N ₂	Nitrogen	27
LAMBANG		
%	Persen	3
cm ⁻¹	Satuan frekuensi dalam spektrum IR atau bilangan gelombang	3
g/100g lemak	Kandungan asam lemak atau jumlah (gram) iod yang dapat diikat oleh 100 gram lemak	7
mg KOH/1 g lemak	Jumlah milligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas dari 1 gram minyak atau lemak	7
Poise	Satuan viskositas dinamis dalam sistem satuan gram/cm.s	7
g/mol		10
°C	Celsius	10
F	Fahrenheit	10
mmHg		10
Ppm	<i>parts per million</i>	16
Rpm		21
ft ³ /minutes		21
mL	Milliliter	27
L	Liter	27

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan Industri cat semakin meningkat seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Peningkatan kebutuhan ini dikarenakan *binder* yang terdapat dalam bahan pembentuk cat sangat berperan terhadap kualitas cat. Dalam komponen cat, polimer berfungsi sebagai *binder* (media perekat) untuk merekatkan komponen lain seperti pigmen dan ekstender pada permukaan yang dilapisi. Banyak hal dari performa cat ditentukan oleh jenis *binder* yang tercampur dalam formulasi cat (Goldschmidt dan Streitberger, 2007). Ada berbagai jenis senyawa polimer yang digunakan sebagai binder dalam formulasi cat, baik itu senyawa polimer alam maupun polimer sintetik, salah satunya adalah resin alkid.

Hal ini memacu para peneliti untuk mengembangkan cat resin alkid dengan keunggulan resin alkid yaitu memiliki daya rekat yang kuat terhadap logam, tahan terhadap air, asam, basa kuat/lemah dan pelarut organik, stabil terhadap cahaya (Nawalade, 2015). Alkid merupakan *polyester* yang dimodifikasi melalui ikatan tak jenuh dari minyak nabati yang mengering (*drying oil*). Pada Industri pelapis (*coating*) seperti cat, alkid termasuk bahan yang penting digunakan untuk pengecatan dekoratif pada kayu atau besi. Pada saat ini Industri cat mempertimbangkan ekspansi pemakaian resin alkid untuk industri *automobile*, untuk *coating* anti korosi (Hlaing dan Oo, 2008).

Industri yang menggunakan resin alkid sintesis, kebanyakan menghasilkan emisi komponen solven organik volatil *coating* yang berpotensi *hazard* ke lingkungan dan limbahnya sukar terdegradasi (Ikhuoria dkk., 2007). Penggunaan minyak untuk memproduksi resin alkid memberikan efek yang baik pada hasil akhir dari resin alkid sesuai dengan pemanfaatannya, selain itu bersifat lebih mudah untuk terdegradasi di lingkungan. Minyak akan mempercepat proses pengeringan sebagai suatu film karena teroksidasi oleh udara (Stevens, 2001). Adiningsih dan Fauziati (2010) telah berhasil membuat resin alkid modifikasi minyak kelapa sawit mentah

menghasilkan resin alkid yang larut sempurna dalam pelarut dan memiliki waktu kering selama 44 jam.

Selain itu, banyak penelitian yang menggunakan minyak nabati dalam memodifikasi resin alkid seperti Heriyanto dkk. (2009) telah meneliti kinetika reaksi poliesterifikasi anhidrida ftalat dengan gliserol termodifikasi minyak jagung, Momodu dkk. (2011) meneliti tentang sintesis resin alkid dari gliserol dan ftalat anhidrida termodifikasi minyak biji walnut dengan proses dua tahap dan mengevaluasi karakteristiknya untuk formulasi *surface coating*, Atimuttigul dkk. (2006) melakukan sintesis resin alkid dari beberapa jenis minyak *short oil*, dan Hlaing dan Oo (2008) telah meneliti pembuatan resin alkid dari *castor oil* (minyak jarak) dengan proses dua tahap menggunakan katalis NaOH dan menguji karakteristiknya. Tahapan campuran minyak dan gliserol dalam proses alkoholisis umumnya dapat dicapai kesetimbangannya apabila diberikan perlakuan pemanasan selama 1 sampai 4 jam (Stirton, 1964). Pada penelitian ini digunakan bahan baku yaitu minyak jarak dan ftalat anhidrida untuk modifikasi resin alkid.

Minyak jarak diperoleh dari ekstraksi biji tanaman jarak (*Ricinus communis*). Di Indonesia tanaman ini dijumpai di berbagai tempat, baik sebagai tumbuhan liar maupun sebagai tanaman yang telah dibudidayakan sebagai tanaman semusim dan pada umur 4 bulan sudah dapat dipanen. Minyak jarak menghasilkan alkid lebih tahan terhadap asam namun pada proses sintesisnya membutuhkan tahapan yang panjang menggunakan dua jenis katalis yaitu NaOH dan PbO (Hlaing and Oo 2008).

Keberhasilan tahapan proses dari resin alkid dapat ditinjau dari nilai *hardness* produk resin alkid yang dihasilkan. Nilai *hardness* menurun seiring dengan menurunnya kandungan asam lemak pada resin alkid (Ikhuoria., 2004). *Hardness* memiliki peranan yang penting terhadap kualitas cat, karena berkaitan dengan daya rekat dan kekerasan dari lapisan *coating* (Aidha dan Jati, 2017). Alkid dengan modifikasi minyak jarak yang akan dibuat pada penelitian ini menggunakan jenis alkid *long oil alkyd* dengan komposisi minyak sebesar 60% dari massa total.

Resin Alkid juga terbentuk ditandai dengan adanya gugus fungsi dari senyawa karbonil sederhana yaitu ester, untuk mengetahui gugus fungsi maka dilakukan uji dengan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Analisis FTIR resin alkid modifikasi minyak jarak dapat dilihat dengan adanya spektrum pada puncak serapan dalam rentang $1740-1700\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan terbentuknya ikatan ester.

Penelitian ini mengarah pada proses sintesis menggunakan minyak jarak yang diajukan dalam pembaharuan kekurangan yang ditemukan dalam resin alkid, yaitu dalam hal waktu tahapan proses pemanasan resin alkid dan karakteristik resin alkid yaitu kekerasan, waktu pengeringan, dan daya tahan terhadap air.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan permasalahan dari penelitian ini adalah:

1. bagaimana pengaruh waktu proses pada tahapan sintesis resin alkid minyak jarak dengan karakteristik yang sesuai dengan resin alkid?
2. bagaimana pengaruh penambahan minyak jarak terhadap karakteristik resin alkid dalam hal kekerasan, daya kering dan daya tahan terhadap air?
3. bagaimana hasil analisa gugus fungsi dari resin alkid yang dibuat?

I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. bahan baku utama yang digunakan untuk mensintesis resin alkid adalah gliserol, minyak jarak dan ftalat anhidrat. Gliserol diperoleh dari PT. Wilmar Nabati, minyak jarak produksi PT. Kimia Farma, asam ftalat anhidrida dari PT. Merck,
2. variabel yang divariasikan adalah waktu proses alkoholisis dan proses esterifikasi,
3. proses sintesis resin alkid dilakukan dengan pembuatan monogliserida terlebih dahulu, dan dilanjutkan dengan penambahan ftalat anhidrida untuk menghasilkan resin alkid,

4. proses karakterisasi yang dilakukan adalah dengan melakukan analisa gugus fungsi, pengujian kekerasan, waktu pengeringan dan daya tahan terhadap air.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah:

1. mengetahui waktu proses pada tahapan sintesis resin alkid minyak jarak yang memiliki karakteristik yang sesuai dengan resin alkid,
2. mengetahui pengaruh penambahan minyak jarak terhadap karakteristik resin alkid dalam uji kekerasan, waktu pengeringan dan daya tahan terhadap air,
3. mengetahui hasil analisa gugus fungsi dari resin alkid yang dibuat.

I.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini:

1. bagi industri, penelitian ini berguna untuk memberikan alternatif bahan baku pembuatan cat alkid dengan *binder* yang terbuat dari resin alkid minyak jarak, gliserol dan ftalat anhidrat yang dapat menambah penghasilan bila dikembangkan dalam skala komersial,
2. bagi masyarakat, penelitian ini berguna untuk mengembangkan keterbahaaran bahan baku pembuatan cat alkid yang dapat digunakan sebagai cat yang ramah lingkungan,
3. bagi peneliti dan akademik, penelitian ini berguna untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang penggunaan minyak jarak, gliserol dan ftalat anhidrat untuk membuat senyawa resin alkid dan karakteristiknya, dan dengan hasil yang dicapai maka akan bisa digunakan untuk memberikan sumbangsih pengetahuan dan informasi baru tentang alternatif cara meningkatkan performa dan sifat senyawa resin alkid.

Bab II Tinjauan Pustaka

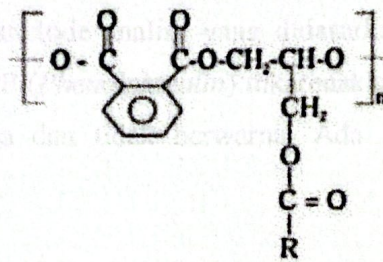
II.1 Resin Alkid

Resin alkid merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari reaksi polikondensasi *polyacids* dan *polyols* yang telah digunakan dalam industri cat, pelapis, serta pembentukan flim (Elliot, 1993). Istilah "*Alkyds*", yang merupakan salah satu definisi yang lebih umum digunakan, diciptakan pada tahun 1914 oleh Kienle. Ini sesuai dengan kontraksi eufonik dari kata alkohol dan asam yang menunjukkan polikondensat yang diperoleh dari asam lemak, poliol dan *poliacid*.

Kienle pada tahun 1927 menggambarkan sebuah senyawa poliester yang dihasilkan dari reaksi polihidrik alkohol dengan asam polifungsional. Pada senyawa tersebut ditemukan karakteristik seperti resin yang dapat diperbaiki kelemahan dari sifat-sifatnya dengan cara modifikasi dengan menggunakan minyak. Upaya pertama pembuatan atau sintesis resin alkid dilakukan oleh Belzelius pada tahun 1847, yang berhasil membuat *glyseril polytartrate*. Kemudian dikembangkan oleh Smith pada tahun 1901, dan berhasil mensintesis *glyseril polyphthalate*. Lalu dikembangkan kembali oleh Kienle (1914) yang memodifikasinya dengan asam lemak dan minyak alami dan terbentuklah sebuah resin poliester. Resin tersebut dikenal dipasaran pada saat itu dengan nama *glyptal*. Namun, penghargaan untuk pengembangan resin alkid dalam cat diberikan kepada ahli kimia yang bekerja di laboratorium Bayer pada tahun 1927, yaitu G. Farben yang menemukan proses transesterifikasi minyak yang memungkinkan penggunaan langsung minyak sebagai komponen dasar tanpa harus menggunakan asam lemak. Proses ini memungkinkan pengembangan resin alkid untuk cat.

Resin alkid terbentuk dari hasil reaksi esterifikasi antara asam dua basa (*dibasic acid*) dan poliol yang dimodifikasi oleh minyak kering atau asam lemak tak jenuh. Minyak tersebut digunakan sebagai *oil modifiers* dari resin sehingga resin yang diproduksi memiliki karakteristik yang baik pada kemampuan pengeringan udara, lapisan keras dan daya tahan tinggi (Elba dkk., 2017).

Resin alkid dikategorikan sebagai salah satu polimer tertua yang dibuat dari minyak trigliserida dengan proses esterifikasi antara polihidrik alkohol dan asam polibasik. Alkid resin yang dibuat dengan menggunakan minyak trigliserida umumnya disebut *oil modified polyesters* (Issac dkk., 2015). Struktur molekul yang khas hasil reaksi antara minyak trigliserida, polihidrik alkohol, dan asam polibasik yang mengarah pada bentuk senyawa resin alkid ditunjukkan di bawah ini:



Gambar II. 1 Struktur Resin Alkid Ftalat (Sumber: W. McKeen, 2006)

Walaupun pada pertengahan abad ini telah banyak ditemukan berbagai macam resin sintetis, resin alkid tetap menjadi salah satu resin yang tetap diminati dalam industri *coating*. Hal tersebut dikarenakan senyawa alkid bersifat *single pack*, yang dapat stabil pada waktu yang lama sehingga biayanya pun tidak terlalu mahal dan dapat menghasilkan kinerja atau hasil yang memuaskan (Elliot, 1993). Selain itu, karena resin alkid merupakan senyawa poliester maka dapat digolongkan sebagai normal ester terhidrolisis yang sensitif terhadap air, asam dan alkali dan terlebih ketika mengering akibat oksidasi. Dengan kata lain struktur ester resin alkid membentuk ketahanan terhadap ultraviolet dan panas, sifat kilap yang kuat serta stabilitas mempertahankan warna (Deligny. P dan Tuck. N, 2000). Resin alkid juga dapat dimodifikasi untuk meningkatkan sifat fisik dan sifat mekanik yang ditemukan di dalam senyawa alkid. Resin alkid yang dimodifikasi atau dicampurkan dengan senyawa seperti melamin, penolik, stirena, akrilat dan resin poliamida akan dapat meningkatkan kekurangan yang dimiliki oleh senyawa resin alkid murni (Haken dan Green, 1987). Parameter mutu alkid mengacu pada SNI-06-0504-1989 mencakup bilangan iod kurang dari 115 g/100g lemak tergolong alkid *non drying oil*, untuk parameter bilangan asam maksimal 20 mg KOH/1 g lemak, kadar padatan

40,25-65,87%, asam lemak 32-47% (golongan *Short oil*), kadar anhidrida 18-26% (golongan *long oil alkyd*) dan 38-49% (golongan *short oil alkyd*), dan viskositas 47-50 poise.

II.2 Jenis alkid

Jenis resin alkid dapat diklasifikasikan berdasarkan kandungan asam lemak yang digunakan, kandungan asam lemak dapat ditentukan dengan Pengujian FFA (*Free Fatty Acid*) dilakukan menggunakan metode titrasi alkalimetri. Metode titrasi alkalimetri merupakan metode analisa yang didasarkan pada reaksi asam basa. Penggunaan indikator PP (*Phenolphthalein*) dikarenakan memiliki rentan pH yang cenderung bersifat basa dan tidak berwarna. Ada 3 jenis alkid berdasarkan kandungan asam lemak:

II.2.1 Long Oil Alkyd (LOA)

Long oil alkyd adalah resin alkid yang mengandung 55%-68% asam lemak (Alam dkk., 2014). Karakteristiknya memiliki viskositas rendah, mengering secara autooksidasi, pengeringan udara terjadi dengan interval waktu yang lebih lama dibanding *Medium oil alkyd* dan *short oil alkyd* (Tracton, 2006). Keunggulan *long oil alkyd* yaitu memiliki lapisan dengan kelenturan yang sangat baik, dapat diformulasikan pada 100% padatan, dapat digunakan sebagai emulsi dalam air, dan lebih mengkilap. Akan tetapi kelemahannya adalah tingkat kekerasan yang kurang baik, sensitif terhadap pelarut, alkali dan hidrokarbon, ketahanan eksterior yang buruk, dan rentan terdegradasi. Selain itu *long oil alkyd* juga menunjukkan kecenderungan menguning, membentuk tampilan warna yang kurang baik dalam penggunaan akhir aplikasi cat (Tracton, 2006).

Umumnya resin berjenis *long oil alkyd* digunakan dalam aplikasi cat interior, cat dasar dan cat untuk kayu (noda dan pernis), dan digunakan dalam cat untuk industri kelautan sebagai cat *under coat* dan *top coat*.

II.2.2 *Medium Oil Alkyd (MOA)*

Medium oil alkyd adalah resin alkid yang mengandung 43-54% asam lemak (Alam dkk., 2014). Karakteristiknya adalah mengering secara autooksidasi, tingkat pengeringan udara lebih cepat dibanding *long oil alkyd*, viskositas relatif tinggi, retensi *gloss* yang baik namun sedikit berkurang dibandingkan *long oil alkyd*, dan dapat digunakan bersama *long oil alkyd* untuk meningkatkan sifat adhesi. Sementara itu kekurangan dari resin jenis ini, yaitu tingkat kekerasan yang buruk, sensitif terhadap senyawa hidrokarbon, alkali dan minyak. umumnya resin *medium oil alkyd* digunakan pada cat dasar antikorosi, dan untuk cat yang melapisi beberapa enamel mesin industri seperti mesin pertanian (Tracton, 2006).

II.2.3 *Short Oil Alkyd (SOA)*

Short oil alkyd adalah resin alkid yang mengandung asam lemak 30-42% (Alam dkk., 2014), Biasanya penggunaannya tidak berdiri sendiri, tetapi dicampur dengan polimer lain seperti melamin atau nitroselulosa menjadi alkid nitroselulosa (Tracton, 2006). Karakteristiknya adalah nilai viskositas yang tinggi, adhesi dan kekerasan yang baik, fleksibilitas yang baik, tahan terhadap air dan tahan cuaca, dan waktu pengeringan yang relatif lebih cepat dibanding jenis resin alkid lainnya. Dan kelemahannya adalah kompatibilitas yang terbatas. Aplikasi utama resin *short oil alkyd* adalah di sektor pelapisan industri, sebagai cat primer dan cat tersier anti korosif, lapisan enamel kompor, lapisan *top coat* mesin pertanian, cat pemeliharaan mobil, dan cat jalan. Selain itu juga dapat digunakan dalam dua sistem komponen dengan bahan pengawet isosianat (Tracton, 2006).

II.3 Bahan Baku Resin Alkid

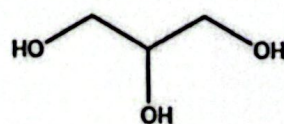
Bahan baku utama dalam proses sintesis resin alkid adalah polialkohol, minyak (trigliserida), dan asam polibasik. Pemilihan dan nilai presentase ketiga jenis bahan tersebut dalam formulasi sintesis senyawa alkid akan mempengaruhi hasil akhir dan sejumlah sifat fisik, kimia maupun mekanik pada senyawa alkid yang dihasilkan (Tracton, 2006).

II.3.1 Poliol

Poliol atau polialkohol adalah alkohol yang mengandung lebih dari satu gugus hidroksil. Keberadaan lebih dari satu gugus OH ini akan menyebabkan peningkatan kekuatan ikatan hidrogen antarmolekul alkohol. Polialkohol berperan sebagai reaktan pembentukan monogliserida dalam proses sintesis resin alkid dan mempengaruhi karakteristik dari resin alkid yang dihasilkan (Deligny dan Tuck, 2000). Ada beberapa senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai polialkohol (poliol) dalam pembuatan resin alkid, diantaranya:

II.3.1.1 Gliserol

Gliserol atau 1,2,3-*propanetriol* adalah zat cair tidak berwarna, tidak berbau, berasa manis, bertekstur kental, bersifat higroskopis, memiliki rumus molekul $C_3H_8O_3$ dengan berat molekul 92,09 g/mol, titik didih $290^{\circ}C$ (554F), titik beku $20^{\circ}C$ (68F), tekanan uap 0,0025 mmHg pada $50^{\circ}C$, pH netral, larut dalam air, alkohol, etil asetat, dan eter. Gliserol merupakan poliol pertama yang dominan digunakan dalam produksi resin alkid. Kelemahan dari gliserol adalah ketika dalam fase monogliserida, pada suhu operasi ($260-290^{\circ}C$) gliserol rentan mengalami dehidrasi yang mengarah ke pembentukan akrolein. Akrolein tidak hanya bersifat *irritant*, tetapi juga mengurangi jumlah gliserol yang tersedia untuk reaksi. Gliserol mempunyai rumus struktur sebagai berikut:

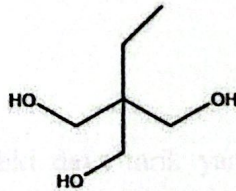


Gambar II. 2 Struktur Gliserol (sumber: Deligny dan Tuck, 2000)

II.3.1.2 Trimetilolpropana

Poliol ini hanya mengandung gugus hidroksil primer. Resin yang diformulasikan menggunakan trimetilolpropana memiliki karakteristik dengan viskositas yang lebih rendah. Hal ini memungkinkan formulasi cat dengan peningkatan ketebalan *film*, mampu meningkatkan sifat ketahanan seperti resistensi terhadap air dan

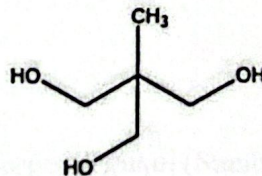
alkali. Karakteristik tersebut disebabkan karena semua gugus hidroksil terikat pada atom karbon primer dan memiliki tingkat kerekatifan yang sama. Struktur trimetilpropana disajikan pada gambar II.3.



Gambar II. 3 Struktur Trimetilolpropana (Sumber: Deligny dan Tuck, 2000)

II.3.1.3 Trimetiloletana

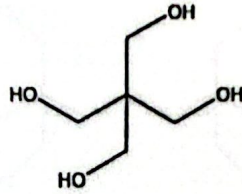
Molekul ini memiliki karakteristik yang hampir mirip dengan trimetilolpropana, tetapi saat ini ketersediannya terbatas hanya berada di sekitar daerah benua Amerika. Dalam formulasi resin alkid, senyawa ini memberikan peningkatan dalam hal ketahanan panas dibandingkan formulasi resin alkid menggunakan trimetilolpropana. Struktur trimetilolpropana disajikan pada gambar II.4.



Gambar II. 4 Struktur Trimetiloletana (Sumber: Deligny dan Tuck, 2000)

II.3.1.4 Pentaeritritol

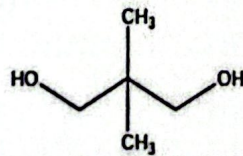
Cat alkid yang dibuat menggunakan poliol pentaeritritol memiliki daya rekat dan kilap yang sangat baik, lebih tahan terhadap cuaca, air, dan senyawa kimia jika dibandingkan dengan poliol seperti gliserol, dan juga memiliki daya pengeringan yang lebih baik dibandingkan senyawa poliol yang lain. Pentaeritritol umumnya digunakan dalam resin alkid dengan spesifikasi *long oil alkyd*.



Gambar II. 5 Struktur Pentaeritritol (Sumber: Deligny dan Tuck, 2000)

II.3.1.5 Neopentil Glikol

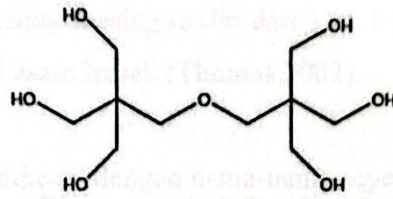
Senyawa polialkohol ini memiliki daya tarik yang tinggi pada sektor industri poliester namun kurang familiar di industri resin alkid. Ketika digunakan dalam sintesis poliester, senyawa ini dapat meningkatkan stabilitas produk terhadap panas, cahaya, dan air. Sementara itu kehadiran dua kelompok metil yang melindungi karbon pusat, akan memberikan ketahanan yang baik terhadap hidrolisis yang pada akhirnya dapat meningkatkan sifat pelapukan resin alkid yang diproduksi dengan menggunakan formulasi polialkohol ini. Ketika digunakan dalam pembuatan poliester, senyawa ini akan meningkatkan stabilitas produk terhadap panas, cahaya, dan air.



Gambar II. 6 Struktur Neopentil glikol (Sumber: Deligny dan Tuck, 2000)

II.3.1.6 Dipentaeritritol

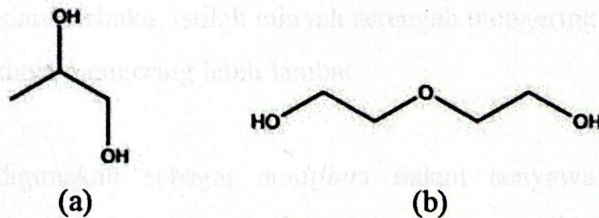
Alkohol heksafungsional ini memungkinkan pembentukan resin alkid dengan spesifikasi kandungan minyak yang sangat panjang, dengan interval presentase kandungan minyak (80-90)%. Senyawa polialkohol ini mengarah pada peningkatan pengeringan dibandingkan dengan pentaeritritol tetapi akan menurunkan resistensi eksterior karena adanya ikatan eter dalam molekulnya. Dalam penggunaannya, senyawa ini sering dicampurkan dengan pentaeritritol dan dapat menghasilkan peningkatan kualitas pengeringan resin yang di diproduksi dibandingkan dengan penggunaan pentaeritritol murni.



Gambar II. 7 Struktur Dipentaeritritol (Sumber: Deligny dan Tuck, 2000)

II.3.1.7 Glikol

Pada formulasi resin alkid dengan menggunakan senyawa glikol sebagai polialkohol akan menghasilkan karakteristik resin alkid dengan viskositas yang rendah, fleksibilitas yang tinggi dan tingkat kekerasan yang rendah. Ada dua senyawa glikol yang bisa digunakan dalam sintesis resin alkid, yaitu dietilen glikol dan propilen glikol.



Gambar II. 8 Struktur (a) Propilen Glikol dan (b) Dietilen Glikol (Sumber: Deligny dan Tuck, 2000)

II.3.2 Minyak Nabati

Minyak adalah senyawa organik cair yang merupakan golongan *lipid* terdiri dari gliserida yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non polar, misalnya dietil eter, kloroform, benzena dan hidrokarbon lainnya. Minyak alami dan lemak selalu mengandung konstituen kecil seperti asam lemak bebas, fosfolipid, sterol, hidrokarbon, pigmen, *waxes*, dan vitamin (Thomas, 2002).

Minyak nabati memiliki proporsi asam lemak tak jenuh, setidaknya dua kelompok asam lemak yang berbeda. Asam lemak membentuk trigliserida yang mengandung sekitar 97% trigliserida (triasilgliserida), yaitu triester gliserol dengan asam lemak; 3% digliserida (diasilgliserida), dan 1% monogliserida (monoasilgliserida). Tri-, di-

, dan mono- gliserida masing-masing terdiri dari 1 mol gliserol esterifikasi dengan 3 mol, 2 mol, atau 1 mol asam lemak (Thomas, 2002).

Asam lemak umumnya dikenal dengan nama-nama seperti butirat, laurat, palmitat, oleat, stearat, linoleat, linolenat. Komposisi asam lemak dari sebagian besar minyak nabati dan lemak relatif sederhana, sebagian besar terdiri asam palmitat, oleat, dan linoleat (Gunstone, 1967).

Berdasarkan sifat mengeringnya, minyak diklasifikasikan menjadi minyak mengering, semi mengering, dan tidak mengering. Jenis minyak mengering (*drying oil*) adalah minyak yang mempunyai sifat dapat mengering jika kena oksidasi, dan akan berubah menjadi lapisan tebal, bersifat kental dan membentuk sejenis selaput jika dibiarkan di udara terbuka. Istilah minyak setengah mengering berupa minyak yang mempunyai daya mengering lebih lambat.

Minyak nabati digunakan sebagai *modifiers* dalam senyawa resin dimana presentase dan jenis minyak yang terkandung dalam senyawa alkid mempengaruhi hasil akhir dan mempengaruhi sejumlah karakteristik dari senyawa alkid yang dihasilkan, seperti kecepatan pengeringan, kelenturan, daya tahan, dan sebagainya. Ada beberapa jenis minyak dengan karakteristik tertentu yang dapat digunakan sebagai *oil modified* dalam senyawa alkid (Karak, 2012), diantaranya:

II.3.2.1 Minyak Jarak

Minyak jarak atau dikenal juga dengan nama dagang *castor oil* adalah minyak nabati yang diperoleh dari ekstraksi biji tanaman jarak. Benih pohon jarak, *Ricinus communis*, mengandung 45 - 50% minyak jarak. Asam lemak tak jenuh dari minyak jarak terdiri dari 87 - 91% asam risinoleat, 2% asam stearat dan palmitat, 4 - 5% asam oleat, 4 - 5% asam linoleat, dan asam *dihydroxystearic* 1%. (Thomas, 2002)

Minyak jarak merupakan minyak yang umumnya digunakan sebagai *plasticizer* dan kompatibel ketika dicampurkan dengan sebagian besar jenis resin. Jenis minyak ini mendapatkan perhatian khusus karena konstituen utamanya yaitu asam risinoleat

memiliki fungsi alkohol sekunder yang dapat didehidrasi untuk memberikan ikatan rangkap ekstra, ketika digunakan dalam pembuatan resin alkid. Minyak ini mengering cukup cepat, memiliki kilap tinggi dan elastisitas yang sangat baik, dan ketika dihidrogenasi, kandungannya akan menghasilkan karakteristik minyak yang tidak menguning dengan daya rekat sangat baik pada baja (Thomas, 2002). Minyak jarak murni dapat diidentifikasi sebagai berikut:

Tabel II. 1 Sifat fisikokimia minyak jarak (Thomas, 2002)

Parameter	Standar Mutu
Rumus molekul	$C_{57}H_{104}O_9$
Berat molekul	932 g/mol
titik solidifikasi	-12°C sampai -18°C
Viskositas pada suhu 20°C	935-1033 mPa s
Nilai saponifikasi	177-187
Bilangan iodine (Wijs)	82 – 90
Nilai hidroksil	161-169
Nilai asetil	144-150
Titik nyala (<i>take close cup</i>)	230 °C
Titik nyala (<i>cleveland oven cup</i>)	285 °C
Titik api	322 °C

II.3.2.2 Minyak Biji Rami

Minyak biji rami dihasilkan dari tanaman rami dan termasuk kelompok *drying oil*. Minyak biji rami adalah *drying oil* yang paling banyak digunakan dalam industri cat dan pernis. Minyak biji rami memiliki fraksi asam linolenat yang dominan dalam komposisinya sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas dan mempercepat pengeringan senyawa resin alkid, akan tetapi minyak biji rami juga memiliki kecenderungan untuk menguning.

II.3.2.3 Minyak Kedelai

Minyak kedelai adalah minyak nabati yang dihasilkan dari biji kedelai. Minyak ini memiliki komposisi asam lemak yang seimbang, bernilai baik dan dapat dimakan. Minyak kedelai mempunyai kadar asam linolenat rendah, sehingga sangat baik sebagai pengganti lemak dan minyak yang memiliki kadar asam lemak jenuh yang tinggi. Kandungan tersebut juga memberikan keunggulan sifat pada minyak kedelai

yaitu memiliki tingkat pengeringan yang cukup baik dan lebih cepat dibandingkan minyak biji rami dan tampilan warna yang tidak rentan menguning. Akan tetapi kehadiran asam tak jenuh dalam komponen minyak ini dapat menyebabkan kekeruhan terutama pada cat berpigmen.

II.3.2.4 Minyak Kelapa Sawit

Minyak kelapa sawit diperoleh dari buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) yang biasanya mengandung 35%-60% minyak, tergantung pada kadar airnya. Kelapa sawit dibudidayakan secara luas di Indonesia, minyak sawit mengandung hingga 40% oleo dipalmitin, terutama terdiri dari 2-oleo dipalmitin. Nilai saponifikasi minyak kelapa sawit yaitu 195-205, bilangan iod senilai 44-58, dan karotin yang terkandung dalam minyak kelapa sawit yaitu 500-2000 ppm (Thomas, 2002). Kelapa sawit diproses untuk menghasilkan minyak di bawah kondisi yang meminimalkan autoksidasi dan liposis yang mengandung kurang lebih 2% asam lemak bebas dan bisa dengan mudah diputihkan. Minyak kelapa sawit dapat digunakan untuk pembuatan resin alkid, namun resin alkid yang dihasilkan termasuk golongan *non drying oil* (Adingsih dan Fauziati, 2010). Penggunaan minyak kelapa sawit mentah dalam pembuatan resin alkid memerlukan proses dehidrasi minyak agar menghasilkan minyak yang dapat kering.

II.3.2.5 Minyak Jagung

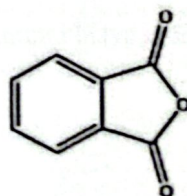
Jagung mengandung 3,5 - 5% minyak, sekitar 80% di antaranya ada di dalam *germ* dan sekitar 20% di endosperma. Benih jagung itu sendiri mengandung sekitar 36% minyak. Bibitnya bisa dipisahkan dengan pengolahan basah atau kering. Pengolahan basah cenderung lebih disukai karena memberikan minyak yang lebih tinggi. Trigliserida minyak jagung terdiri dari 2% dalam ikatan tak jenuh tunggal, 40% ikatan rangkap tak jenuh, dan 58% ikatan tiga senyawa tak jenuh. Nilai saponifikasi minyak jagung yaitu 187-196, dan bilangan iod 109-133. Pembuatan resin alkid dengan minyak jagung dapat mengurangi gugus OH pada gliserol sehingga *crosslinking* dapat dihindari (Heriyanto dkk., 2009).

II.3.3 Poliasam

a. Asam ftalat anhidrida

Ftalat anhidrida ($C_6H_4(CO)_2O$) adalah senyawa kimia yang bentuknya padatan, berwarna putih, dan berbau apak. Ftalat anhidrida juga merupakan bahan *intermediate* bahan baku bagi industri lain. Ftalat anhidrida bereaksi langsung dengan glikol dan gliserin membentuk ester yang digunakan dalam *plasticizer*, resin, *polyester*, kendaraan bermotor, perahu, bak mandi, ruangan *shower*, alkid resin (cat minyak), dan pewarna *intermediate*. Ftalat anhidrida utamanya dikonsumsi oleh industri yang memproduksi *phthalate plasticizer* (56 % dari total industri), diikuti oleh industri *unsaturated polyester*.

Dalam pembuatan resin alkid, Ftalat anhidrida juga merupakan bahan baku yang paling umum digunakan dalam komposisi alkid dan persentase beratnya biasanya dinyatakan dengan hubungan terbalik antara persentase ftalat anhidrida dan derajat modifikasi asam lemak, *short oil alkyd* memiliki komposisi ftalat anhidrida di atas 35%, *medium oil alkyd* antara 20 dan 35%, dan *long oil alkyd* di bawah 20% dari total produksi. Selain itu ftalat anhidrida juga digunakan oleh industri yang memproduksi *halogenated anhydride*, polyester polyalcohol, pigmen, parfum dan obat-obatan serta penolak serangga. Penggunaan utama dari ftalat anhidrida adalah sebagai zat *intermediate* dalam produksi *vinyl chloride*. *Phthalate esters* yang berfungsi sebagai *plasticizer* didapatkan dari ftalat anhidrida. Ftalat anhidrida memiliki kegunaan yang besar dalam memproduksi resin-resin *polyester* dan penggunaan yang lebih kecil dalam memproduksi resin alkid yang digunakan dalam cat dan pernis, pewarna tertentu (*anthraquinon*, *phthalin*, *rhodamin*, *phthalasionein*, *fluorescein*), penolak serangga dan *urethane polyester polyol*. Berikut adalah struktur molekul dari ftalat anhidrida pada gambar II. 9



Gambar II. 9 Struktur Asam Ftalat (Sumber: Deligny dan Tuck, 2000)

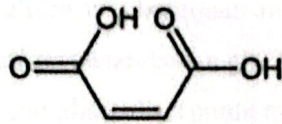
Asam ftalat juga merupakan asam dikarboksilat aromatik. Senyawa ini adalah isomer dari asam isoftalat dan asam tereftalat. Asam ftalat merupakan asam dwibasa yang paling banyak digunakan dalam industri resin alkid. Hal ini dikarenakan biaya produksinya yang murah, mudah digunakan dan efektif untuk penggunaan sebagai senyawa dwi basa dalam reaksi esterifikasi untuk membentuk alkid ester. Selain itu, anhidrat ftalat juga dapat memberikan kekerasan dan ketahanan kimia yang baik dan rentan terhadap hidrolisis pada senyawa alkid resin yang disintesis. Hal ini disebabkan resistensi rotasi dari gugus fenil. Kelemahan penggunaan senyawa resin alkid adalah daya tahan eksterior yang buruk dan cenderung menguning. Sifat dan Karakteristik Ftalat Anhidrida dapat dilihat pada tabel II.2

Tabel II. 2 Sifat dan Karakteristik Ftalat Anhidrida (Sumber: Perry, 2008)

Rumus Kimia	$C_6H_4(CO)_2O$
Nama Lain	Anhidrida ftalat
Berat Molekul	148,12 g/mol
Berat Jenis	1,53 g/cm ³
Bentuk Fisik	<i>Crystalline Powder</i>
Titik leleh (1 atm)	130,8°C
Titik didih (1 atm)	284,5 °C
Reaksi	Dapat bereaksi dengan alkohol membentuk ester
Kelarutan	Sedikit larut dalam air

b. Maleat Anhidrida

Molekul ini terdiri dari gugus etilena yang berikatan dengan dua gugus asam karboksilat. Penggunaan senyawa asam ini pada komposisi resin alkid dapat memberikan peningkatan dalam sifat pengeringan dan kekerasan resin. Selain itu maleat anhidrat juga digunakan dalam maleisasi asam lemak yang dapat menyebabkan senyawa alkid larut dalam air. Hal tersebut sering digunakan secara efektif untuk meningkatkan viskositas resin yang membutuhkan volume pelarut yang besar, sehingga dapat mengurangi biaya produksi resin tersebut.



Gambar II. 10 Struktur Maleat Anhidrida (Sumber: Deligny dan Tuck, 2000)

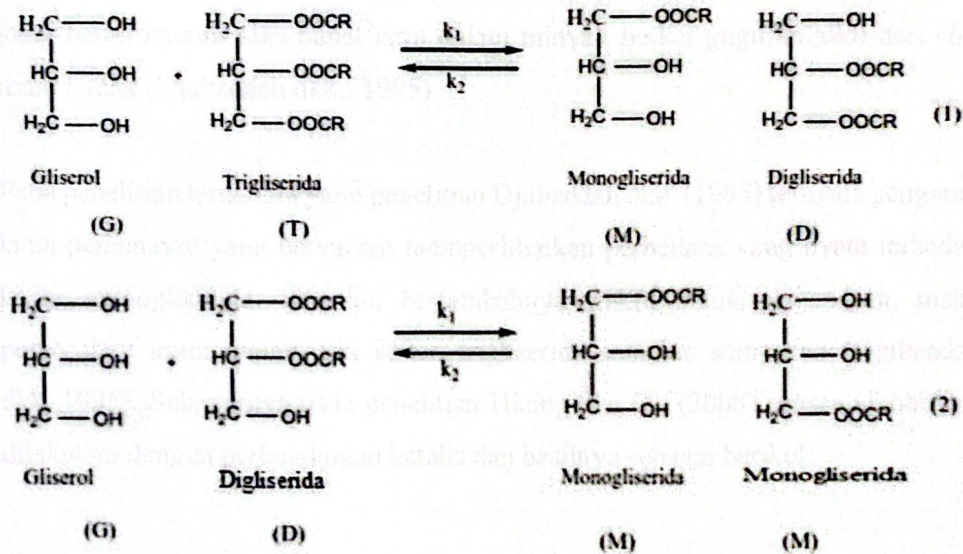
II.4 Sintesis Resin Alkid

Resin alkid disintesis dengan mekanisme polikondensasi poliol dan asam polibasisik, reaksi dilakukan di bawah tekanan atmosfer gas inert untuk meminimalkan paparan oksigen dan untuk menghindari terjadinya tampilan warna yang tidak diinginkan pada produk akhir (Odetoye dkk., 2012). Ada beberapa metode dan mekanisme yang dapat dilakukan untuk mensintesis resin alkid. Metode dan mekanisme yang dilakukan tergantung dari ketersediaan bahan baku dan karakteristik produk akhir yang dihasilkan. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode monogliserida. Sintesis ini dilakukan dalam dua tahap dikarenakan permasalahan karakteristik bahan baku yang tidak kompatibel ketika dicampurkan sekaligus pada awal reaksi (Karak, 2012). Dua tahap tersebut terdiri dari:

II.4.1 Reaksi Alkoholisis

Reaksi alkoholisis termasuk dalam metode sintesis resin alkid dengan cara mereaksikan senyawa gliserol dan minyak nabati membentuk monogliserida. Selama alkoholisis, ester ditukar dengan polihidrat alkohol (poliol) dan minyak. Trigliserida dikonversikan menjadi monogliserida agar lebih reaktif, selanjutnya agar dapat direaksikan dengan asam pada proses esterifikasi. Reaksi alkoholisis antara poliol dengan minyak dicampur pada awal reaksi, kemudian dipanaskan dengan suhu antara (220-260)°C jika menggunakan katalis dan jika tanpa katalis reaksi berlangsung dengan suhu 260°C (Karak, 2012). Reaksi ini akan berjalan lambat jika dilakukan tanpa menggunakan katalis untuk mendapatkan konversi yang tinggi, dengan waktu yang relatif singkat perlu adanya katalis. Reaksi dapat dijalankan dengan adanya katalis asam maupun katalis basa. Reaksi dengan katalis basa biasanya lebih cepat (Karak, 2012). Reaksi alkoholisis berlangsung secara reversibel sehingga untuk memperoleh hasil reaksi yang optimum dapat dilakukan dengan menggunakan salah satu reaktan secara berlebih (*excess*). Penggunaan

gliserol berlebih dalam reaksi gliserolisis bertujuan untuk mengurangi terbentuknya kembali trigliserida, karena dengan penambahan gliserol ke dalam campuran reaksi maka trigliserida akan mengalami gliserolisis untuk membentuk monogliserida dan digliserida (Nouredini dkk, 1997). Berikut adalah mekanisme reaksi pembentukan monogliserida yang dapat dilihat pada Gambar II.12



Gambar II. 11 Pembentukan Monogliserida (sumber: Jayanudin dkk., 2011)

Reaksi pembentukan monogliserida pada penelitian ini memiliki asumsi:

1. Minyak awal tidak larut dalam senyawa alkohol, tetapi ketika reaksi alkoholisis berhasil membentuk monogliserida, maka campuran poliol dan minyak akan larut dalam senyawa alkohol (Hlaing dan Oo, 2008). Maka dari itu, monogliserida dikontrol dengan uji kelarutan media reaksi dalam metanol atau etanol.
2. Stoikiometri proses alkoholisis menunjukkan bahwa 1 mol trigliserida bereaksi dengan 1 mol gliserol untuk membentuk mono dan digliserida (Harismawati dan Prasetyo, 2011). Dengan demikian rasio mol minyak dan gliserol 1:1 adalah yang paling sesuai untuk stoikiometri.
3. Nilai k_2 mendekati nol sehingga reaksi dapat dianggap bersifat tidak dapat balik (Moquin, 2005).

Berdasarkan 3 asumsi diatas maka reaksi alkoholisis dapat disederhanakan menjadi persamaan reaksi sebagai berikut:

Gliserol + Trigliserida (minyak jarak) $\xrightarrow{k_1}$ Monogliserida + Digliserida

Digliserida + Gliserol $\xrightarrow{k_1}$ Monogliserol + Monogliserida

Monogliserida adalah monoester dari gliserol dengan asam lemak tinggi yang mempunyai sifat dapat larut dalam air karena mengandung dua gugusan hidroksil yang bebas namun juga dapat larut dalam minyak berkat gugusan alkil dari sisa asam lemak (Djubaedah dkk., 1995).

Pada penelitian terdahulu yaitu penelitian Djubaedah dkk. (1995) ternyata pengaruh lama pemanasan yang bervariasi memperlihatkan perbedaan yang nyata terhadap kadar monogliserida. Semakin bertambahnya waktu untuk pemanasan, maka pemecahan asam lemak dari ikatan trigliserida semakin sempurna (Djubaedah dkk., 1995). Selanjutnya pada penelitian Hlaing dan Oo (2008) proses alkoholisis dilakukan dengan perbandingan katalis dan hasilnya sebagai berikut:

Tabel II. 3 Tahap 1 Reaksi Alkoholisis (Hlaing dan Oo, 2008)

Temperatur proses : 230-240°C			
Kecepatan agitasi : 500 rpm			
Tingkat pengisian N ₂ : 0.06 ft ³ /minutes			
Waktu Pemanasan : 2 Jam			
Katalis alkoholisis	Katalis % (%berat minyak)	Waktu Reaksi (jam)	Kelarutan dalam metanol anhidrat
PbO	0.03	4	Tidak larut
	0.05	4	Tidak larut
	0.1	4	Tidak larut
NaOH	0.1	4	Tidak larut
	0.2	4	Tidak larut
	0.3	2	Larut

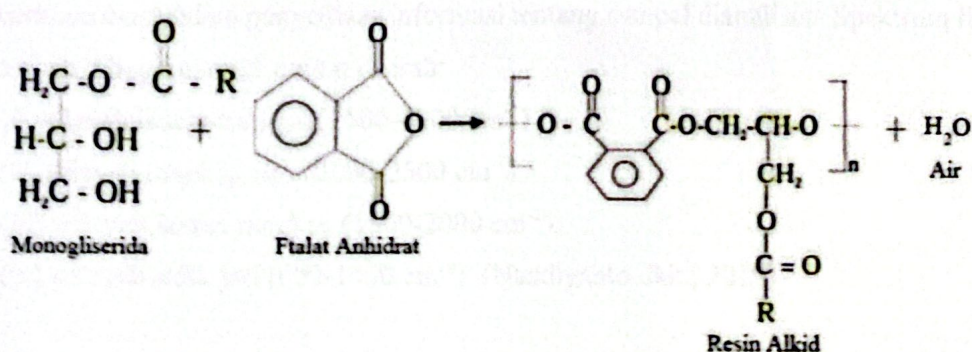
Dari data penelitian terdahulu tersebut, proses alkoholisis minyak dengan presentase komposisi berat katalis NaOH 0,1% (% berat) dan 0,2% (% berat) dari massa minyak nabati, tidak dapat memberikan campuran alkoholisis yang sempurna setelah reaksi dilakukan selama 4 jam, maka dari itu komposisi katalis pada penelitian ini dinaikan menjadi 1% dari massa total, namun jumlah besar

katalis menyebabkan warna resin alkid gelap, mengurangi air dan resistensi alkali dari resin alkid (Hlaing dan Oo, 2008).

Reaksi alkoholisis ini memiliki pengaruh penting pada sifat resin yang dihasilkan, dikarenakan selama reaksi akhir dengan ftalat anhidrat, esterifikasi gugus hidroksil bebas dari monogliserida harus beradu dengan gliserol yang tidak bereaksi atau berlebih.

II.4.2 Reaksi Esterifikasi

Reaksi esterifikasi dilakukan antara poliasid dengan produk hasil alkoholisis. Fase ini umumnya berlangsung dalam interval waktu 2 jam hingga 4 jam, pada prosesnya temperatur reaksi terlebih dulu diturunkan hingga mencapai suhu 180°C, kemudian senyawa poliasid dicampurkan ke dalam reaksi, reaksi berlanjut dengan interval suhu antara 200°C dan 240°C (Deligny dan Tuck, 2000). Proses dikontrol dengan parameter penurunan nilai asam dan peningkatan viskositas. Proses kedua selesai dijalankan ketika nilai viskositas dan nilai asam yang diperoleh telah sesuai standar yang dibakukan untuk senyawa resin alkid. Pada penelitian Hlaing dan Oo (2008) proses esterifikasi ftalat anhidrat yang direaksikan dengan monogliserida minyak jarak menghasilkan nilai asam 6,6 setelah direaksikan pada suhu 230-240°C dan waktu 150 menit. Resin alkid yang memiliki nilai asam kurang dari 15 cocok untuk aplikasi cat (Hlaing dan Oo., 2008). Nilai asam dinyatakan dalam mg KOH per gram sampel. Mekanisme reaksi dari reaksi esterifikasi dapat dilihat pada gambar II.12.



Gambar II. 12 Reaksi Esterifikasi antara Monogliserida dan Asam Ftalat (Sumber: Heriyanto dkk., 2010)

II.5 Karakterisasi Produk Hasil Proses

Karakteristik produk hasil proses alkoholisis dilakukan dengan cara melihat larut atau tidak larutnya produk di dalam alcohol (etanol/methanol) (Hlaing and Oo 2008). Penentuannya dengan cara menempatkan 1 gram produk ke dalam gelas piala, lalu masukkan etanol sebanyak 5 mL. Selanjutnya diaduk (*stirrer*) selama 5 menit lalu produk diamati kelarutannya dengan melihat sudah menyatu atau masih ada pemisahan. Pengujian gugus fungsi produk alkid dilakukan dengan *FTIR* Spectrometer merek Nicolet IS 5 *Thermo Fisher Scientific*. Karakterisasi produk alkid dilakukan dengan pengujian *hardness* mengacu pada *ASTM D 3363* dengan satu jenis pensil yaitu pensil HB, pengujian kekeringan secara *dry to touch*, dan pengujian kelarutan dalam air mengacu pada penelitian Gontard dkk., (1992).

II.5.1 Analisis Gugus Fungsi dengan Spektrofotometer FTIR

Fourier Transform InfraRed (FTIR) merupakan metode yang digunakan untuk menentukan gugus fungsi suatu senyawa dengan menganalisis campuran dari sampel yang di uji. Analisis FTIR dilakukan dengan memahami apa artinya dari spektrum FTIR. Spektrum biasanya menggambarkan data hasil penyerapan versus bilangan gelombang atau Transmisi versus bilangan gelombang. Spektrum IR dibagi menjadi tiga daerah bilangan gelombang: spektrum *far-IR* ($<400\text{ cm}^{-1}$), spektrum *mid-IR* ($400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$), dan spektrum *near-IR* ($4000\text{--}13000\text{ cm}^{-1}$). Spektrum *mid-IR* adalah yang paling banyak digunakan dalam analisis sampel yaitu dengan bilangan gelombang $400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$, tetapi *far* dan *near-IR* spektrum juga berkontribusi dalam penyediaan informasi tentang sampel dianalisis. Spektrum IR-tengah dibagi menjadi empat daerah:

- (i) wilayah ikatan tunggal ($2500\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$)
- (ii) wilayah rangkap tiga ($2000\text{--}2500\text{ cm}^{-1}$)
- (iii) wilayah ikatan rangkap ($1500\text{--}2000\text{ cm}^{-1}$)
- (iv) wilayah sidik jari ($600\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$). (Nandiyanto dkk., 2019)

Analisis ini dapat digunakan untuk mengkarakterisasi sampel dalam bentuk cairan, larutan, pasta, bubuk, film, serat, dan gas. Dalam prosedur analisis FTIR, sampel mengalami kontak dengan inframerah (IR) radiasi. Radiasi IR kemudian

berdampak pada getaran atom suatu molekul dalam sampel, menghasilkan penyerapan spesifik atau transmisi energi. Ini membuat FTIR berguna untuk menentukan getaran molekul spesifik yang terkandung dalam sampel (Kirk dan Othmer, 1953). Pada penelitian Umar dkk., 2017 berhasil mengevaluasi karakterisasi resin alkid dari minyak biji jarak dengan melihat adanya spektrum serapan pada 1601 cm^{-1} menunjukkan *stretching* untuk senyawa aromatik dari ftalat anhidrat yang terdapat dalam produk resin alkid dan juga terdapat spektrum dengan puncak serapan 1728 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya ikatan $\text{C}=\text{O}$ *stretching* dari ester. Berikut adalah literatur rentang nilai spektrum resin minyak jarak:

Tabel II. 4 Frekuensi Literatur analisis gugus fungsi FTIR (Socrates G., 2001)

Frekuensi Literatur (cm^{-1})	Gugus fungsi	Identifikasi sumber dari ikatan
3600-3450	-OH <i>Stretching</i>	Ikatan Hidroksil dari hidroksil berlebih, β -Hidroksil kelompok gliserol.
3100-2800	C-H	Rantai alifatik dari resin alkid
1740-1700	$\text{C}=\text{O}$	Kelompok ester dari resin alkid
1300-1000	C-O <i>Stretching</i>	Penyerapan dari eter (termasuk epoksi), alkohol, ester, asam karboksilat, asam anhidrida
1625-1430	$\text{C}=\text{C}$	Peregangan cincin aromatik dari benzene dan turunannya termasuk asam karboksilat
1000-600	-CH	Getaran tekukan di luar bidang dari ikatan C-H atau kelompok tak jenuh dari rantai alifatik alkid.

II.5.2 Pengujian Waktu Pengeringan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui lama waktu pengeringan suatu resin setelah dilakukan aplikasi baik secara *dry to touch* (bila diraba dengan jari sedikit ditekan tidak meninggalkan tanda pada permukaan cat) maupun secara *dry to handle* (bila permukaan resin telah kering dan dapat dipindahkan tanpa terjadi kerusakan). Kekeringan resin alkid dipengaruhi oleh perbandingan persen berat antara gliserol dan minyak nabati terhadap asam ftalat anhidrida, pada parameter

anhidrida persen berat 18-26% asam ftalat termasuk golongan *long oil alkyd* yang cukup lambat untuk mengering (Adiningsih dan Fauziati., 2010).

Pengukuran waktu pengeringan resin dapat dilakukan dengan mengaplikasikan resin pada kertas aplikasi atau papan aplikasi. Resin yang telah dipersiapkan untuk uji kekeringan dan telah dicampurkan *dryer* diletakkan di atas kertas atau papan uji dan disapukan menggunakan *bar applicator* dengan ketebalan yang disesuaikan. Kertas atau papan uji yang telah berisi resin dibiarkan kering pada temperatur ruang dan diukur lama waktu pengeringan tersebut. Proses pengeringan yang dilakukan pada resin dipengaruhi oleh adanya ikatan *crosslink* yang terjadi antara senyawa yang tercampur di dalam resin dengan *dryer* maupun udara yang berasal dari lingkungan. Ikatan yang terbentuk akan semakin kuat dan membuat jarak antar molekulnya semakin dekat, ketika ikatan *crosslink* telah sepenuhnya terbentuk maka resin tersebut akan mengering (Perz, 2011).

II.5.3 Pengujian Kekerasan (*Pencil Test*)

Pengujian kekerasan merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekerasan dari lapisan resin yang disintesis (Dwiyati, 2015). Pengertian kekerasan secara umum didefinisikan sebagai kriteria untuk menyatakan intensitas tahanan suatu bahan terhadap deformasi yang disebabkan objek lain. Pengujian ini menggunakan pensil dengan berbagai tingkat kekerasan yang berbeda yaitu ukuran pensil: 6B-5B-4B-3B-2B-B-HB-F-H-2H-3H-4H-5H-6H (ASTM D3363). Jenis-jenis pensil tersebut yang digunakan sebagai alat untuk menggores lapisan cat. Pada penelitian ini pensil yang digunakan yaitu pensil HB.

Dalam senyawa alkid, faktor yang mempengaruhi sifat kekerasan adalah kekentalan resin, dimana resin dengan tingkat kekentalan lebih tinggi memiliki jarak antar molekul yang lebih pendek, hal ini membuat ikatan yang terbentuk antara senyawa penyusunnya menjadi lebih kuat. Molekul akan lebih sulit bergerak ketika tingkat kekentalan resin tinggi, dan menunjukkan bahwa tingkat kekerasan yang dimiliki oleh resin tersebut lebih tinggi (Department of Defense United State of America, 2004).

Pengujian kekerasan umumnya dilakukan pada suhu ruang dengan menggunakan pensil dengan tipe kekerasan pensil yaitu pensil HB. Pensil digunakan sebagai alat untuk menggores lapisan resin yang telah siap untuk pengujian kekerasan (Dwiyati, 2015).

II.5.4 Pengujian Kelarutan terhadap air

Pengujian Kelarutan ini menggunakan prosedur Gontard (1993) untuk menentukan kelarutan sampel film dalam air. Resin alkid adalah hasil reaksi alkoholisis antara trigliserida dalam minyak nabati (dalam penelitian ini adalah minyak jarak) dengan gliserol yang disertai katalis NaOH dan dilanjutkan oleh reaksi esterifikasi antara monogliserida yang terbentuk dari proses alkoholisis dengan ftalat anhidrat. Dilihat dari komposisi hasil reaksi pembuatan resin alkid menunjukkan bahwa di dalam resin alkid terdapat komponen atau zat-zat yang kurang dan bahkan tidak suka air, seperti trigliserida, asam lemak bebas (pada umumnya asam lemak dalam minyak nabati merupakan asam lemak rantai panjang), dan gliserol. Hal inilah yang menyebabkan film yang dimodifikasi dengan resin alkid menjadi lebih tahan air dibandingkan film tanpa resin alkid, namun sifat hidrofobik pada film resin alkid ini tidak menutup kemungkinan untuk film tersebut terurai dalam air. Adiningsih dan Fauziati (2010) telah berhasil membuat resin alkid modifikasi minyak kelapa sawit mentah menghasilkan resin alkid yang larut sempurna dalam pelarut dan menurut Stevens M. P (2001) modifikasi resin alkid dengan minyak nabati memberikan efek yang baik pada aplikasi *coating* karena dapat mempercepat proses pengeringan dan limbahnya mudah teruraikan.

Bab III Metode

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan data penelitian dilaksanakan di Balai Besar Kimia Kemasan (BBKK), dimulai pada bulan Januari 2020 sampai dengan bulan Mei 2020.

III.2 Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

III.2.1 Alat

1. Gelas kimia 500 mL, 250 mL dan 30 mL
2. Gelas ukur 50 mL
3. Timbangan digital
4. Spatula *stainless*
5. Batang pengaduk
6. Pipet tetes
7. Botol sampel 500 mL
8. Papan aplikasi
9. Aluminium foil
10. Reaktor tertutup merek PARR kapasitas 1 L yang dilengkapi dengan pemanas, pendingin, aliran pipa gas dan pengaduk.
11. Mesin uji FTIR Spektrometer
12. Pensil HB
13. Plat kayu

III.2.2 Bahan

1. Gliserol
2. Minyak Jarak (*Castor oil*)
3. Ftalat anhidrat
4. NaOH
5. Gas Nitrogen (N_2)
6. Etanol

7. Air

8. Tapioka

III.3 Variabel

Terdapat beberapa variabel dan beberapa kondisi yang mempengaruhi sintesis dan karakteristik resin alkid yang dihasilkan, yaitu komposisi bahan baku utama yang digunakan, temperatur proses, waktu proses, dan senyawa yang digunakan sebagai pemodifikasi resin alkid. Penelitian ini terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Kondisi yang diamati pada penelitian pendahuluan adalah menentukan variasi waktu proses pada tahapan sintesis, yaitu proses alkoholisis dan esterifikasi untuk mendapatkan senyawa alkid dengan karakteristik yang paling baik.

III.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap yang digunakan selama penelitian ini, yaitu:

1. komposisi bahan baku utama yang digunakan, yaitu 18% gliserol, 60% minyak Jarak, 22% ftalat anhidrat, NaOH 1% dari massa total.
2. temperatur proses 240 °C untuk proses alkoholisis dan 220 °C untuk proses esterifikasi.
3. Lajur alir N₂ pada tahapan sintesis resin alkid yaitu 0.06 ft³/minutes
4. Kecepatan agitasi 150 rpm

III.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi waktu proses alkoholisis dan esterifikasi yang dapat dilihat pada tabel III.1, dan tabel III.2.

Tabel III. 1 Matriks Penelitian Proses Alkoholisis

Sampel	Waktu Reaksi (Jam)
Monogliserida 1	2,5
Monogliserida 2	3

Variasi waktu proses alkoholisis dilakukan untuk mengetahui waktu optimasi pembentukan monogliserida. Variabel-variabel yang diusahakan terkontrol adalah aliran gas nitrogen (N_2), suhu reaksi pada $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan kecepatan pengaduk pada 150 rpm. Setelah sampel melalui tahap alkoholisis, sampel diuji kelarutannya untuk mengetahui ada atau tidaknya kandungan monogliserida pada sampel tersebut melalui pengujian kelarutan dalam etanol 5 ml. Dari hasil uji kelarutan sampel, hasil sampel terbaik diambil untuk di proses selanjutnya melalui proses esterifikasi.

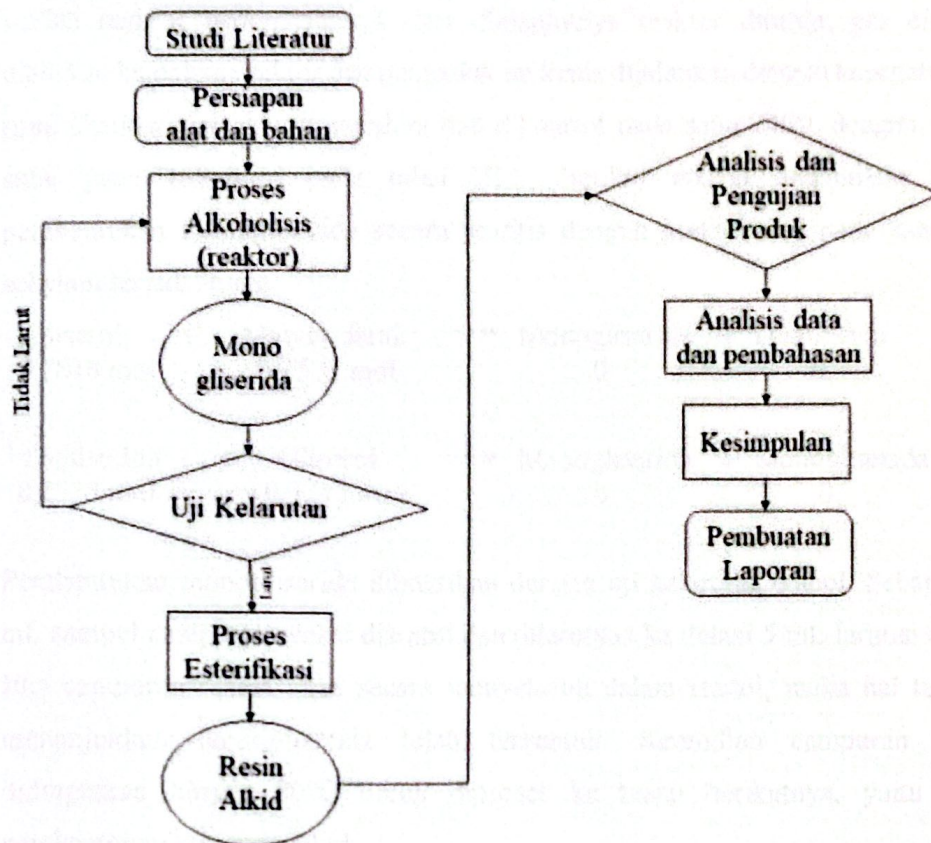
Tabel III. 2 Matriks Penelitian Proses Esterifikasi

Sampel	Waktu Reaksi (jam)
Ester – alkid 1	2
Ester – alkid 2	3

Variasi waktu proses esterifikasi antara monogliserida yang dihasilkan pada proses sebelumnya dengan ftalat anhidrida dilakukan untuk mengetahui optimasi waktu pembentukan ester-alkid ftalat. Variabel-variabel yang diusahakan terkontrol adalah aliran gas nitrogen (N_2), temperatur reaksi dan kecepatan pengaduk.

III.4 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini proses pembuatan dan modifikasi resin alkid melalui beberapa tahap proses yaitu persiapan bahan baku, penimbangan bahan baku, proses alkoholisis, uji kelarutan monogliserida hasil dari proses alkoholisis dilakukan dengan etanol, jika larut dengan sempurna maka dapat dilanjutkan ke proses esterifikasi, jika tidak larut maka akan di proses kembali pada proses alkoholisis dan resin alkid yang dihasilkan dari proses esterifikasi dilakukan pengujian serta karakteristiknya. Resin alkid dibuat sebanyak 400 gram dari berat total keseluruhan dengan rasio molar 1:3:2. Pembuatan resin alkid menggunakan reaktor PARR 4533 dengan kapasitas 1 L yang dilengkapi dengan pemanas, pipa aliran gas, dan pengaduk. Berikut Gambar III.1 Diagram alir penelitian sintesis resin alkid dengan modifikasi minyak jarak.



Gambar III. 1 Diagram alir penelitian sintesis resin alkid dari minyak jarak, gliserol dan ftalat anhidrida.

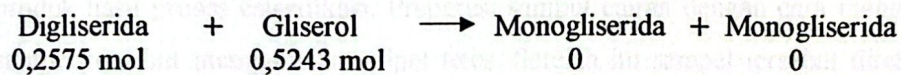
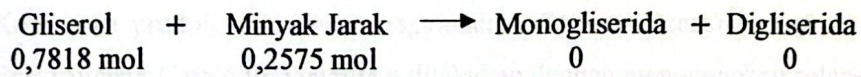
III.4.1 Sintesis Resin Alkid

Metode yang digunakan untuk sintesis resin alkid yang dimodifikasi dengan minyak adalah metode proses monogliserida, dimana langkah pertama yang dilakukan yakni mereaksikan gliserol dengan trigliserida minyak nabati. Trigliserida minyak nabati yang digunakan adalah minyak jarak. Trigliserida dan gliserol mengalami reaksi transesterifikasi dengan bantuan katalis basa menghasilkan monogliserida. Langkah kedua yang dilakukan adalah transformasi monogliserida menjadi senyawa alkid melalui reaksi esterifikasi dengan ftalat anhidrida. Pada penelitian ini jumlah massa bahan baku untuk produksi resin alkid adalah 400 gram.

III.4.1.1 Pembentukan Monogliserida

Sebanyak 240 gram (0,2575 mol) minyak jarak, 72 gram (0,7818 mol) gliserol, dan katalis NaOH dengan presentase 1% dari massa total lalu dimasukkan ke dalam

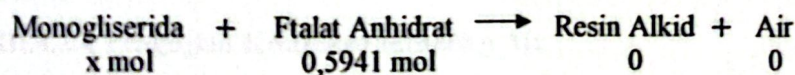
wadah reaktor berkapasitas 1 liter. Selanjutnya reaktor ditutup, gas nitrogen dialirkan ke dalam reaktor dan pengaduk mekanis dijalankan dengan kecepatan 150 rpm. Campuran reaksi dipanaskan dan dikontrol pada suhu 240°C dengan variasi suhu yang tercantum pada tabel III.1. Berikut adalah mekanisme reaksi pembentukan monogliserida secara teoritis dengan jumlah mol pada saat awal sebelum terjadi reaksi:



Pembentukan monogliserida dibuktikan dengan uji kelarutan etanol. Sebanyak 5 mL sampel campuran reaksi diambil dan dilarutkan ke dalam 5 mL larutan etanol. Jika campuran reaksi larut secara menyeluruh dalam etanol, maka hal tersebut menunjukkan monogliserida telah terbentuk. Kemudian campuran reaksi didinginkan hingga 80°C untuk diproses ke tahap berikutnya, yaitu tahap pembentukan senyawa alkid.

III.4.1.2 Pembentukan Senyawa Alkid

Pada tahap kedua yaitu tahapan pembentukan senyawa alkid, dimana reaksi polikondensasi dilakukan dengan menambahkan ftalat anhidrida sebanyak 88 gram (0,5941 mol). Selanjutnya reaktor ditutup, gas nitrogen dialirkan ke dalam reaktor dan pengaduk mekanis dijalankan dengan kecepatan 150 rpm. Campuran reaksi dipanaskan dan dikontrol pada suhu 220°C. Lama waktu proses divariasikan sebagaimana tercantum pada tabel III.2. Pada proses pembuatan monogliserida di dalam reaktor akumulasi hasil monogliserida dari reaksi 1 dan reaksi 2 diasumsikan dengan x mol, dan perolehan nilai x dapat dilihat pada Bab IV.1.2. Berikut adalah mekanisme reaksi pembentukan resin alkid secara teoritis dengan jumlah mol pada saat awal sebelum terjadi reaksi:



III.4.2 Analisis dan Pengujian Resin Alkid

Produk yang telah jadi kemudian dipersiapkan untuk dianalisis dan dilakukan pengujian. Berikut adalah analisis dan pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini:

III.4.2.1 Analisis Gugus Fungsi

Komposisi produk dianalisis menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) Spektrometer Cary 630. Pengujian dilakukan dengan menggunakan seluruh sampel produk hasil proses esterifikasi. Preparasi sampel cairan dengan cara mengambil sampel tersebut menggunakan pipet tetes. Setelah itu sampel tersebut diteteskan dengan ketebalan setipis mungkin (cukup satu tetes sampel) ke dalam holder atau wadah sampel alat FTIR yang selanjutnya akan dianalisis.

III.4.2.2 Pengujian Kekeringan

Pengukuran waktu pengeringan resin alkid yang telah disintesis dilakukan dengan mengaplikasikan resin pada papan aplikasi. Resin alkid dioleskan pada papan uji dan diratakan dengan ketebalan yang sama. Papan uji yang telah berisi resin dibiarkan kering pada temperatur ruang dan diukur lama waktu pengeringan tersebut dengan sistem *touch dry*.

III.4.2.3 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan adalah jenis pengujian untuk mengetahui tingkat kekerasan lapisan resin. Pengujian ini menggunakan jenis pensil HB yang digoreskan terhadap resin alkid yang dihasilkan dan pengujiannya dilakukan pada suhu ruang. Resin alkid terlebih dahulu diletakkan di atas papan uji dan dibiarkan mengering, kemudian pensil digunakan sebagai alat untuk menggores lapisan resin yang telah mengering untuk pengujian kekerasan. Pensil digoreskan ke permukaan cat dengan sudut 45°.

III.4.2.4 Pengujian Kelarutan terhadap Air

Pengujian kelarutan terhadap air ini memerlukan perantara yaitu bioplastik tapioka sebagai film. Pembuatan film dengan komposisi tapioka 6 gram, gliserol 0,3 gram

dan 50ml aquadest (Yuli dkk., 2014). Ketiga bahan tersebut sebagai blanko dari bioplastik dan untuk sampel selanjutnya dimodifikasi dengan penambahan masing-masing 1gram resin alkid 1 dan 2. Sintesis film dilakukan dengan mencampur bahan menjadi satu dengan masing-masing variasi komposisi, kemudian dipanaskan pada suhu kurang lebih 100°C dan diaduk selama 35 menit. Setelah 35 menit, larutan didiamkan sampai mencapai suhu ruangan. Lalu dituangkan ke dalam cetakan secara merata, dan dikeringkan di dalam *oven* pada temperatur 60°C selama 8 jam. Cetakan diangkat dan bioplastik dapat dilepaskan dari cetakannya dan siap di analisis.

Proses analisis dilakukan dengan potongan film dengan ukuran kecil yaitu 3 x 3 cm, dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berisi 30 mL air pada temperatur kamar. Selanjutnya dihitung waktu kelarutannya di dalam air (Yuli dkk., 2014).

Bab IV Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil Sintesis Resin Alkid

Tahapan proses sintesis resin alkid yang pertama yaitu reaksi alkoholisis untuk menghasilkan monogliserida dan dilanjutkan dengan reaksi esterifikasi untuk menghasilkan resin alkid.

IV.1.1 Pengaruh Waktu Proses Alkoholisis

Hasil reaksi alkoholisis untuk proses 2,5 jam dan 3 jam menunjukkan kelarutan yang sempurna, tetapi hasil proses alkoholisis 3 jam lebih gelap daripada yang 2,5 jam. Maka dari itu, untuk menunjukkan bahwa telah terbentuknya monogliserida dari hasil proses alkoholisis dilakukan uji kelarutan dalam etanol dan kedua monogliserida tersebut sama-sama larut sempurna dalam etanol. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Djubaedah dkk, 1995 bahwa semakin lama waktu pemanasan maka semakin tinggi kadar monogliserida yang dihasilkan. Kelarutan sempurna dalam etanol juga dimungkinkan terjadi pada proses alkoholisis kurang dari 2,5 jam.

Pada perhitungan teoritis reaksi pembentukan monogliserida sebagai berikut:

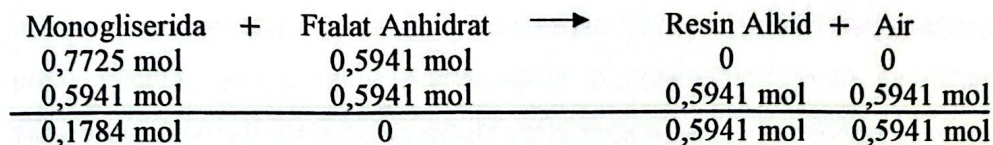
Gliserol	+	Minyak Jarak	→	Monogliserida	+	Digliserida
0,7818 mol		0,2575 mol		0		0
0,2575 mol		0,2575 mol		0,2575 mol		0,2575 mol
0,5243 mol		-		0,2575 mol		0,2575 mol

Digliserida	+	Gliserol	→	Monogliserida	+	Monogliserida
0,2575 mol		0,5243 mol		0		0
0,2575 mol		0,2575 mol		0,2575 mol		0,2575 mol
0		0,2668 mol		0,2575 mol		0,2575 mol

Akumulasi hasil monogliserida dari reaksi alkoholisis 1 dan reaksi alkoholisis 2 yaitu 0,7725 mol, dan masih tersisa gliserol 0,2668 mol.

IV.1.2 Pengaruh Waktu Proses Esterifikasi

Tahapan berikutnya adalah reaksi esterifikasi. Adapun mekanisme reaksi pembentukan resin alkid secara teoritis yaitu:



Selanjutnya hasil dari esterifikasi yang dilakukan pada penelitian ini sebenarnya diuraikan pada tabel IV. 1

Tabel IV. 1 Hasil Reaksi Esterifikasi

Hasil Reaksi	Waktu Reaksi (Jam)	Massa Awal (gram)	Produk utama		Produk samping
			Massa Cair	Massa Endapan	Air
Ester-alkid 1	2	400	385 gram (0,6875 mol)	0	15 gram (0,8333 mol)
Ester-alkid 2	3	400	389 gram (0,6946 mol)	0	11 gram (0,6111 mol)

Berdasarkan tabel IV.1 Produk alkid yang dihasilkan dengan variasi waktu proses esterifikasi tersebut sudah menghasilkan produk resin alkid yang berbentuk cairan sepenuhnya tidak lagi mengandung endapan. Pada perhitungan teoritis resin alkid yang dihasilkan sebanyak 0,5941 mol, namun pada penelitian ini dihasilkan massa resin alkid 1 sebanyak 0,6875 mol dan resin alkid 2 sebanyak 0,6946 mol. Hal ini menunjukkan bahwa monogliserida sudah bereaksi sempurna membentuk resin alkid tetapi mengandung pengotor sebesar 0,0934 mol untuk resin alkid 1 dan 0,1005 mol untuk resin alkid 2. Pengotor yang diperkirakan dari tahapan sintesis resin alkid yaitu sisa gliserol, monogliserida dan air, namun pada penelitian ini air sudah dipisahkan dengan produk hasil reaksi esterifikasi. Dalam reaksi esterifikasi, diamati bahwa semakin lama waktu reaksi, semakin kental campuran tersebut. Pada alkid, viskositas diperlukan untuk pemakaian nantinya pada formula coating (Rahmi D.,2019). Di tahap ini agitasi yang memadai diperlukan untuk

menyelesaikan pencampuran dari campuran monogliserida dan anhidrida ftalat. (Hlaing dan Oo, 2008)

Dapat dilihat juga pada tabel IV. 1 terdapat hasil samping air dengan waktu proses selama 3 jam menghasilkan massa air sebanyak 11 gram (0,8333 mol), sedangkan proses selama 2 jam menghasilkan massa air 15 gram (0,6111 mol). Perolehan air yang tinggi menjadi salah satu indikasi yang menunjukkan semakin panjang rantai polimer alkid yang terbentuk dari reaksi antara ftalat anhidrida dan monogliserida (Heriyanto, 2009). Terpisahnya air juga menunjukkan bahwa ikatan gugus hidroksil yang terdapat dalam reaktor adalah ikatan gugus hidroksil dari gliserol.

IV.2 Karakteristik Resin Alkid

Setelah tahap pemrosesan resin alkid kemudian dilakukan pengujian pada sampel resin alkid untuk mengetahui karakteristik resin alkid yang dihasilkan.

IV.2.1 Hasil Uji Kekerasan dan Kekeringan

Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu proses resin alkid terhadap tingkat kekerasan menggunakan pensil HB dan kekeringan resin alkid. Hasil karakterisasi yang diperoleh disajikan pada tabel IV.2.

Tabel IV. 2 Hasil Uji Kekerasan Resin Alkid

Sampel	Waktu proses	Pengujian Kekerasan
Resin alkid 1	2	Terdapat goresan
Resin alkid 2	3	Tidak terdapat goresan

Dari hasil pengamatan tabel IV.2 terlihat bahwa resin alkid 2 memiliki keunggulan dalam hal kekerasannya. Resin alkid 2 yang di proses selama 3 jam memiliki tingkat kekerasan yang lebih baik dibandingkan resin alkid 1 karena pada resin alkid 2 tidak terdapat goresan ketika dilakukan uji *pencil hardness* menggunakan pensil HB. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hlaing dan Oo (2008) dengan waktu proses esterifikasi resin alkid selama 2,5 jam tidak terdapat goresan dengan kekerasan menggunakan jenis pensil F. Kekerasan gores dari suatu material erat

kaitannya dengan sifat kimia yang dimiliki material tersebut resin alkid diperoleh melalui reaksi poliesterifikasi, yaitu reaksi pembuatan polimer dengan cara kondensasi yang menggabungkan dua jenis gugus yaitu karboksil dan hidroksil. Jika molekul pereaksi, salah satu atau keduanya mempunyai lebih dari dua gugus fungsional, maka akan terbentuk poliester jaring (poliester ikatan silang). Adanya ikatan silang (*crosslink*) menyebabkan berat molekul polimer menjadi lebih besar, akibatnya poliester tersebut akan menjadi lebih keras dan bersifat tahan lama (Stevens M. P, 2001). Pada penelitian ini hasil kekeringan resin alkid dari minyak jarak diperoleh selama 3 hari, hal ini menunjukkan bahwa resin alkid minyak jarak yang terbentuk memiliki kekeringan yang lebih lambat dibandingkan dengan resin alkid minyak kelapa sawit mentah penelitian Adiningsih dan Fauziati, 2010.

IV.2.2 Hasil Uji Daya Tahan terhadap Air

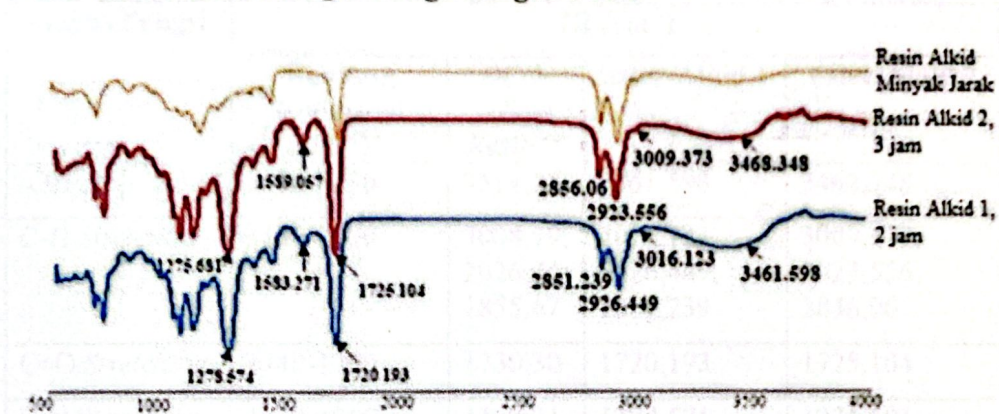
Pengujian Kelarutan ini dilakukan untuk menentukan kelarutan sampel film dalam air Gontard (1993). Kelarutan film ini di lihat dari film yang terlarut dalam air setelah melalui perendaman, berikut hasil lama waktu perendaman dari blanko film dan film yang sudah diberikan campuran resin alkid 1, resin alkid 2 disajikan pada tabel IV.3.

Tabel IV. 3 Hasil daya kelarutan dalam air

Sampel	Waktu kelarutan (Jam)
Blanko film	48
Film+Resin Alkid 1	54
Film+Resin Alkid 2	60

Dari tabel IV.3 terlihat bahwa film tanpa modifikasi dengan resin alkid menunjukkan ketahanan air paling rendah ditandai dengan kecepatan waktu kelarutan lebih cepat terurai. Setelah dimodifikasi dengan resin alkid ketahanan film dalam air meningkat dilihat dari semakin lama waktu film tersebut larut atau terurai. Maka dalam data pengamatan di atas, dapat dikatakan bahwa resin alkid modifikasi minyak jarak ini tidak berdampak berbahaya pada lingkungan.

IV.2.3 Hasil Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR



Gambar IV. 1 Spektrum perbandingan antara resin alkid minyak jarak, resin alkid minyak jarak 1 dan resin alkid minyak jarak 2

Pada hasil analisis spektrum ini terdapat puncak serapan ditunjukkan pada wilayah ikatan rangkap dua ($1500-2000\text{ cm}^{-1}$). Setelah dianalisis puncak serapan yang pertama pada daerah ini berada pada frekuensi $1430-1625\text{ cm}^{-1}$ dengan *peak* yaitu $1583,271\text{ cm}^{-1}$ untuk resin alkid 1 dan $1589,057\text{ cm}^{-1}$ untuk resin alkid 2 yang menandakan adanya ikatan rangkap $\text{C}=\text{C}$ *stretching aromatic* dari ftalat anhidrida sesuai dengan penelitian Ling dkk., 2014. Puncak serapan yang kedua pada daerah rangkap dua ini yaitu pada rentang antara $1700-1740\text{ cm}^{-1}$ dengan *peak* $1720,193\text{ cm}^{-1}$ untuk resin alkid 1 dan $1725,104\text{ cm}^{-1}$ untuk resin alkid 2 menandakan adanya ikatan rangkap $\text{C}=\text{O}$ *stretching* karena terkonjugasi dengan aromatik karena keberadaan trigliserida dan asam lemak bebas dari minyak jarak, dan ikatan ini menggambarkan adanya senyawa karbonil sederhana yaitu ester. Sementara itu terdapat puncak serapan pada daerah $1000-1300\text{ cm}^{-1}$ dengan masing-masing *peak* yaitu $1278,574\text{ cm}^{-1}$ untuk resin alkid 1 dan $1275,681\text{ cm}^{-1}$ untuk resin alkid 2 yang menunjukkan adanya ikatan tunggal $\text{C}-\text{O}$ *stretching*. Keberadaan ikatan rangkap $\text{C}=\text{O}$ dan ikatan tunggal $\text{C}-\text{O}$ dalam spektrum IR mengindikasikan terbentuknya ikatan ester. Puncak yang melebar pada $3461,598\text{ cm}^{-1}$ untuk resin alkid 1 dan $3468,348\text{ cm}^{-1}$ untuk resin alkid 2 menunjukkan banyaknya gugus $-\text{OH}$ yang terdapat pada gliserol. Pada tabel IV.4 dirangkum data spektrum IR senyawa ester-alkid 1,2.

Tabel IV.4 Data Spektrum FTIR Senyawa Hasil Proses Esterifikasi

Gugus Fungsi	IR (cm ⁻¹)			
	Rentang Frekuensi (cm ⁻¹)*	DCO-Alkyd Resin**	Ester-Alkid 1	Ester-Alkid 2
-OH <i>Stretching</i>	3600-3450	3514,21	3461,598	3468,348
C-H <i>Stretching</i>	3100-2800	3008,99; 2926,74; 2855,67	3016,123; 2926,449; 2851,239	3009,373; 2923,556; 2856,06
C=O <i>Stretching</i>	1740-1700	1730,30	1720,193	1725.104
C-O <i>Stretching</i>	1300-1000	1169,21	1278.574	1275.681
C=C <i>Stretching</i>	1625-1430	-	1583.271	1589.057

*(Socrates G., 2001)

**DCO (*Dehydrated Castor Oil*)-Alkyd Resin: Senyawa alkid hasil penelitian Hlaing dan Oo (2008)

Berdasarkan hasil uji FTIR, produk hasil proses esterifikasi secara keseluruhan telah berhasil membentuk senyawa ester-alkid flatat, karena dari hasil pengamatan yang diperoleh terdapat spektrum IR yang mengindikasikan terbentuknya ikatan ester dalam senyawa. Berdasarkan hasil produk dan analisa gugus fungsi diatas maka perlakuan yang akan digunakan untuk proses esterifikasi adalah waktu proses selama 3 jam karena dari lama waktu proses tersebut dihasilkan hasil produk dengan karakteristik yang lebih baik dan ikatan C=O *stretching* dari senyawa ester yang lebih tinggi yaitu 1725,104 cm⁻¹ dibandingkan proses selama 2 jam yaitu 1720,193 cm⁻¹. Ikatan diluar dari C=O *stretching* senyawa ester kemungkinan adalah pengotor dari produk resin alkid yang terbentuk.

Bab V Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah lakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu proses pada tahapan sintesis dengan karakteristik yang sesuai dengan resin alkid, yaitu:
 - proses reaksi alkoholis dengan waktu proses 2,5 jam dan 3 jam sudah menghasilkan monogliserida yang larut sempurna dalam etanol,
 - proses reaksi esterifikasi dengan waktu proses 2 jam dan 3 jam sudah menghasilkan resin alkid yang homogen tanpa terdapat endapan,
2. Pengaruh penambahan minyak jarak terhadap karakteristik resin alkid, yaitu:
 - Tingkat kekerasan resin alkid minyak jarak yang lebih baik yaitu resin alkid 2 dengan waktu proses esterifikasi 3 jam dibandingkan dengan resin alkid 1 dengan waktu proses esterifikasi selama 2 jam,
 - lama waktu pengeringan resin alkid minyak jarak yaitu selama 3 hari,
 - Ketahanan terhadap air resin alkid minyak jarak cukup baik dilihat dari kelarutannya yang lama terurai,
3. Analisa gugus fungsi resin alkid secara keseluruhan telah membentuk senyawa ester-alkid flat dan hasil produk yang lebih baik yaitu resin alkid dengan waktu proses selama 3 jam yang memiliki nilai ikatan C=O *stretching* lebih tinggi.

V.2 Saran

Berdasarkan pada data hasil penelitian didapatkan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan proses alkoholisis dengan waktu kurang dari 2,5 jam,
2. Perlu dilakukan pengujian viskositas, estetika (*glossy dan colour strength*), pada produk resin alkid sesuai dengan SNI 06-0504-1989 Resin Alkid, modifikasi minyak nabati atau minyak hewani.
3. Perlu dilakukan penggunaan resin dan bahan formula cat lainnya dan dilakukan pengujian pada cat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M., Akram, D., Sharmin E., Zafar F., dan Ahmad, S. (2014): *Vegetable Oil Based EcoFriendly Coating Materials. A Review Article, Arabian Journal of Chemistry King Saud University*, **4**, 469-479.
- Alfred Thomas. (2002): *Fats and Fatty Oils. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim: Wiley-VCH.*
- American Standard Tesing Material. (2011). *ASTM D3363 Standard Test Method for Film Hardness by Pencil Test*, United States.
- Atimuttigul, Vikkasit, Siriporn Damrongsakkul, dan Wiwut Tanthapanichakoon. (2006): *Effects of Oil Type on the Properties of Short Oil Alkyd Coating Materials. Korean Journal of Chemical Engineering*, **23**, 672-677.
- Deligny, P. dan Tuck, N. (2000): *Resin For Surface Coatings Volume II : Alkyd and Polyester, Willey and Sons, Sita Technology Limited, London UK*
- Department of Defense United State of America (2004). *Unfied Facilities Criteria (UFC): 4 Protective Coatings and Paints. Department of Defense United State of America.*
- Djubaedah, E., Moestofa, A., dan Mariana. (1995): Pembuatan Zat Pengemulsi Monogliserida dari Minyak Kelapa, *Warta IHP*, **1-2**, 59-63.
- Dwiyati, S. T. (11 Oktober 2015). Pengaruh Kadar *Hardener* Terhadap Kualitas Produk Pengecatan Plastik. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ.*
- Elba, M.E., Abdel Rehim, E.M., dan Ashery, R.E. (2018): *Progress in Organic Coating: Synthesis and Characterization Alkyd Resin Based on Soya Bean Oil and Glycerin Using Zirconium Octoate as Catalyst. Chemical Technology An Indian Journal*, Vol 3.
- Elliot, W. T. (1993): *Surface Coatings: Alkyd Resins, Chapman & Hall, New York.*
- Goldschmidt, A., dan Streitberger, H.J. (2007): *Basf Handbook On: Basics of Coating Technology 2nd revised edition, Vincentz Network, Germany.*
- Gunstone, F. D. (1967): *An Introduction to the Chemistry and Biochemistry of Fatty Acids and their Glycerides, Chapman & Hall, London.*
- Haken., J. K. dan Green, M.R., (1987): *Analysis of Cross-linked Alkyd Amino Formaldehyde Resin Systems, Journal of Chromatography, Elsevier Science Publisher B.V, Amsterdam.* **396**, 121-128.
- Harismawati A. dan Prasetyo F., (2011): Produksi Mono- dan Digliserida dengan Proses Gliserolisis Pseudohomogen dari Minyak Goreng Bekas
- Heriyanto, H., Rochmadi., dan Budiman, A. (2010): Distribusi Berat Molekul *Alkyd Resin* Termodifikasi Minyak Jagung. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, Universitas Diponegoro.*
- Hlaing, N. N. dan Oo, M. M. (2008): *Manufacture of Alkyd Resin from Castor Oil. World Academy of Science, Engineering and Technology*, **48**, 155-61.
- Ibrahim, K.A., Abu-sheih, K.A., Al-Trawneh, I., dan Bourghli, L. (2014): *Preparation and Characterization of Alkyd Resin of Jordan Valley Tomato Oil. Journal Polymer Environment, Springer Science Business Media, New York.*
- Ikhuoria, E. U., Aigbodion, I. dan Okieimen, F. E. (2004): *Enhancing the Quality of Alkyd Resins Using Methyl Esters of Rubber Seed Oil, Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, **3**, 311-316

- Issac, I. O., Ekpa, O. D., Ekpe, U. J., dan Odiongenyl, A. O. (2015): *The Effects of Polybasic Acid Type on Kinetics of the Preparation of Cottonseed Oil Based Alkyd Resins*. IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences, 10, 25-33.
- Jayanudin, Rochmadi, dan Budiman, A. (22 Februari 2011). Pengaruh Suhu Reaksi Alkoholisis Terhadap Derajat Polimerisasi Alkyd Resin Termomodifikasi Minyak Jagung, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*: Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, Yogyakarta.
- Karak, N. (2012): *Vegetable Oil-Based Polymers: Properties, Processing and Applications*, Elsevier.
- Kirk, R. E., dan Othmer, D. F. (1953). *Encyclopedia of Chemical Technology Vol. 2. The Interscience Encyclopedia*, Inc; New York.
- Laurence W. Mckeen. (2006). *Fluorinated Coatings and Finishes Handbook*. Willim Andrew, Inc; the United States of America.
- Ling, J. S., Mohammed, I. A., Ghazali, A., dan Khairuddean, M. (2014): *Novel Poly (Alkyd-Urethane) from vegetable oils: Synthesis and Properties*, Elsevier *Industrial Corps and Product*, 74-84.
- Momodu, V. M., Omorogbe, S. O., Ikhuoria, E. U., Obazee, E. O., dan Aigbodion, A. I. (2011): *Synthesis and Evaluation of Performance Characteristics of Walnut (Tetracarpidium conophorum) Seed Oil-Modified Alkyd Resin. Research*. Vol 3. Hal 7
- Moquin, P. H. L., Tenelli, King J. W., Palcic, M., (2005): *Kinetic Modelling of Gliserolysis Reaction for Soyabean Oils in Supercritical Carbon Dioxide Media, Journal Of The American Oil Chemist 'Society* , Vol 75, 10
- Nandiyanto A. B. D., Oktiani R., dan Ragadhita R. (2019): *How to Read and Interpret FTIR Spectroscopy of Organic Material*, Indonesian Journal of Science & Technology, Vol 4, 1, 97-118
- Nawalade, P, dan Priyanka. (2015): *Alkyd Based High-Solid and Hybrid Organic Coatings. Dissertation*. University of Akron.
- Novi Nur Aidha dan Bumiarto Nugroho Jati (2017): *Komparasi Kualitas Cat Alkid Menggunakan Pelarut Hasil Pirolisis Limbah Plastik Polietilen dengan Peralut di Industri Cat*, Jurnal Kimia dan Kemasan, 39(2), 87-94
- Odetoye, T. E., Ogunniyi, D. S., Olatunji, G. A. (2010): *Preparation and evaluation of Jatropha curcas Linneaus seed oil alkyd resins*, Ind. Crops Prod. 32, 225-230
- Odetoye, T. E., Ogunniyi, D. S., Olatunji, G. A. (2012): *Improving Jatropha Curcas Linneaus oil Alkyd Drying Propertie*, Elsevier *Progress in Organic Coatings*, 374-381.
- Perz, Veronica. (2011): *New Enzymatic Methods for the Drying of Alkyd Resins. Technischen Universitat Graz*.
- Rahmi D., Yunilawati R., Marpaung M. T., Nuraeni C., Hidayati N., Ratnawati E., Riyanto A., Setiaji D. L., Nugroho S., Arifah J., Hastuti M. I., Widjajanti R., (2019): *Sintesis dan Karakterisasi Polimer Alkid Poligliserol Banyak Cabang*. Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian RI.
- Socrates G. (2001): *Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies. Thrid Edition. Formerly of Brunel, The University of West London, Middlesex. UK*

- Stevens, M. P. (2001): *Polymer Chemistry: An introduction. Ed. 2. Oxford University Press, Inc.*
- Stirton, A. J.(1964): Fat Splitting Esterification and Interesterification. Interscience, New York,931-972.
- Tracton, A. A. (2006): *Coatings Technology Handbook (3rd ed), CRC Press: Taylor & Francis Group.*
- Umar, B.Y., Haruna, Musa dan Sharif, N. Usman (2017): *Synthesis, Characterisation and Antimicrobial Evaluation of the Alkyd Resins derived from Castor seed oil, Bayero Journal of Pure and Applied Sciences, 10(1): 525 - 528*
- Yuli Darni, Tosty M. S., Muhammad Hanif. (2014): Produksi Bioplastik dari Sorgum dan Selulosa Secara Termoplastik, Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, Universitas Lampung.
- Yuni Adiningsih dan Fauziati (2010): Pemanfaatan Hasil Samping Minyak Sawit (Gliserol) sebagai Bahan Pembuatan Alkid Resin, Jurnal Riset Teknologi Industri, 4,7



Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI

POLITEKNIK STMI JAKARTA

Jl. Letjen Suprapto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510
Telp (021) 42886064 Fax: (021) 42886206
www.stmi.ac.id

Nomor : 144 /BPSDM/STMI/XII/2019
Lampiran :
Hal : Permohonan Penelitian

Jakarta, 03 Desember 2019

Yth. Bapak/Ibu Pimpinan
Balai Besar Kimia dan Kemasan
Jl. Balai Kimia No.1 Pekayon Pasar Rebo Jakarta Timur

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa/i di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI, dengan ini memohon bantuan Bapak/Ibu agar bersedia menerima mereka yang namanya tersebut di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu pimpin selama kurang lebih 6 (enam) bulan.
Adapun nama mahasiswa/i yang akan melakukan Penelitian adalah:

No.	Nama	NIM	Bidang Kompetensi
1.	Ivana Magdalena Alfons	1516042	Proses Produksi

Dalam pelaksanaannya kami mengharapkan bantuan bimbingan Bapak/Ibu agar mahasiswa/i kami dapat melakukannya dengan baik. Untuk selanjutnya kompetensi yang diperoleh dari hasil bimbingan Bapak/Ibu akan dipresentasikan dan mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi perusahaan.

Demikian atas bantuan dan kerjasama Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Pembantu Direktur I

Ridzky Kramanandita

Tembusan:

1. Direktur Politeknik STMI Jakarta;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;





Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI BESAR KIMIA DAN KEMASAN

Jl. Balai Kimia No. 1, Pokayon Pasar Rebo, Jakarta 13710, Kotak Pos 6916 JATPK

Telp. (021) 8717430 (Hunting), 8720449, Fax. (021) 8714928

E-mail: bbk@csn.net.id, <http://bbk.kemprasid.go.id>

Nomor : B/ 321 /BPPI/BBKK/PP/XII/2019

Jakarta, 16 Desember 2019

Lampiran :

Hal : Permohonan Penelitian

Yth : Pembantu Direktur I
Sekolah Tinggi Manajemen Industri
Jl. Letjen Suprpto No.26
Cempaka Putih
Jakarta Kode Pos 10510

Sehubungan dengan surat Saudara Nomor 144/BPSDMI/STMI/XII/2019 tanggal 3 Desember 2019 hal permohonan penelitian dengan ini kami sampaikan bahwa pada prinsipnya kami menerima Mahasiswa Politeknik Sekolah Tinggi Manajemen Industri tersebut dibawah ini :

Nama : Ivana Magdalena
NPM : 1516042

Untuk melakukan kegiatan penelitian di Balai Besar Kimia dan Kemasan dibawah bimbingan DR. Dwinna Rahmi, M. Eng pada tanggal 13 Januari s/d 15 Mei 2020.

Demikian, atas perhatian dan kerjasama Saudara kami ucapkan terima kasih.

Kepala,



Wwik Pudjiastuti

Tembusan :
Kepala Bagian Tata Usaha

LAMPIRAN C Lembar Bimbingan Tugas Akhir

Nama : Ivana Magdalena
 Nim : 1516042
 Judul Tugas Akhir : Sintesa dan Karakterisasi Resin Alkid dengan Modifikasi Minyak Jarak
 Pembimbing : Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng

Tanggal	Bab	Keterangan	Paraf
14-10-2019		Mengajukan konsep penelitian	
30-10-2019		Konsultasi konsep penelitian dan pengarahannya untuk ke BBKK	
01-11-2019		Konfirmasi Judul yang sudah didapat dari project BBKK (pengesahan judul penelitian)	
11-11-2019		Penyusunan proposal dengan judul Sintesis dan Karakterisasi Resin Alkid Hyperbranched	
16-11-2019	Bab 1	Revisi proposal abstrak dan Bab 1	
10-12-2019	Bab 2	Revisi proposal Bab 2 Tinjauan Pustaka	
24-12-2019	Bab 3	Revisi proposal Bab 3 Metodologi Penelitian	
27-12-2019		Finalisasi Proposal	
24-02-2020		Konsultasi penelitian dikarenakan ada beberapa masalah dengan alat yang ada di BBKK, sehingga membuat rencana lain untuk proses penelitiannya	
29-03-2020	Bab 3 & 4	1. Menjelaskan masing-masing variabel bebas yang sudah dilaksanakan (saran dari Bu Rochmi : Variabel bebas bisa divariasikan dengan suhu, waktu, atau dengan pengujian etanol dan air) 2. Memaparkan hasil proses monogliserida dan resin alkid 3. Konsultasi perihal pengujian yang belum sama sekali dilaksanakan	

		4. Pengarahan untuk menuliskan Bab 3 bagian prosedur penelitian yang benar dan sesuai, jika keadaan sudah normal lanjutkan proses aminasi dan pengujian	
06-05-2020	Bab 2 & 4	Perbaikan hasil dan pembahasan dengan keterkaitan teori referensi tinjauan pustaka	
04-06-2020	Bab 4 & 5	Revisi Bab 4 hasil dan pembasan, revisi penulisan (catatan : lengkapi data-data lampiran), melanjutkan penyusunan Bab 5	
23-06-2020	Bab 5	Konsultasi <i>progress</i> pembuatan PPT dan revisi laporan BAB 5	
26-06-2020		Revisi PPT dan latihan presentasi	
04-07-2020		Konsultasi PPT dan penambahan saran berkaitan dengan Bab 4	
06-07-2020		Latihan Presentasi dan revisi PPT dan laporan	
08-07-2020		Melengkapi PPT dan konsultasi akhir sebelum seminar	

Nomor : 261 /BPSPDM/STMI/PP/II/2020
Lampiran : 1 (satu)
Hal : Penugasan Proses Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2019/2020

Jakarta, 26 Februari 2020

Yth. Ibu Ir Rochmi Widjajanti, M.Eng
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/BPSPDM/STMI/PP/KEP/II/2020 tanggal 02 Januari 2020 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2019/2020, maka dengan ini kami mengharap bantuan Ibu untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Ivana Magdalena Alfons
No. Induk : 1516042

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Sintesa dan Karakterisasi Resin Alkid dan Poligliserol banyak Cabang dengan Modifikasi Minyak Nabati. "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Ibu kami ucapkan terima kasih.


Direktur,

Mustofa

Tembusan:
1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;



LAMPIRAN E Perhitungan

Kebutuhan bahan baku untuk menghasilkan kadar resin alkid optimum yang diperlukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Massa total = 400 gram

- Massa minyak jarak = $\frac{60}{100} \times 400 \text{ gram} = 240 \text{ gram}$ (60% minyak jarak untuk menghasilkan resin alkid dengan tipe *long oil alkyd*)
- Mol Minyak Jarak = $\frac{240 \text{ gram}}{932 \text{ g/mol}} = 0,2575 \text{ mol}$
- Massa Total Katalis (NaOH) = $1\% \times 400 \text{ gr} = 4 \text{ gr}$

Mencari Rasio molar minyak jarak, gliserol dan ftalat anhidrat

- Massa gliserol = $\frac{18}{100} \times 400 \text{ gram} = 72 \text{ gram}$
- Mol gliserol = $\frac{72 \text{ gram}}{92,09 \text{ g/mol}} = 0,7818 \text{ mol}$

rasio molar gliserol dan minyak jarak: $\frac{0,7818 \text{ mol}}{0,2575 \text{ mol}} = 3,036 = 3$

- Massa ftalat anhidrat = $\frac{22}{100} \times 400 \text{ gram} = 88 \text{ gram}$
- Mol ftalat anhidrat = $\frac{88 \text{ gram}}{148,12 \text{ g/mol}} = 0,5941 \text{ mol}$

rasio molar ftalat anhidrat dan minyak jarak: $\frac{0,5941 \text{ mol}}{0,2575 \text{ mol}} = 2,30 = 2$

jadi, rasio molar bahan baku pembuatan resin alkid minyak jarak adalah 1:3:2

Perhitungan secara teoritis pembentukan monogliserida

Gliserol	+	Minyak Jarak	→	Monogliserida	+	Digliserida
0,7818 mol		0,2575 mol		0		0
0,2575 mol		0,2575 mol		0,2575 mol		0,2575 mol
0,5243 mol		0		0,2575 mol		0,2575 mol

Digliserida	+	Gliserol		Monogliserida	+	Monogliserida
0,2575 mol		0,5243 mol		0		0
0,2575 mol		0,2575 mol		0,2575 mol		0,2575 mol
0		0,2668 mol		0,2575 mol		0,2575 mol

Perhitungan secara teoritis pembentukan resin alkid

Monogliserida	+	Ftalat Anhidrat	→	Resin Alkid	+	Air
0,7725 mol		0,5941 mol		0		0
0,5941 mol		0,5941 mol		0,5941 mol		0,5941 mol
0,1784 mol		0		0,5941 mol		0,5941 mol

Hasil resin alkid yang diperoleh

- Resin alkid 1 = $\frac{385 \text{ gram}}{\text{Mr C}_{31}\text{H}_{44}\text{O}_9} = \frac{385 \text{ gram}}{560 \text{ g/mol}} = 0,6875 \text{ mol}$
- Resin alkid 2 = $\frac{389 \text{ gram}}{\text{Mr C}_{31}\text{H}_{44}\text{O}_9} = \frac{389 \text{ gram}}{560 \text{ g/mol}} = 0,6946 \text{ mol}$

Perhitungan jumlah pengotor pada resin alkid yang dihasilkan

Nilai resin alkid yang dihasilkan – nilai resin alkid secara teoritis

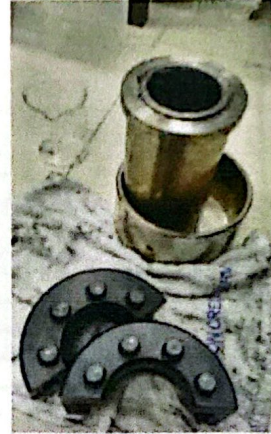
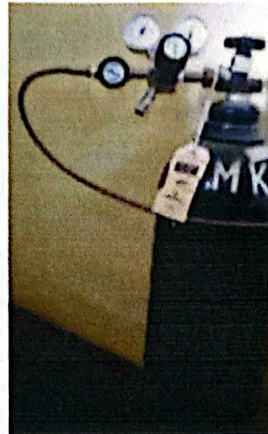
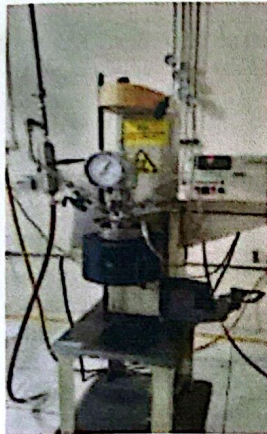
- Resin alkid 1 = $0,6875 \text{ mol} - 0,5941 \text{ mol} = 0,0934 \text{ mol}$
- Resin alkid 2 = $0,6946 \text{ mol} - 0,5941 \text{ mol} = 0,1005 \text{ mol}$

Kesalahan relatif resin alkid yang terbentuk

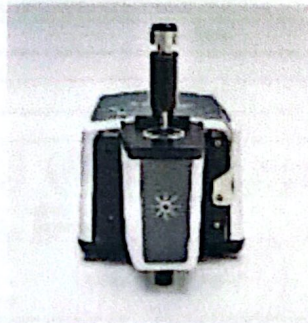
$$\frac{\text{nilai sebenarnya} - \text{nilai teoritis}}{\text{nilai sebenarnya}} \times 100\%$$

- Resin alkid 1 = $\frac{385 \text{ gram} - 400 \text{ gram}}{385 \text{ gram}} \times 100\% = \frac{-15}{385} \times 100\% = \frac{15}{385} \times 100\% = 3,9\%$
- Resin alkid 2 = $\frac{389 \text{ gram} - 400 \text{ gram}}{389 \text{ gram}} \times 100\% = \frac{-11}{389} \times 100\% = \frac{11}{389} \times 100\% = 2,9\%$

LAMPIRAN F Gambar Alat dan Bahan



Gambar reaktor *Batch*



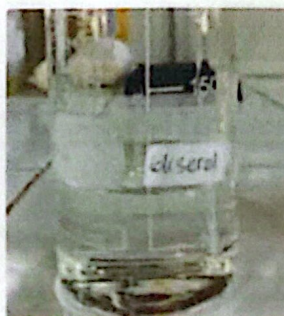
Gambar *Spectrometer* merek Nicolet
IS 5 *Thermo Fisher Scientific*



Gambar timbangan digital



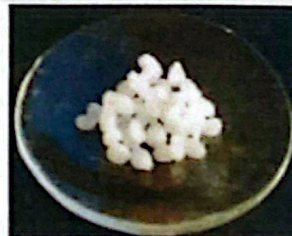
Gambar Minyak Jarak



Gambar Gliserol



Gambar Ftalat Anhidrat



Gambar NaOH

LAMPIRAN G Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku

Castor Oil (Minyak Jarak)

CASTOR OIL		ICSC: 1452	
Ricinus oil		June 2003	
CAS #: 8001-79-4			
EC Number: 232-293-8			
	ACUTE HAZARDS	PREVENTION	FIRE FIGHTING
FIRE & EXPLOSION	Combustible.	NO open flames.	Use powder, carbon dioxide.
	SYMPTOMS	PREVENTION	FIRST AID
Inhalation			
Skin			
Eyes			
Ingestion	Abdominal pain. Diarrhoea. Nausea. Vomiting.	Do not eat, drink, or smoke during work.	
SPILLAGE DISPOSAL		CLASSIFICATION & LABELLING	
Collect leaking liquid in covered containers.		According to UN GHS Criteria	
STORAGE			
		Transportation UN Classification	
PACKAGING			
 International Labour Organization		 World Health Organization	
Prepared by an international group of experts on behalf of ILO and WHO, with the financial assistance of the European Commission. © ILO and WHO 2017			
		 European Commission	

8/12/2020

ICSC 1452 - CASTOR OIL

CASTOR OIL		ICSC: 1452
PHYSICAL & CHEMICAL INFORMATION		
Physical State: Appearance COLOURLESS VISCOUS LIQUID WITH CHARACTERISTIC ODOUR.		Boiling point: 313°C Melting point: -10 - -18°C Relative density (water = 1): 0.96 Solubility in water: very poor Flash point: 229°C c.c. Auto-ignition temperature: 448°C
Physical dangers		
Chemical dangers		
EXPOSURE & HEALTH EFFECTS		
Routes of exposure		Inhalation risk
Effects of short-term exposure The substance is irritating to the gastrointestinal tract.		Effects of long-term or repeated exposure Repeated or prolonged contact with skin may cause dermatitis.
OCCUPATIONAL EXPOSURE LIMITS		
ENVIRONMENT		
NOTES		
ADDITIONAL INFORMATION		
EC Classification		

Gliserol

GLYCEROL Glycerin 1,2,3-Propanetriol 1,2,3-Trihydroxypropane		ICSC: 0624 April 2006	
CAS #: 56-81-5 EC Number: 200-289-5			
	ACUTE HAZARDS	PREVENTION	FIRE FIGHTING
FIRE & EXPLOSION	Combustible. Gives off irritating or toxic fumes (or gases) in a fire.	NO open flames.	Use water spray, alcohol-resistant foam, dry powder, carbon dioxide. In case of fire: keep drums, etc., cool by spraying with water.
	SYMPTOMS	PREVENTION	FIRST AID
Inhalation		Use ventilation.	Fresh air, rest.
Skin	Dry skin.	Protective gloves.	Rinse skin with plenty of water or shower. Rinse skin with plenty of water or shower.
Eyes		Wear safety goggles.	First rinse with plenty of water for several minutes (remove contact lenses if easily possible), then refer for medical attention.
Ingestion	Diarrhoea.	Do not eat, drink, or smoke during work.	Rinse mouth. Rinse mouth.
SPILLAGE DISPOSAL		CLASSIFICATION & LABELLING	
Ventilation. Collect leaking and spilled liquid in covered containers as far as possible. Absorb remaining liquid in sand or inert absorbent. Then store and dispose of according to local regulations.		According to UN GHS Criteria	
STORAGE		Transportation	
Separated from strong oxidants.		UN Classification	
PACKAGING			
  Prepared by an international group of experts on behalf of ILO and WHO, with the financial assistance of the European Commission. © ILO and WHO 2017		 European Commission	

GLYCEROL		ICSC: 0624
PHYSICAL & CHEMICAL INFORMATION		
Physical State; Appearance HYGROSCOPIC VISCOUS COLOURLESS LIQUID.		Formula: $C_3H_8O_3$ / $CH_2OH-CHOH-CH_2OH$ Molecular mass: 92.1 Boiling point: 290°C Melting point: 18°C Relative density (water = 1): 1.26 Solubility in water: miscible Vapour pressure, Pa at 25°C: 0.01 Relative vapour density (air = 1): 3.2 Flash point: 176°C c.c. Auto-ignition temperature: 393°C Explosive limits, vol% in air: 2.6-11.3 Octanol/water partition coefficient as log Pow: -1.76
Physical dangers Chemical dangers Decomposes on heating. This produces corrosive fumes of acrolein. Reacts with strong oxidants. This generates fire and explosion hazard.		
EXPOSURE & HEALTH EFFECTS		
Routes of exposure Effects of short-term exposure		Inhalation risk Evaporation at 20°C is negligible; a nuisance-causing concentration of airborne particles can, however, be reached quickly on spraying. Effects of long-term or repeated exposure
OCCUPATIONAL EXPOSURE LIMITS		
MAK: (inhalable fraction): 200 mg/m ³ ; peak limitation category: I(2); pregnancy risk group: C		
ENVIRONMENT		
NOTES		
ADDITIONAL INFORMATION		
EC Classification		

Phthalic anhydride (Ftalat anhidrida)

PHTHALIC ANHYDRIDE	ICSC: 0315
1,2-Benzenedicarboxylic acid anhydride	
Phthalic acid anhydride	June 2003
1,3-Isobenzofurandione	
CAS #: 85-44-9	
EC Number: 201-607-5	

	ACUTE HAZARDS	PREVENTION	FIRE FIGHTING
FIRE & EXPLOSION	Combustible. Finely dispersed particles form explosive mixtures in air.	NO open flames. Closed system, dust explosion-proof electrical equipment and lighting. Prevent deposition of dust.	Use water spray, foam, dry powder, carbon dioxide.

PREVENT DISPERSION OF DUST! AVOID ALL CONTACT!			
	SYMPTOMS	PREVENTION	FIRST AID
Inhalation	Cough. Sore throat. Wheezing.	Use local exhaust or breathing protection.	Fresh air, rest. Half-upright position. Refer for medical attention.
Skin	Redness. Pain.	Protective gloves. Protective clothing.	Remove contaminated clothes. Rinse and then wash skin with water and soap. Refer for medical attention.
Eyes	Redness. Pain.	Wear safety goggles or eye protection in combination with breathing protection.	First rinse with plenty of water for several minutes (remove contact lenses if easily possible), then refer for medical attention.
Ingestion	Abdominal pain.	Do not eat, drink, or smoke during work.	Rinse mouth. Do NOT induce vomiting. Give one or two glasses of water to drink. Refer for medical attention.

SPILLAGE DISPOSAL	CLASSIFICATION & LABELLING
Personal protection: chemical protection suit including self-contained breathing apparatus. Sweep spilled substance into covered containers. If appropriate, moisten first to prevent dusting. Carefully collect remainder. Then store and dispose of according to local regulations.	According to UN GHS Criteria
STORAGE	Transportation
Separated from combustible substances, reducing agents, strong oxidants, strong bases, strong acids and food and feedstuffs. See Chemical Dangers. Ventilation along the floor. Dry. Well closed.	UN Classification
PACKAGING	
Do not transport with food and feedstuffs.	



World Health Organization

Prepared by an international group of experts on behalf of ILO and WHO, with the financial assistance of the European Commission.
© ILO and WHO 2017



European Commission

PHTHALIC ANHYDRIDE		ICSC: 0315
PHYSICAL & CHEMICAL INFORMATION		
Physical State; Appearance WHITE LUSTROUS CRYSTALS WITH CHARACTERISTIC ODOUR.		Formula: $C_8H_4O_3$ / $C_6H_4(CO)_2O$ Molecular mass: 148.1 Boiling point: 284°C (sublimes) Melting point: 131°C Density: 1.53 g/cm ³ Solubility in water: slow reaction Vapour pressure, Pa at 20°C: <0.3 Relative vapour density (air = 1): 5.1 Flash point: 152°C c.c. Auto-ignition temperature: 570°C Explosive limits, vol% in air: 1.7-10.4 Octanol/water partition coefficient as log Pow: 1.6
Physical dangers Dust explosion possible if in powder or granular form, mixed with air.		
Chemical dangers Decomposes on contact with hot water. This produces phthalic acid. Reacts with strong oxidants, strong acids, strong bases and reducing agents. Reacts violently with copper oxide and sodium nitrite on heating. This generates explosion hazard. Attacks many metals in the presence of water.		
EXPOSURE & HEALTH EFFECTS		
Routes of exposure The substance can be absorbed into the body by inhalation of its aerosol and by ingestion.		Inhalation risk A harmful concentration of airborne particles can be reached quickly when dispersed, especially if powdered.
Effects of short-term exposure The substance is severely irritating to the eyes, skin and respiratory tract.		Effects of long-term or repeated exposure Repeated or prolonged contact may cause skin sensitization. Repeated or prolonged inhalation may cause asthma. See Notes.
OCCUPATIONAL EXPOSURE LIMITS		
TLV: 0.002 mg/m ³ , as TWA; 0.005 mg/m ³ as STEL; (skin); (SEN); A4 (not classifiable as a human carcinogen). MAK: sensitization of respiratory tract (SA)		
ENVIRONMENT		
NOTES		
The substance may be transported in molten state. The symptoms of asthma often do not become manifest until a few hours have passed and they are aggravated by physical effort. Rest and medical observation are therefore essential. Anyone who has shown symptoms of asthma due to this substance should avoid all further contact with this substance. For materials containing more than 0.05% of maleic anhydride the UN number is 2214, hazard class 8, packaging group III. Do NOT take working clothes home.		
ADDITIONAL INFORMATION		
EC Classification Symbol: Xn; R: 22-37/38-41-42/43; S: (2)-23-24/25-26-37/39-46		

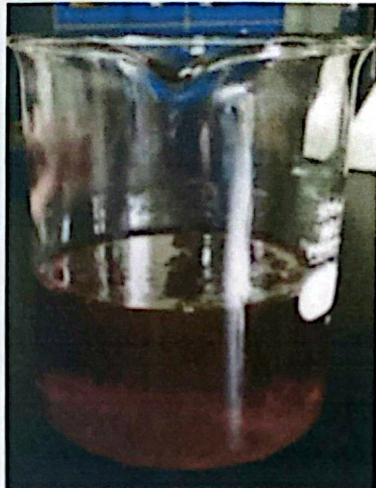
LAMPIRAN H Gambar Hasil Proses Penelitian



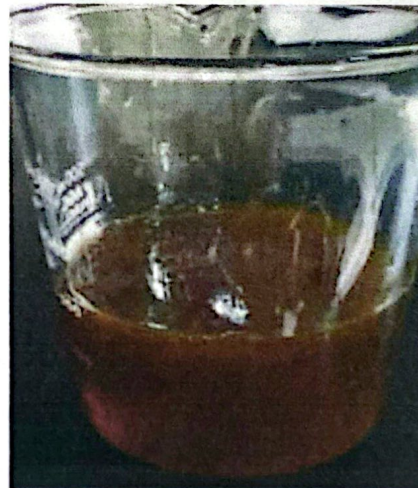
Gambar Monogliserida 1



Gambar Resin alkid 1



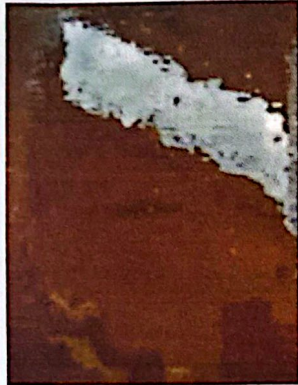
Gambar Monogliserida 2



Gambar Resin alkid 2

LAMPIRAN I Gambar Hasil Pengujian

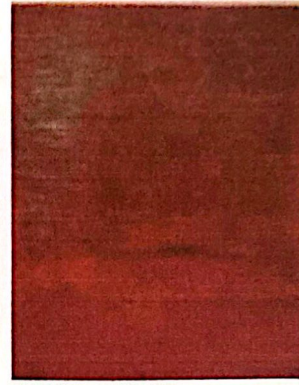
Gambar Hasil Uji kekeringan dan Kekerasan Ester-alkid 1



Sebelum mengering



Sesudah Meringing



Hasil Uji Kekerasan

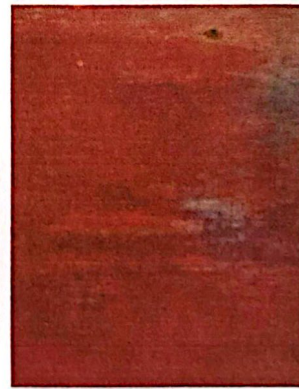
Gambar Hasil Uji kekeringan dan Kekerasan Ester-alkid 2



Sebelum mengering



Sesudah Meringing



Hasil Uji Kekerasan

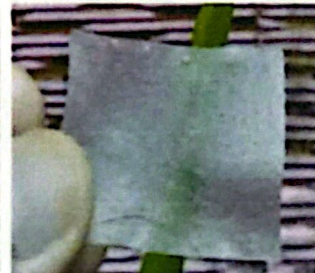
Gambar Sampel Uji Kelarutan terhadap Air



Blanko film



Film+Resin Alkid 1

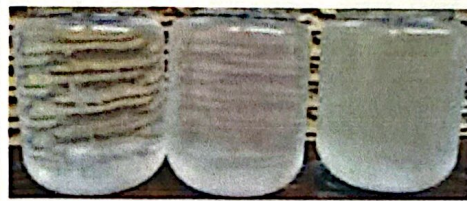


Film+Resin Alkid 2

Gambar Hasil Uji Kelarutan terhadap Air



Film sebelum larut



Film sesudah larut