

110-Dok. bosty-

Copj: 1.

0
665-3
sar
5.

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID DARI
MINYAK KEDELAI, GLISEROL, DAN MALEAT ANHIDRIDA**

**DI BALAI BESAR KIMIA DAN KEMASAN (BBKK)
(9 Desember 2019 – 17 September 2020)**

TUGAS AKHIR

Oleh
INDAH PURNAMA SARI
NIM: 1516063



DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl Terima	16/04/20
No Induk Buku	182/teq/sb/ta/2

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

SUMBANGAN ALUMNI

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID DARI
MINYAK KEDELAI, GLISEROL, DAN MALEAT ANHIDRIDA**

**DI BALAI BESAR KIMIA DAN KEMASAN (BBKK)
(9 Desember 2019 – 17 September 2020)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh
**INDAH PURNAMA SARI
NIM: 1516063**



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

ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID DARI MINYAK KEDELAI, GLISEROL, DAN MALEAT ANHIDRIDA

Oleh

Indah Purnama Sari

NIM: 1516063

(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Resin alkid yang diproduksi banyak digunakan dalam industri cat dan pelapis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu proses terhadap sintesis resin alkid dari minyak kedelai, gliserol, dan maleat anhidrida, serta mengetahui pengaruh waktu proses minyak kedelai, gliserol, maleat anhidrida terhadap karakteristik resin alkid yang dihasilkan. Pada penelitian ini sintesa resin alkid yang dilakukan menggunakan proses yang terdiri atas dua tahap. Tahap pertama adalah reaksi alkoholisis antara 60% minyak kedelai, 18% gliserol, dan 1% katalis NaOH membentuk monogliserida dengan perbandingan waktu selama 2 jam, 2,5 jam, dan 3 jam. Ketiga bahan tersebut direaksikan di dalam reaktor *parr* berkapasitas 1L dengan suhu reaksi dijaga tetap pada suhu 240°C. Tahap kedua adalah reaksi esterifikasi dengan mencampurkan 22% maleat anhidrida ke dalam reaktor *parr* pada suhu proses 180°C dengan variasi waktu proses selama 2 jam dan 3 jam. Hasil penelitian menunjukkan proses sintesis yang optimal pada proses alkoholisis selama 2,5 jam dan proses esterifikasi selama 2 jam. Tahap karakterisasi dari produk resin alkid diuji menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), adanya pengujian kekeringan dan pengujian kekerasan, serta pengujian kelarutan terhadap air. Dari analisis FTIR ditemukan adanya gugus fungsi ester, hidroksil, dan karboksil menandakan resin alkid yang dihasilkan memiliki kemiripan dengan resin alkid standar, sementara hasil analisis tingkat kekerasan menunjukkan ketahanan yang baik, dan waktu pengeringan selama 48 jam, serta tingginya ketahanan terhadap air selama 54 jam.

Kata kunci: *soybean oil*, resin alkid, alkoholisis, esterifikasi, kekerasan, kekeringan

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID DARI
MINYAK KEDELAI, GLISEROL, DAN MALEAT ANHIDRIDA**

Indah Purnama Sari

NIM : 1516063

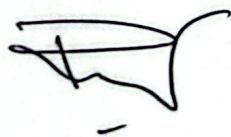
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, September 2020

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng.

Reviana Inda Dwi Suyatmo, S.T., M.Eng.

NIP. 1956091019840323002

NIP. 198911202018012001

Menyetujui

Ketua Program Studi

Teknik Kimia Polimer



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

NIP. 198505112014022001

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID DARI
MINYAK KEDELAI, GLISEROL, DAN MALEAT ANHIDRIDA**

Indah Purnama Sari

NIM : 1516063

(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, 30 September 2020

Pembimbing



Dr. Dwinna Rahmi, M. Eng.

NIP. 196710051993032004

**HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS
AKHIR**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID DARI
MINYAK KEDELAI, GLISEROL, DAN MALEAT ANHIDRIDA**

Indah Purnama Sari

NIM : 1516063

(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, 25 September 2020

Penguji 1



Ir. Untung Pravudie, MTA

NIP. 196102081991031001

Penguji 2



Andi Rusnaenah, S.T, M.T, M.Si

NIP. 197407192011012001

Dosen Pembimbing 1



Ir. Rochmi Widjajanti, M. Eng.

NIP. 1956091019840323002

Dosen Pembimbing 2



Reviana Inda Dwi Suvatmo, S.T., M.Eng.

NIP. 198911202018012001

**HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS
AKHIR**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID DARI
MINYAK KEDELAI, GLISEROL, DAN MALEAT ANHIDRIDA**

Indah Purnama Sari

NIM : 1516063

(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, 12 Oktober 2020

Penguji 1



Ir. Untung Pravudie, MTA

NIP. 196102081991031001

Penguji 2



Syaiful Ahsan, S.T., M.T.

NIP. 198407162014021001

Penguji 3



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

NIP. 198210012014022001

Dosen Pembimbing



Ir. Rochmi Widjajanti, M. Eng

NIP. 1956091019840323002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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

Nama : Indah Purnama Sari
NIM : 1516063
Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir yang saya buat dengan judul Sintesis dan Karakterisasi Resin Alkid dari Minyak Kedelai, Gliserol, dan Maleat 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, September 2020



Indah Purnama Sari

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi Resin Alkid dari Minyak Kedelai, Gliserol, dan Maleat Anhidrida” dengan baik dan selesai tepat pada waktunya. Penulisan ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat penyelesaian program Diploma IV pada program studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta. Laporan ini disusun sebagai wujud nyata tertulis penelitian di Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK).

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini sangat sulit terwujud sebagaimana yang diharapkan, tanpa bimbingan dan bantuan serta tersedianya fasilitas-fasilitas yang diberikan oleh beberapa pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis sampaikan rasa terima kasih dan rasa hormat kepada:

1. Kedua orang tua penulis dan adik penulis beserta keluarga besar penulis, terima kasih atas doa, dukungan, perhatian, serta pengertiannya selama proses pengerjaan tugas akhir ini,
2. Dr. Mustofa, S.T, M.T., selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta,
3. Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta,
4. Ella Melyna, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta,
5. Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah bersedia untuk meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing serta memberi masukan dan motivasi dalam penyusunan laporan tugas akhir ini,
6. Reviana Inda Dwi Suyatmo, S.T., M. Eng., selaku asisten dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu untuk mengarahkan dalam penyusunan laporan,
7. Dr. Dwinna Rahmi M.Eng., selaku pembimbing tugas akhir di Laboratorium Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK) yang telah membantu dan mengarahkan dalam menjalankan penelitian ini,
8. Teman-teman Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta angkatan 2016. Terima kasih atas pengalaman dan ilmu yang selama ini kita pelajari bersama.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan yang harus disempurnakan dari laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya dan membuka diri untuk segala kritikan yang dapat membangun serta dapat meningkatkan kualitas laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kepentingan ilmu di masa depan.

Jakarta, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	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.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
Bab I Pendahuluan.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Batasan Masalah.....	2
I.4 Tujuan Penelitian.....	3
I.5 Manfaat Penelitian.....	3
Bab II Tinjauan Pustaka.....	4
II.1 Resin Alkid.....	4
II.2 Bahan Baku Resin Alkid.....	5
II.2.1 Minyak.....	6
II.2.2 Polialkohol.....	8
II.2.3 Asam Polibasa.....	9
II.3 Sintesis Resin Alkid.....	11
II.3.1 Proses Satu Tahap.....	11
II.3.2 Proses Dua Tahap.....	11
II.4 Karakterisasi Resin Alkid.....	15
II.4.1 Analisis dengan Spektrofotometer FTIR.....	15
II.4.2 Pengujian Waktu Pengeringan.....	16
II.4.3 Pengujian Kekerasan (<i>Hardness</i>).....	17
II.4.4 Pengujian Kelarutan terhadap Air.....	17
II.4.5 Pengujian Adhesi.....	18
Bab III Metode.....	19
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
III.2 Alat dan Bahan.....	19
III.3 Variabel.....	19
III.3.1 Variabel Tetap.....	19
III.3.2 Variabel Bebas.....	20
III.4 Prosedur Penelitian.....	20
III.4.1 Sintesis Resin Alkid.....	22
III.4.2 Analisis dan Karakterisasi Resin Alkid.....	23
Bab IV Hasil dan Pembahasan.....	25
IV.1 Pengujian Kelarutan Monogliserida Hasil Reaksi Alkoholisis.....	25
IV.2 Hasil Reaksi Esterifikasi.....	26

IV.3 Analisa Gugus Fungsi.....	27
IV.4 Pengujian Kekeringan	29
IV.5 Pengujian Kekerasan	29
IV.6 Pengujian Kelarutan terhadap Air	30
Bab V Kesimpulan	31
V.1 Kesimpulan	31
V.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Lembar Permohonan Tugas Akhir	35
LAMPIRAN B Lembar Keterangan Diterimanya Tugas Akhir	36
LAMPIRAN C Lembar Bimbingan Tugas Akhir.....	37
LAMPIRAN D Lembar Surat Tugas Dosen Pembimbing.....	40
LAMPIRAN E Perhitungan Komposisi Bahan Baku	42
LAMPIRAN F Gambar Proses Penelitian	43
LAMPIRAN G Gambar Sampel Pengujian	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Struktur Maleat Anhidrida.....	10
Gambar II.2 Hidrolisis Maleat anhidrida menjadi Asam Maleat.....	10
Gambar II.3 Struktur Ftalat Anhidrida.....	11
Gambar II.4 Reaksi Alkoholisis.....	12
Gambar II.5 Reaksi Esterifikasi.....	15
Gambar III.1 Diagram alir penelitian.....	21
Gambar IV.1 Hasil pengujian FTIR monogliserida.....	27
Gambar IV.2 Hasil pengujian FTIR resin alkid.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kandungan Iodin Minyak Nabati	7
Tabel II.2 Komposisi Kimia Minyak Kedelai	8
Tabel II.3 Jenis Polialkohol dalam Pembuatan Resin Alkid	9
Tabel III.1 Matriks penelitian proses alkoholisis	20
Tabel III.2 Matriks penelitian proses esterifikasi	20
Tabel IV.1 Hasil Pengujian Kelarutan Monogliserida	25
Tabel IV.2 Hasil Proses Esterifikasi	26
Tabel IV.3 Data Spektrum IR Monogliserida dan <i>Alkyd</i> Kedelai	29
Tabel IV.4 Hasil Pengujian Kekeringan	29
Tabel IV.5 Hasil Pengujian Kekerasan	30
Tabel IV.6 Hasil Pengujian Kelarutan	30

DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
ASTM	<i>American Society for Testing and Material</i>	4
FTIR	<i>Fourier Transform Infra Red</i>	15
LOA	<i>Long Oil Alkyd</i>	5
MOA	<i>Medium Oil Alkyd</i>	5
RBD	<i>Refined, Bleached and Deodorized</i>	19
SOA	<i>Short Oil Alkyd</i>	6

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Alkyd resin merupakan poliester yang dimodifikasi melalui ikatan tak jenuh dari minyak nabati yang dapat mengering (*drying oil*). *Alkyd* diklasifikasi berdasarkan jumlah *drying oil* yang digunakan yaitu *short oil alkyd* dengan kandungan minyak nabati 35% sampai dengan 40%, *medium oil alkyd* dengan kandungan 46% sampai 55% *drying oil*, *long oil alkyd* dengan kandungan 56% sampai 68% *drying oil* (Ploeger dan Chiantore, 2012). *Alkyd* resin banyak digunakan dalam industri cat, *coating*, dan pembentukan film (Sandler, 1994). Keunggulan sifat-sifatnya sebagai *surface coating* yang meliputi fleksibilitas, kekuatan, durabilitas, sifat adhesi yang baik, retensi *gloss* dan stabilitas termal yang baik (Ibrahim dkk., 2014).

Industri *coating* mulai terdorong untuk memproduksi resin yang ramah lingkungan karena *alkyd* resin sintesis yang merusak lingkungan. Hal ini terkait dengan isu lingkungan mengenai emisi organik solven yang menguap dan masalah daur ulang pada pembuangan limbah dari resin yang hancurnya sangat lama (Ikhuoria dkk., 2007). Minyak nabati memberikan efek yang baik pada aplikasi *alkyd* karena dapat mempercepat proses pengeringan karena teroksidasi dengan udara dan juga limbahnya mudah teruraikan (Stevens, 2001). Minyak nabati yang digunakan dalam sintesis resin alkid umumnya minyak kedelai, minyak jagung, minyak kelapa sawit yang merupakan jenis minyak kering (*drying oil*) (Mamuaja, 2017). *Alkyd* resin juga dibuat dari berbagai bahan asam polibasa dan polialkohol. Polialkohol yang digunakan umumnya gliserol. Asam polibasa yang digunakan umumnya ftalat anhidrida dan maleat anhidrida (Deligny dan Tuck, 2000). Penggunaan maleat anhidrida pada pembentukan resin alkid akan mempengaruhi hasil dalam hal warna yang tidak rentan menguning, waktu pemrosesan, dan ketahanan terhadap air (Musa, 2016). Penggunaan ftalat anhidrida pada resin alkid menghasilkan produk yang menguning dan daya tahan eksterior yang rendah dikarenakan titik didihnya lebih rendah dibandingkan dengan maleat anhidrida (Deligny dan Tuck, 2000).

Penelitian pembuatan resin alkid telah banyak dilakukan dengan tujuan memperbaiki kelemahan yang terdapat dalam senyawa alkid, seperti Hlaing dan Oo (2008) meneliti pembuatan resin alkid dari minyak jarak menghasilkan alkid lebih tahan terhadap asam namun pada proses sintesisnya membutuhkan tahapan yang panjang menggunakan dua jenis katalis yaitu NaOH dan PbO. Adiningsih dan Fauziati (2010) meneliti pembuatan resin alkid dari minyak kelapa sawit mentah menghasilkan resin alkid yang larut sempurna dalam pelarut. Penelitian tersebut menghasilkan waktu pengeringan yang pendek dengan semakin tingginya perbandingan persen berat antara gliserol dengan minyak kelapa sawit mentah terhadap ftalat anhidrida menghasilkan waktu pengeringan selama 44 jam. Penelitian Jayanudin (2011) menggunakan bahan baku minyak jagung, gliserol, maleat anhidrida menghasilkan derajat polimerisasi tertinggi pada suhu alkoholisis 240°C dan suhu esterifikasi 180°C.

Jenis resin alkid yang akan disintesis adalah *long oil alkyd* agar menghasilkan resin alkid dengan tingkat kekerasan yang tinggi. Kekerasan sangat berpengaruh terhadap daya rekat dari lapisan *coating* (Aidha dan Jati, 2017). Kelarutan terhadap air dapat dilihat dari lamanya film dimodifikasi resin alkid larut dalam air (Gontard, 1993). Resin alkid terbentuk ditandai dengan adanya ikatan senyawa karbonil yaitu ester (Umar dkk., 2017).

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan permasalahan dari penelitian ini adalah:

1. bagaimana pengaruh waktu proses terhadap sintesis resin alkid dari minyak kedelai, gliserol, dan maleat anhidrida?
2. bagaimana pengaruh waktu proses minyak kedelai, gliserol, maleat anhidrida terhadap karakteristik resin alkid dalam hal analisa gugus fungsi, waktu pengeringan, kekerasan, dan kelarutan terhadap air?

I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. pembuatan resin alkid dilakukan pada 2 tahap proses, yaitu proses alkoholisis dan proses esterifikasi,
2. bahan baku yang dipakai adalah minyak kedelai, maleat anhidrida, dan NaOH sebagai katalis,
3. maleat anhidrida yang digunakan diperoleh dari Merck sebagai asam yang direaksikan dengan monogliserida,
4. gliserol yang digunakan diperoleh dari PT. Wilmar Nabati,
5. variabel yang divariasikan yaitu waktu proses alkoholisis 2 jam, 2,5 jam, dan 3 jam, serta waktu proses esterifikasi 2 jam dan 3 jam,
6. proses karakterisasi yang dilakukan adalah dengan menganalisa hasil gugus fungsi, menganalisa waktu pengeringan, pengujian kekerasan, dan pengujian kelarutan terhadap air.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang diharapkan pada penelitian ini adalah:

1. mengetahui pengaruh waktu proses terhadap sintesis resin alkid dari minyak kedelai, gliserol, dan maleat anhidrida,
2. mengetahui pengaruh waktu proses minyak kedelai, gliserol, maleat anhidrida terhadap karakteristik resin alkid dalam hal analisa gugus fungsi, waktu pengeringan, kekerasan, dan kelarutan terhadap air.

I.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. bagi mahasiswa
menambah pengetahuan, wawasan, dan pemahaman tentang modifikasi senyawa resin alkid dan karakteristiknya.
2. bagi perguruan tinggi
memperluas pengetahuan tentang pembentukan resin alkid dengan minyak nabati yang ramah lingkungan.
3. bagi industri
penelitian ini berguna bagi industri khususnya industri *coating* sebagai referensi baru tentang pembuatan resin alkid dari minyak kedelai.

Bab II Tinjauan Pustaka

II.1 Resin Alkid

Resin ialah polimer organik dalam bentuk kristal atau padatan *amorf* atau cairan viskos, baik dalam bentuk alam atau sintesis. Resin alam didefinisikan sebagai resin yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan hewan berupa rosin (gum, getah pohon damar), fosil resin, resin bahan tambang (*asphaltite*), dan *shellac* (sekresi serangga) (Ullmans, 2003). Resin alam biasanya transparan atau berwarna kuning kecoklatan dan umumnya larut dalam pelarut organik (Kirk dan Othmer, 1965). Resin sintetis adalah resin yang dibuat dengan polimer tinggi dari reaksi kimia antar dua atau lebih substansi, biasanya dengan menggunakan panas tinggi dan katalis (Hawley dan Gessner, 1987).

Pengertian secara terminologi dari resin alkid setiap tahun berubah sehingga dapat membingungkan. ASTM mendefinisikan alkid sebagai resin sintesis terbuat dari *polyhydric alcohol* dan *polybasic acid* yang dimodifikasi dengan minyak nabati atau asam lemak (Jones, 1983). Alkid berbasis minyak nabati sudah dikembangkan sebelum alkid sintesis, dan kebanyakan digunakan untuk cat dan vernis.

Pengertian lain dari resin alkid adalah suatu produk hasil reaksi esterifikasi antara asam dua basa (*dibasic acid*) dan *polyols* yang dimodifikasi oleh minyak kering atau asam lemak jenuh (Ikhuoria dkk., 2007). Minyak 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). Pada tahun 1920 resin alkid pertama digunakan untuk material plastik yang dibuat dengan mereaksikan gliserin dengan *phthalic anhydride* oleh *General Electrical Company*, produknya digunakan untuk keperluan listrik terutama untuk isolasi kabel (Fisher dan Hayward, 1998).

Semakin tinggi kemajuan teknologi maka semakin banyak ditemukan berbagai macam resin sintesis, namun resin alkid tetap menjadi salah satu resin yang diminati dalam industri *coating*. Hal ini dikarenakan resin alkid memiliki daya rekat yang

kuat terhadap logam, tahan terhadap air, asam, basa, dan dapat dipergunakan sampai suhu 95°C, serta harga yang murah (Nawalade, 2015).

Berdasarkan kandungan asam lemak yang digunakan, resin alkid dibedakan menjadi 3 jenis (Tracton, 2006), yaitu:

1. *Short Oil Alkyd* (SOA)

Short oil alkyd mengandung kurang dari 35-45% asam lemak (Ploeger dan Chiantore, 2012). Keunggulan jenis resin alkid ini yaitu memiliki viskositas tinggi, memiliki fleksibilitas yang baik, dan tahan terhadap air. Kekurangan jenis resin alkid ini yaitu tidak dapat larut dengan pelarut alifatik dan dapat larut pada pelarut aromatik (Johnson, 1995).

2. *Medium Oil Alkyd* (MOA)

Medium oil alkyd mengandung 46-55% asam lemak (Ploeger dan Chiantore, 2012). Keunggulan jenis resin alkid ini yaitu memiliki viskositas yang lebih besar dibanding jenis *long oil alkyd*, memiliki retensi *gloss* yang baik namun tidak lebih baik dari jenis *long oil alkyd*. Kekurangan jenis resin alkid ini yaitu kekerasannya buruk, sensitif terhadap minyak, alkali dan hidrokarbon (Tracton, 2006).

3. *Long Oil Alkyd* (LOA)

Long oil alkyd mengandung lebih dari 56% asam lemak (Ploeger dan Chiantore, 2012). Keunggulan jenis resin alkid ini yaitu memiliki lapisan dengan kelenturan yang sangat baik, memiliki daya kering yang cepat, dan ketahanan terhadap cuaca yang baik. Kekurangan jenis resin alkid ini yaitu tampilan warna yang kurang baik pada penggunaan cat, lebih cepat menguning (Tracton, 2006).

II.2 Bahan Baku Resin Alkid

Bahan baku yang digunakan untuk proses sintesis resin alkid adalah polialkohol, minyak nabati (trigliserida), dan asam polibasa (McKeen, 2006). Sintesis dapat dilakukan dengan cara mereaksikan dahulu asam lemak dengan polioliol kemudian mereaksikan monogliserida yang terbentuk dengan asam polibasa. Asam polibasa yang digunakan umumnya maleat anhidrida ataupun ftalat anhidrida. Minyak nabati

yang digunakan umumnya minyak kedelai, minyak jarak, minyak jagung, dan lain sebagainya (Nosal, 2016).

II.2.1 Minyak

Minyak dan lemak adalah salah satu kelompok yang termasuk golongan *lipid*, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non polar, contohnya dietil eter, kloroform dan hidrokarbon lainnya. Lemak dan minyak dapat larut dalam pelarut yang disebut di atas karena lemak dan minyak mempunyai polaritas yang sama dengan pelarut tersebut (Mamuaja, 2017). Perbedaan antara suatu lemak dan minyak, yaitu pada suhu kamar 25°C lemak berbentuk padat dan minyak bersifat cair (Nurchoriani, 2013).

Minyak dan lemak dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbernya, yaitu:

- a. Berasal dari tanaman
 1. Biji-bijian palawija, misalnya: minyak jagung, minyak wijen, minyak kedelai, minyak bunga matahari dan biji kapas.
 2. Kulit buah tahunan, misalnya: minyak zaitun dan minyak kelapa sawit.
 3. Biji-bijian tanaman tahunan, misalnya: kelapa, inti sawit.
- b. Berasal dari hewan
 1. Susu hewan peliharaan, misalnya: lemak susu sapi.
 2. Daging hewan peliharaan, misalnya: lemak sapi dan lemak babi.
 3. Hasil laut, misalnya: minyak ikan sarden, minyak ikan paus.

Minyak nabati dapat diklasifikasi berdasarkan sifat mengeringnya, yaitu *drying*, *semi drying* dan *non drying* (Karak, 2012). *Drying oil* memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang banyak dan nilai iodin yang tinggi. *Non drying oil* memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang sedikit dan nilai iodin yang rendah (Deligny dan Tuck, 2000). Nilai iodin berpengaruh pada kecepatan pengeringan minyak nabati. Semakin tinggi nilai iodin maka semakin tinggi nilai ikatan tak jenuh minyaknya (Islam, 2014). Nilai iodin minyak nabati disajikan pada Tabel II.1.

Tabel II.1 Nilai Iodin Minyak Nabati (Islam, 2014)

Minyak Nabati	Nilai Iodin (I ₂ /100 gram)
Minyak Jarak	102,2
Minyak Kelapa	15,1
Minyak Jagung	123,5
Minyak Biji Kapas	109,4
Minyak Flax	180,0
Minyak Palm	43,3
Minyak Bunga Kesumba	134,7
Minyak Kedelai	128,7
Minyak Bunga Matahari	120,0

Jenis minyak nabati yang dapat digunakan sebagai *oil modified* dalam senyawa alkid seperti minyak biji rami, minyak bunga matahari, minyak kelapa, minyak kedelai, dan sebagainya (Karak, 2012).

Minyak kedelai merupakan salah satu minyak nabati yang banyak digunakan sebagai bahan baku resin alkid. Minyak kedelai diperoleh dari pengolahan biji kedelai setelah melewati beberapa tahap. Secara fisik setiap biji kedelai berbeda dalam hal warna, ukuran dan juga terdapat perbedaan pada komposisi kimianya. Perbedaan fisik dan kimia tersebut dipengaruhi oleh varietas dan kondisi dimana kedelai itu tumbuh. Nilai iodin minyak kedelai yaitu 128,7 g Iod/100 g, yang menandakan minyak kedelai banyak memiliki ikatan rangkap sehingga mudah dioksidasi untuk mempercepat pengeringan. Banyaknya ikatan rangkap pada minyak kedelai, karena minyak tersebut banyak mengandung asam lemak tak jenuh yang didominasi oleh asam linoleat. Kadar minyak kedelai relatif lebih rendah dibandingkan dengan jenis kacang-kacangan lainnya, tetapi lebih tinggi daripada kadar minyak serelia. Rendahnya kadar asam linolenat pada minyak kedelai dapat menjadikan pengganti lemak dan minyak yang memiliki kadar asam lemak jenuh yang tinggi. Kandungan tersebut juga memberikan keunggulan sifat pada minyak kedelai yaitu daya kering yang lebih cepat dibandingkan minyak biji rami dan juga harga yang relatif murah. Komposisi kimia minyak kedelai disajikan pada Tabel II.2.

Tabel II.2 Komposisi Kimia Minyak Kedelai (Ketaren, 1986)

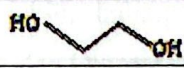



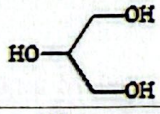
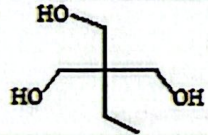
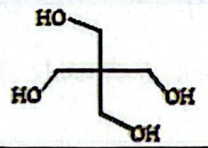
Asam lemak tidak jenuh (85%)	Komposisi
Asam linolenat	15-64%
Asam oleat	11-60 %
Asam linoleat	1-12 %
Asam arachidonat	1,5 %
Asam lemak jenuh (15%)	Komposisi
Asam palmitat	7-10 %
Asam stearat	2-5 %
Asam arakhidat	0,2-1 %
Asam laurat	0-0,1 %
Fosfolipida	Jumlahnya kecil

II.2.2 Polialkohol

Polialkohol adalah senyawa alkohol yang mempunyai gugus -OH lebih dari satu struktur. Peran dari polialkohol adalah sebagai reaktan pembentukan monogliserida dalam proses sintesis resin alkid dan mempengaruhi karakteristik resin alkid yang dihasilkan (Deligny dan Tuck, 2000). Pemilihan penggunaan poliol sebagai bahan baku resin alkid yang menjadi penentu dari tingkat percabangan pada resin alkid (Tracton, 2006). Etilen glikol, dietilen glikol, propilen glikol, dan gliserol adalah polialkohol yang sering digunakan.

Gliserol merupakan poliol pertama dan yang dominan digunakan dalam produksi resin alkid (Mamuaja, 2017). Gliserol (1,2,3-propanatriol) atau dikenal dengan istilah gliserin adalah suatu senyawa yang terdiri dari 3 gugus hidroksil (-OH) yang berikatan masing-masing 3 atom karbon (C) sehingga gliserol sering disebut gula alkohol. Nama perdagangan gliserol adalah gliserin. Keberadaan gugus hidroksil ini menyebabkan gliserol larut dalam air atau yang lazim disebut hidrofilik. Gliserol memiliki rumus kimia $C_3H_8O_3$ dengan bobot molekul 92,10, massa jenis 1,261 g/cm³, dan titik didih 290°C. Gliserol memiliki sifat mudah larut dalam air, tidak berwarna, dan tidak berbau. Gliserol dianggap sebagai komponen terbarukan yang bernilai untuk sintesis resin alkid, karena murah dan mudah didapatkan (Nosal, 2016). Alkid resin yang menggunakan poliol dengan tiga atau kurang dari tiga hidroksil grup seperti gliserol, membuat pelapis memiliki sifat yang buruk khususnya pada kemampuan untuk *cure* (Nosal, 2016). Jenis polialkohol dalam pembuatan resin alkid disajikan pada Tabel II.3.

Tabel II.3 Jenis Polialkohol dalam Pembuatan Resin Alkid (Karak, 2012)

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

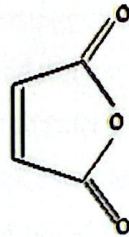
II.2.3 Asam Polibasa

Asam polibasa digunakan sebagai bahan baku yang penting dalam proses pembuatan resin alkid. Asam polibasa direaksikan dengan minyak nabati dan polialkohol dalam pembuatan resin alkid. Senyawa asam polibasa yang digunakan akan mempengaruhi karakteristik dari resin alkid yang dihasilkan (Lanson, 1985). Ftalat anhidrida dan maleat anhidrida merupakan asam polibasa yang sering digunakan dalam sintesis resin alkid (Deligny dan Tuck, 2000). Keduanya memiliki keunggulan yang berbeda, yaitu:

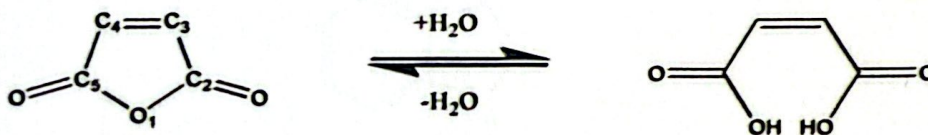
a. Maleat anhidrida

Maleat anhidrida merupakan salah satu senyawa organik yang memiliki rumus molekul ($C_4H_2O_3$). Senyawa ini memiliki rantai siklis dan dapat disintesis dengan mengoksidasi butana (C_4H_{10}) atau benzena (C_6H_6). Maleat anhidrida adalah *intermediate product* yang artinya maleat anhidrida merupakan produk

yang berfungsi sebagai bahan baku dari produk lainnya. Bahan kimia ini memiliki banyak kegunaan di bidang industri, namun paling banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan *unsaturated polyester* resin. Kegunaan lainnya adalah sebagai resin alkid, bahan kopolimer, *agricultural chemical*, dan *lubricant additive* (Kirk dan Othmer, 1978).



Gambar II.1 Struktur Maleat Anhidrida (Deligny dan Tuck, 2000)



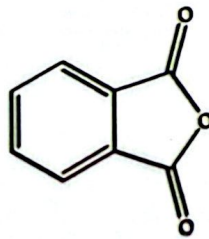
Gambar II.2 Hidrolisis Maleat anhidrida menjadi Asam Maleat (Musa, 2016)

Maleat anhidrida dapat terhidrolisis oleh air dan menjadi asam karboksilat atau bisa disebut dengan asam maleat (Musa, 2016). Penambahan maleat anhidrida pada resin alkid dapat memberikan daya adhesif lebih baik, meningkatkan warna, ketahanan terhadap air, dan dapat mempercepat waktu kering (Musa, 2016).

Maleat anhidrida pertama kali disintesa oleh Pelauze pada tahun 1834 dengan cara memanaskan asam maleat, yaitu suatu komponen yang ditemukan pada buah apel dan beberapa buah lain. Maleat anhidrida dikomersilkan pada tahun 1930 oleh *National Aniline and Chemical* dengan bahan baku benzena melalui oksidasi katalitik menggunakan udara. Pada tahun 1974 mulai dikembangkan maleat anhidrida dengan bahan baku n-butana (Kirk dan Othmer, 1978).

b. Ftalat anhidrida

Ftalat anhidrida ($C_8H_4O_3$) adalah salah satu produk yang dapat dihasilkan dari bahan baku *naphthalene*. Kegunaan ftalat anhidrida dalam industri kimia dapat dikatakan cukup luas. Beberapa kegunaan dari Ftalat anhidrida antara lain: *plasticizer*, *alkyd resin*, *unsaturated polyester resin*, *dyes*. Ftalat anhidrida berupa padatan/flake berwarna putih yang memiliki berat molekul (148,12), titik leleh ($131,0^{\circ}C$) dan titik didih ($284,5^{\circ}C$). Dalam penggunaan pembuatan resin alkid, ftalat anhidrida memiliki keunggulan yaitu harganya yang relatif murah dan mudah didapat. Selain itu, ftalat anhidrida stabil pada suhu dimana resin poliester dibuat, stabil pada paparan sinar ultraviolet, mengurangi waktu reaksi, dan menghasilkan air pada jumlah yang sedikit (Karak, 2012). Namun, ftalat anhidrida memiliki karakteristik warna yang mudah menguning.



Gambar II.3 Struktur Ftalat Anhidrida (Deligny dan Tuck, 2000)

II.3 Sintesis Resin Alkid

Proses sintesis resin alkid ada dua metode (Fisher dan Hayward, 1998), yaitu:

II.3.1 Proses Satu Tahap

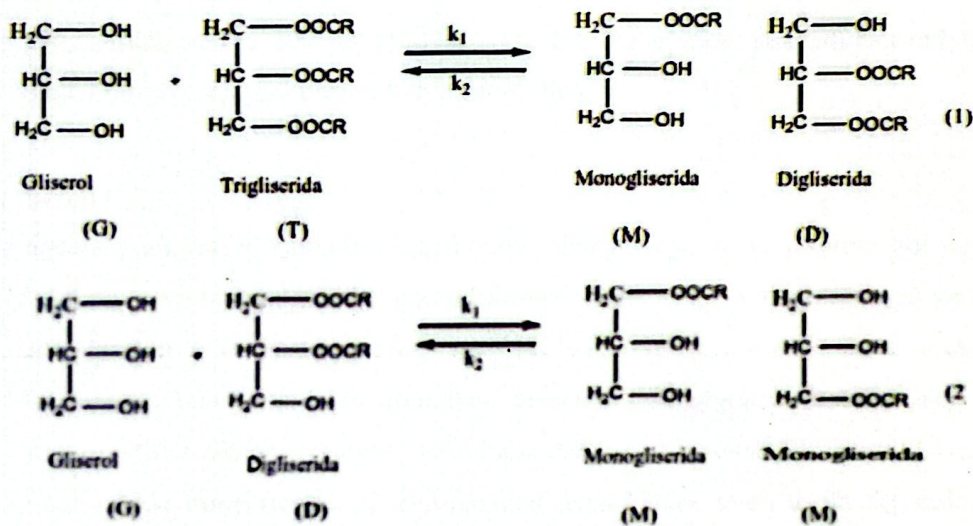
Proses ini disebut proses *fatty acid* (asam lemak). Pada metode ini asam lemak, *polyol* (gliserol atau *pentaerythritol*) dan *polybasic acid* atau *anhydride* (*maleic anhydride*) dimasukkan bersama tidak perlu membentuk monogliserida. Proses ini membutuhkan proses ekstra dan biaya yang lebih mahal karena asam lemak terlebih dahulu dipisahkan dari minyak, tetapi metode ini membutuhkan waktu yang lebih singkat karena prosesnya hanya satu tahap (Jayanudin dkk., 2011).

II.3.2 Proses Dua Tahap

Proses ini terdiri dari dua tahapan, tahap pertama adalah proses pembuatan resin alkid dimana minyak nabati direaksikan dengan *polyol* yang dipanaskan bersama

dengan katalis seperti timbal, sodium, kalsium, atau zink. Reaksi antara trigliserida (minyak nabati) dengan gliserol (*polyol*) disebut dengan reaksi alkoholisis yang menghasilkan monogliserida, setelah monogliserida terbentuk dapat langsung direaksikan dengan *polybasic acid* atau *anhydride* (Jayanudin dkk., 2011). Reaksi alkoholisis dipanaskan dengan suhu antara (220-260)°C jika menggunakan katalis dan jika tanpa katalis reaksi berlangsung dengan suhu 260°C (Karak, 2012). Hasil dari proses pembentukan monogliserida ini diuji dengan *methanol* atau etanol. Mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Reaksi alkoholisis antara gliserol dan trigliserida.



Gambar II.4 Reaksi Alkoholisis (Jayanudin dkk., 2011)

Reaksi alkoholisis pembentukan monogliserida ini memiliki asumsi, minyak tidak larut dalam senyawa alkohol, tetapi saat proses alkoholisis berhasil membentuk monogliserida campuran poliol dan minyak akan larut dalam senyawa alkohol (Hlaing dan Oo, 2008). Oleh karena itu, monogliserida diuji kelarutannya menggunakan methanol ataupun etanol.

Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi alkoholisis, antara lain :

a. Jenis minyak nabati

Semakin banyak kandungan asam lemak jenuh maka minyak nabati tersebut cenderung berbentuk padat, namun semakin banyak kandungan asam lemak

tidak jenuh, maka minyak nabati tersebut cenderung berbentuk cair (Herlina, 2009).

b. Pengadukan

Pengadukan juga merupakan faktor yang mempengaruhi efektifitas suatu reaksi kimia, karena perlakuan ini akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna. Pengadukan sangat penting karena minyak, katalis, dan gliserol merupakan campuran yang *immiscible*. Faktor ini juga telah dipelajari dalam sejumlah penelitian, salah satunya (Hayyan dkk., 2011) mempelajari pengaruh pengadukan pada biodiesel minyak kelapa sawit dengan variasi pengadukan antara 200 sampai 800 rpm, dan melaporkan pengadukan terbaik pada 400 rpm dengan persen konversi 94,78%.

c. Katalis

Katalis pada reaksi kimia berfungsi untuk mempercepat reaksi. Katalisator juga berfungsi untuk mengurangi energi aktivasi pada suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu kecepatan reaksi menjadi semakin meningkat. Pada reaksi transesterifikasi yang telah dilakukan biasanya menggunakan katalis dengan variasi antara 1% berat sampai 10% berat campuran peraksi (Mc Ketta, 1978). Pada reaksi transesterifikasi terdapat dua jenis katalis yang dapat digunakan adalah katalis homogen dan heterogen. Katalis homogen merupakan katalis yang memiliki fasa yang sama dengan reaktan dan produk. Beberapa katalis homogen yang sering digunakan dalam reaksi transesterifikasi adalah katalis asam atau basa. Penggunaan katalis homogen ini memiliki beberapa kelemahan seperti bersifat korosif, sulit dipisahkan dari produk, mencemari lingkungan, dan tidak dapat digunakan kembali (Widyastuti, 2007). Katalis heterogen merupakan katalis yang mempunyai fasa yang tidak sama dengan reaktan dan produk. Beberapa katalis heterogen yang sering digunakan adalah oksida logam seperti CaO, MgO, SrO dan lain-lain. Keuntungan menggunakan katalis ini adalah mempunyai aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang ringan, masa hidup katalis yang panjang, dan dapat dengan mudah dipisahkan dari produk.

d. Suhu

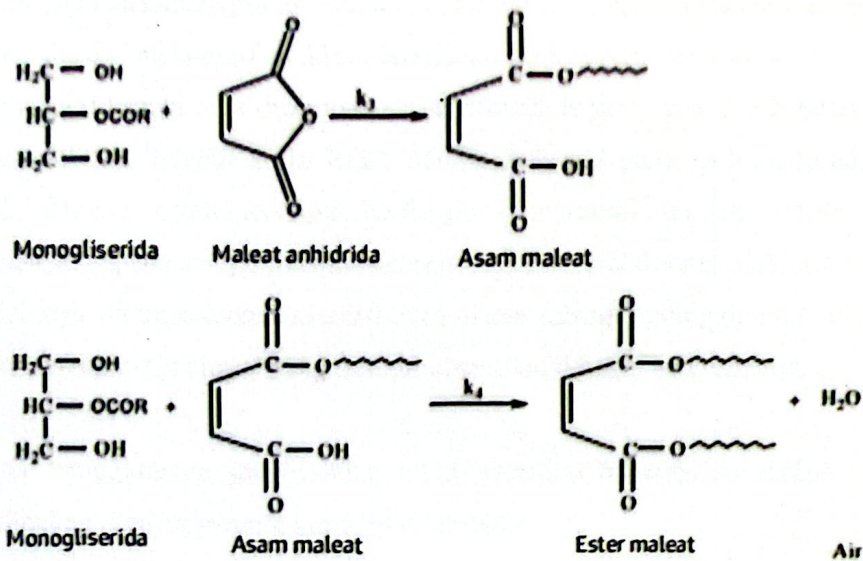
Semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin cepat reaksi dan semakin banyak persen konversi yang dihasilkan, hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius (Hayyan dkk., 2011).

e. Waktu reaksi

Secara umum, untuk reaksi kimia diketahui bahwa semakin lama waktu reaksi maka interaksi antar molekul semakin intensif dan menghasilkan produk yang lebih banyak (Darnoko dkk., 2000).

Pada penelitian Djubaedah dkk.(1995) 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). Berbeda dengan waktu proses alkoholisis minyak jarak dan gliserol dengan penambahan katalis PbO komplit membutuhkan waktu 4 jam untuk menghasilkan produk yang larut dalam alkohol (Hlaing dan Oo, 2008). Oleh karena itu pada penelitian ini menggunakan 1% katalis (4 gram) agar proses tidak membutuhkan waktu yang lama. Namun penggunaan katalis dalam jumlah besar menyebabkan resin alkid yang dihasilkan berwarna gelap, mengurangi air dan alkali resistensi dari resin alkid (Hlaing dan Oo, 2008).

2. Reaksi esterifikasi antara maleat anhidrida dan monogliserida membentuk resin alkid (*ester maleic*) yang menghasilkan produk samping air (H_2O) dalam jumlah kecil yang teruapkan. Fase ini umumnya berlangsung dalam 2-4 jam. Pada proses esterifikasi temperatur yang digunakan berbeda dengan temperatur proses alkoholisis, karena pada proses alkoholisis membutuhkan temperatur yang tinggi, sedangkan temperatur pada proses esterifikasi adalah rendah karena titik didih dari maleat anhidrida adalah $202^{\circ}C$, jadi proses esterifikasi tidak melebihi suhu $200^{\circ}C$ (Jayanudin, 2011).



Gambar II.5 Reaksi Esterifikasi (Jayanudin dkk., 2011)

II.4 Karakterisasi Resin Alkid

Karakterisasi resin alkid pada proses alkoholisis dilakukan dengan cara melarutkan monogliserida dengan 5 mL larutan etanol, kemudian mengamati larut atau tidaknya monogliserida tersebut dalam etanol. Analisa gugus fungsi menggunakan FTIR *Spectrometer* merk Nicolet IS 5 *Thermo Fisher Scientific*, pengujian kekerasan mengacu pada ASTM D3363, pengujian kekeringan mengacu pada ASTM D1640, serta pengujian daya tahan terhadap air mengacu pada penelitian Gontard dkk., (1992).

II.4.1 Analisis dengan Spektrofotometer FTIR

FTIR merupakan singkatan dari *Fourier Transform Infra Red*, dimana FTIR ini adalah teknik yang digunakan untuk mendapatkan spektrum inframerah dari absorbansi, emisi, foto konduktivitas atau *raman scattering* dari sampel padat, cair dan gas. Karakterisasi dengan menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis vibrasi antar atom. FTIR juga digunakan untuk menganalisa senyawa organik dan anorganik serta analisa kualitatif dan analisa kuantitatif dengan melihat kekuatan absorpsi senyawa pada panjang gelombang tertentu (Mujiyanti dkk., 2010).

Spectroscopy FTIR menggunakan sistem optik dengan laser yang berfungsi sebagai sumber radiasi yang kemudian diinterferensikan oleh radiasi inframerah agar sinyal radiasi yang diterima oleh detektor memiliki kualitas yang baik dan bersifat utuh (Thermo, 2001). Prinsip kerja FTIR berupa *infrared* yang melewati celah ke sampel, dimana celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan kepada sampel, kemudian beberapa *infrared* diserap oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar *infrared* lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer.

Analisis menggunakan spektrometer FTIR memiliki beberapa kelebihan utama dibandingkan dengan metode konvensional yaitu:

- a. Dapat digunakan pada semua frekuensi dari sumber cahaya secara simultan, sehingga analisis dapat dilakukan lebih cepat dari pada menggunakan cara *scanning*.
- b. Sensitivitas FTIR adalah 80-200 kali lebih tinggi dari instrumentasi dispersi standar karena resolusinya lebih tinggi (Razi, 2012). Sensitivitas dari metoda Spektrofotometri FTIR lebih besar dari pada cara dispersi, sebab radiasi yang masuk ke sistem detektor lebih banyak karena tanpa harus melalui celah (*slitless*) (Giwangkara, 2012).
- c. Pada FTIR, mekanik optik lebih sederhana dengan sedikit komponen yang bergerak dibanding spektroskopi infra merah lainnya, dapat mengidentifikasi material yang belum diketahui, serta dapat menentukan kualitas dan jumlah komponen sebuah sampel (Hamdila, 2012).

II.4.2 Pengujian Waktu Pengeringan

Pengujian kekeringan bertujuan untuk mengetahui lama waktu pengeringan pada produk resin alkid yang dibuat. Pengujian ini dapat dilakukan dengan cara mengaplikasikan resin alkid pada panel kaca bersih atau papan triplek. ASTM D1640 menjadi acuan untuk pengujian waktu kering. Berdasarkan ASTM D1640 pengujian dilakukan pada suhu ruangan. Kecepatan waktu pengeringan suatu resin termoset dipengaruhi oleh kandungan dan ikatan yang terjadi antara senyawa-

senyawa penyusun resin tersebut (Karak, 2012). Ketebalan film dari resin alkid yang akan diuji $0,5 \pm 0,1$ mil (ASTM D1640).

Pada penelitian Adiningsih dan Fauziati (2010) resin alkid dari minyak kelapa sawit mentah menghasilkan tingkat kekeringan yang pendek yaitu dengan waktu kering selama 44 jam.

II.4.3 Pengujian Kekerasan (*Hardness*)

Pengujian *hardness* (kekerasan) merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekerasan dari lapisan produk resin alkid yang dibuat (Dwiwati, 2015). Pengujian ini menggunakan pensil dengan berbagai tingkat kekerasan yang berbeda yaitu ukuran pensil 6B, 5B, 4B, 3B, 2B, B, H, 2H, 3H, 4H, 5H. Pensil tersebut digunakan sebagai alat untuk menggores lapisan produk. Pengujian ini dilakukan pada suhu ruang. Semakin mudah menguap pelarut, maka semakin cepat kering cat dan semakin tinggi nilai kekerasannya (*hardness*) (Said, 2011).

Pada penelitian Aidha dan Jati (2017) cat SOA menggunakan pelarut yang dihasilkan dari proses pirolisis polietilen mampu bertahan terhadap penggunaan pensil jenis 5H, sedangkan pelarut *white spirit* hanya mampu bertahan pada pensil 2H. Nilai *hardness* pada cat SOA lebih rendah dibandingkan dengan cat MOA karena kandungan asam lemak pada SOA lebih rendah dari MOA. Nilai *hardness* menurun seiring dengan menurunnya kandungan asam lemak pada cat alkid (Ikhuoria dkk., 2007).

II.4.4 Pengujian Kelarutan terhadap Air

Pengujian kelarutan terhadap air dilakukan untuk menentukan larut atau tidaknya produk resin alkid yang dibuat. Pembuatan film dengan campuran 6 gram tepung tapioka, 50 mL *aquadest*, dan 0,3 gram gliserol (Yuli dkk., 2014). Kemudian sampel tersebut dioleskan dan diratakan pada nampan hingga produk mengering, setelah mengering produk dicampurkan pada air hingga larut. Prosedur pengujian kelarutan ini menggunakan prosedur Gontard (1993) untuk menentukan kelarutan sampel film dalam air. Resin alkid yang terbentuk mengandung zat dan komponen

yang sukar larut dalam air, seperti asam lemak bebas, trigliserida, dan gliserol. Oleh karena itu film yang dimodifikasi oleh resin alkid lebih tahan terhadap air dibandingkan dengan film tanpa modifikasi resin alkid. Modifikasi resin alkid dengan minyak nabati memberikan efek yang baik pada aplikasi *coating* karena dapat mempercepat proses pengeringan dan limbahnya mudah teruraikan (Stevens, 2001).

II.4.5 Pengujian Adhesi

Pengujian adhesi dilakukan untuk mengetahui kekuatan rekat dari suatu cat terhadap bahan yang dilapisi cat tersebut. Kemampuan rekat cat ini akan memberikan perlindungan terhadap bahan tersebut dari pengelupasan, kerusakan maupun benturan terhadap bahan yang telah di cat (*Department of Defense United State of America, 2004*). Percobaan adhesi dilakukan menggunakan 2 metode yaitu metode *cross cut* atau disebut juga *tape test* dilakukan dengan cara membuat sayatan pada panel yang telah dilapisi cat dengan bentuk cross (+), kemudian dilakukan penarikan *tape* pada sudut 45°. Selain metode *cross cut*, ada metode *pull off* yaitu metode yang dilakukan dengan memberikan lem *araldite* yang ditempel logam *bindle (dollie)* selama 3 hari yang selanjutnya logam tersebut dilepas menggunakan alat *adhesion tester* (*Department of Defense United State of America, 2004*).

Bab III Metode

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK), Jl Balai Kimia No.1, Pekayon, Pasar Rebo Jakarta Timur pada 9 Desember 2019 sampai 17 September 2020.

III.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gelas kimia 500 mL dan 1000 mL, gelas ukur 50 mL, neraca analitik, spatula, batang pengaduk, botol sampel 100 mL, oven WTC binder, reaktor *parr* 4533 kapasitas 1L, *aluminium foil*, cawan petri, ember, papan kayu berukuran 5x8 cm, alat uji FTIR, pensil dengan ketebalan HB, B dan 2B.

Penelitian ini menggunakan bahan RBD *soybean oil* dari Kimia Farma, gliserol dari PT.Wilmar Nabati Indonesia, maleat anhidrida untuk sintesis dari Merck, etanol 95%, *aquadest*, natrium hidroksida (NaOH) dari Merck, gas nitrogen dari PT.Manunggal.

III.3 Variabel

III.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap merupakan variabel yang tidak berubah selama proses penelitian berlangsung. Variabel tetap yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. komposisi bahan baku yang digunakan, yaitu 60% minyak kedelai dari massa total (240 gram), 18% gliserol dari massa total (72 gram), dan 22% maleat anhidrida dari massa total (88 gram),
2. aliran gas N₂,
3. kecepatan pengaduk,
4. temperatur proses alkoholisis pembentukan monogliserida sebesar 240°C,
5. temperatur proses esterifikasi pembentukan resin alkid sebesar 180°C.

III.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang divariasikan pada tiap penelitian agar didapat hasil yang diinginkan. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel dari proses alkoholisis. Waktu proses alkoholisis disajikan pada Tabel III.1, dan waktu proses esterifikasi disajikan pada Tabel III.2.

Tabel III.1 Waktu Proses Alkoholisis

Sampel	Waktu
Monogliserida 1	2 jam
Monogliserida 2	2,5 jam
Monogliserida 3	3 jam

Variasi waktu proses alkoholisis dilakukan untuk mengetahui waktu dan suhu optimal pembentukan monogliserida. Setelah proses alkoholisis, sampel monogliserida diuji kelarutannya menggunakan etanol untuk mengetahui ada atau tidaknya kandungan monogliserida pada sampel tersebut. Monogliserida yang larut sempurna dalam etanol selanjutnya digunakan pada proses esterifikasi.

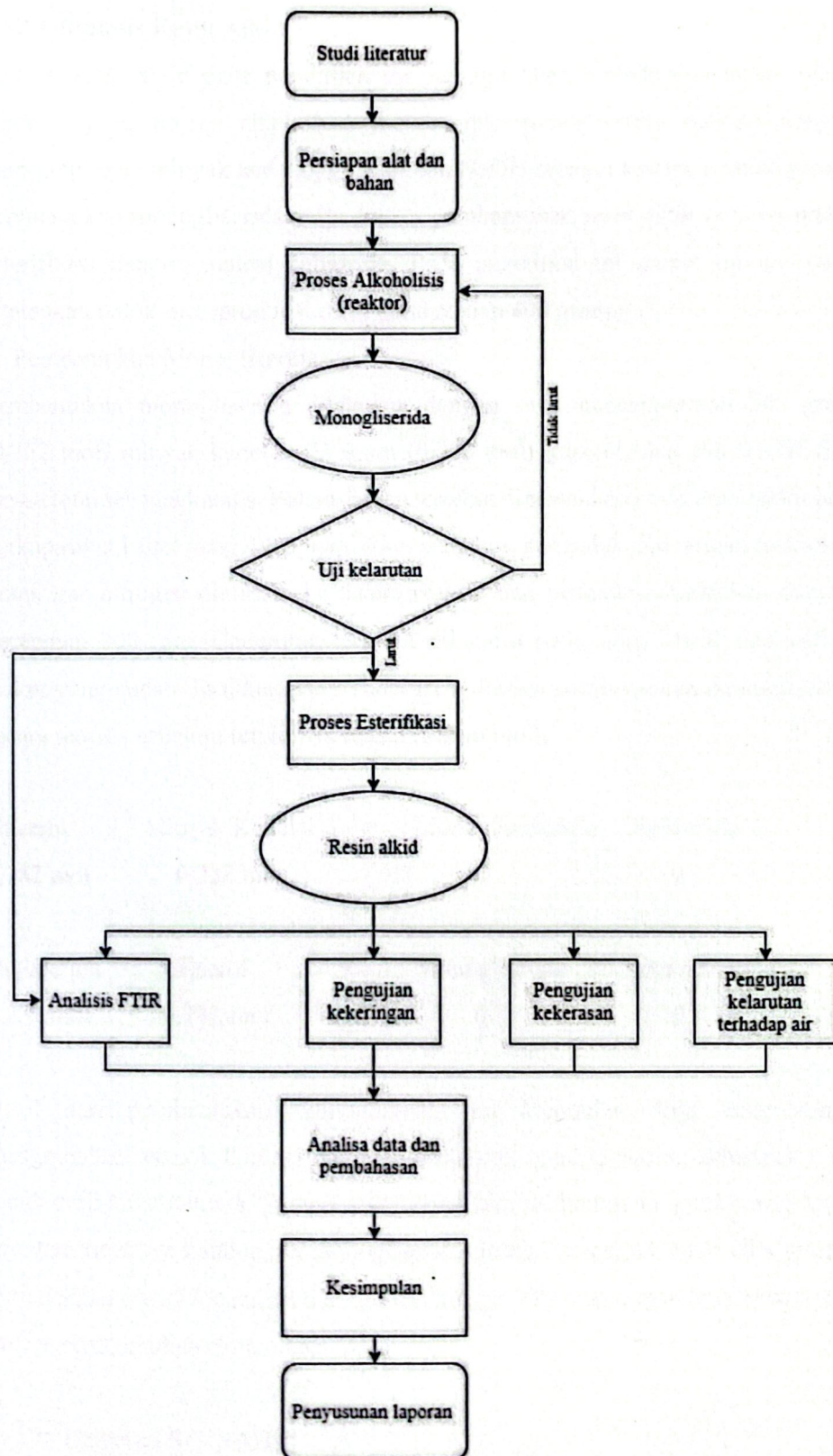
Tabel III.2 Waktu Proses Esterifikasi

Sampel	Waktu reaksi
Ester-Alkid 1	3 jam
Ester-Alkid 2	2 jam

Variasi waktu proses esterifikasi antara monogliserida yang dihasilkan pada proses alkoholisis dengan maleat anhidrida dilakukan untuk mengetahui waktu optimasi pembentukan ester-alkid maleat.

III.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan proses. Tahapan proses yang dilakukan yaitu sintesis resin alkid yang terdiri dari pembentukan monogliserida melalui proses alkoholisis dan pembentukan senyawa alkid melalui proses esterifikasi. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar III.1.



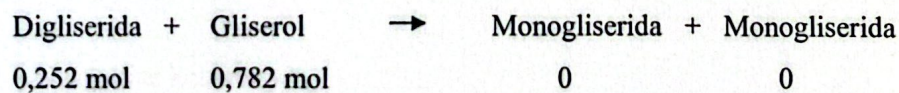
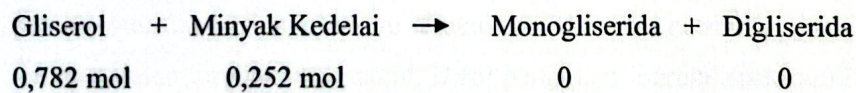
Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

III.4.1 Sintesis Resin Alkid

Sintesis resin alkid pada penelitian ini menggunakan metode dua tahap, tahap pertama yaitu proses alkoholisis membentuk monogliserida diawali dengan mencampurkan minyak kedelai, gliserol dan NaOH sebagai katalis. Setelah proses pembentukan monogliserida yaitu proses pembentukan resin alkid melalui reaksi esterifikasi dengan maleat anhidrida. Pada penelitian ini massa produk yang digunakan untuk memproduksi resin alkid adalah 400 gram.

1. Pembentukan Monogliserida

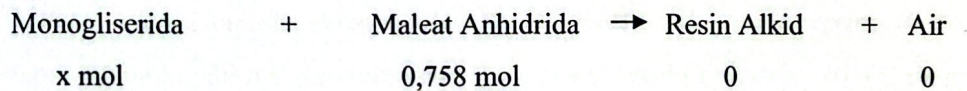
Pembentukan monogliserida dilakukan dengan cara mencampurkan 240 gram (0,252 mol) minyak kedelai, 72 gram (0,782 mol) gliserol, dan 1% NaOH dari massa total sebagai katalis. Bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam reaktor parr berkapasitas 1 liter yang dilengkapi jaket pemanas, pengaduk. Kemudian reaktor ditutup, gas nitrogen dialirkan ke dalam reaktor dan pengaduk dijalankan dengan kecepatan 200 rpm. Campuran tersebut dikontrol pada suhu 240°C dan variasi waktu yang sudah disajikan pada Tabel III.1. Reaksi pembentukan monogliserida secara teoritis sebelum terjadinya reaksi (dalam mol):



Hasil dari pembentukan monogliserida ini kemudian diuji kelarutannya menggunakan etanol. Sampel dan etanol diambil masing-masing sebanyak 5 ml untuk diuji kelarutannya. Sampel yang dilarutkan ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya kandungan monogliserida dalam sampel tersebut. Jika sampel larut dengan etanol kemudian didinginkan hingga 70°C dan dapat digunakan untuk proses pembentukan resin alkid.

2. Pembentukan Resin Alkid

Tahap selanjutnya adalah proses pembentukan resin alkid dengan menambahkan 88 gram maleat anhidrida, pada tahap ini terjadinya reaksi polikondensasi. Kemudian reaktor di tutup, gas nitrogen dialirkan ke dalam reaktor dan pengaduk dijalankan dengan kecepatan 200 rpm. Pada tahap ini waktu proses divariasikan sebagaimana yang disajikan pada Tabel III.2. Hasil proses pembentukan monogliserida dari persamaan reaksi 1 dan reaksi 2 di dalam reaktor diasumsikan dengan x mol. Hasil monogliserida dengan x mol dapat dilihat pada Bab IV.1. Reaksi pembentukan resin alkid secara teoritis sebelum terjadinya reaksi (dalam mol):



III.4.2 Analisis dan Karakterisasi Resin Alkid

Analisis dan karakterisasi dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dan sifat mekanik dari produk resin alkid yang dibuat.

a. Analisis Gugus Fungsi

Pengujian ini dilakukan menggunakan seluruh sampel hasil proses alkoholisis dan proses esterifikasi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam produk resin alkid. Hasil pengujian berupa spektrum infra merah yang menunjukkan gugus fungsi pada panjang gelombang tertentu.

b. Pengujian kekeringan

Pengujian kekeringan mengacu pada ASTM D1640. Pengujian kekeringan dilakukan secara sederhana menggunakan papan triplek. Pengujian dilakukan untuk mengetahui waktu pengeringan dari produk resin alkid yang dibuat. Sampel dioleskan pada media papan triplek dan diratakan dengan ketebalan yang sama, kemudian dikeringkan dalam temperatur ruangan dan diukur lama waktu pengeringan.

c. Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan mengacu pada ASTM D3363. Pengujian *hardness* (kekerasan) merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekerasan dari

lapisan produk resin alkid yang dibuat. Pengujian ini menggunakan pensil dengan berbagai tingkat kekerasan yang berbeda yaitu ukuran pensil HB, B dan 2B merk Faber Castel. Pengujian ini dilakukan pada suhu ruang. Resin alkid dioleskan pada papan triplek sampai mengering, kemudian pensil tersebut digunakan sebagai alat untuk menggores lapisan produk.

d. Pengujian kelarutan terhadap air

Pengujian kelarutan terhadap air dilakukan untuk menentukan larut atau tidaknya produk resin alkid yang dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan membuat perantara yaitu *bioplastic* tapioka sebagai film. Pembuatan film dengan campuran 6 gram tepung tapioka, 50 mL *aquadest*, dan 0,3 gram gliserol (Yuli dkk., 2014). Bahan-bahan tersebut digunakan sebagai blanko kemudian dilakukan penambahan 1 gram sampel resin alkid. Proses analisis dilakukan dengan cara memotong ukuran film menjadi 3x3 cm, lalu dimasukkan ke dalam gelas berisi 30 mL air selanjutnya dihitung lama waktu kelarutannya dalam air.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

IV.1 Pengujian Kelarutan Monogliserida Hasil Reaksi Alkoholisis

Hasil pengujian kelarutan monogliserida disajikan pada Tabel IV.1.

Tabel IV.1 Hasil Pengujian Kelarutan Monogliserida

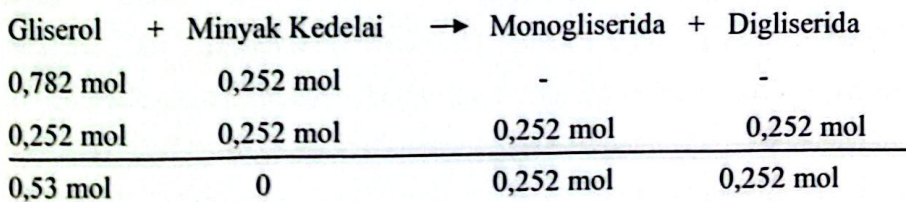
Sampel	Waktu Reaksi (Jam)	Warna	Kelarutan dalam Larutan Etanol*	Emulsi
Monogliserida 1	2	Cokelat	Tidak Larut	Ada
Monogliserida 2	2,5	Kuning	Larut Sempurna	Tidak Ada
Monogliserida 3	3	Kuning	Larut Sempurna	Tidak Ada

*Dalam kondisi temperatur ruang

Berdasarkan Tabel IV.1 menunjukkan hasil dari pengujian kelarutan monogliserida dengan temperatur terjaga yaitu 240°C. Data tersebut menyatakan hanya sampel monogliserida 1 yang tidak larut dalam etanol, terdapat endapan, dan berwarna cokelat gelap. Hal ini kemungkinan, waktu proses alkoholisis yang belum mencapai kesetimbangan sehingga masih terdapat kandungan gliserol atau trigliserida dalam reaktan. Pada sampel monogliserida 2 dan monogliserida 3 dengan waktu proses 2,5 jam dan 3 jam menghasilkan monogliserida yang larut sempurna dengan etanol, tidak adanya endapan, dan berwarna kuning. Hal ini kemungkinan waktu proses alkoholisis telah mencapai kesetimbangan. Sampel monogliserida 2 dan sampel monogliserida 3 yaitu dengan variasi waktu 2,5 jam dan 3 jam akan digunakan untuk proses selanjutnya yaitu proses esterifikasi.

Berikut perhitungan teoritis reaksi pembentukan monogliserida:

Reaksi alkoholisis persamaan 1:



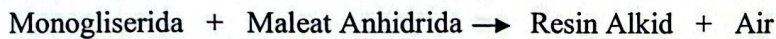
Reaksi alkoholisis persamaan 2:



0,252 mol	0,53 mol	-	-
0,252 mol	0,252 mol	0,252 mol	0,252 mol
0	0,278 mol	0,252 mol	0,252 mol

IV.2 Hasil Reaksi Esterifikasi

Reaksi pembentukan resin alkid secara teoritis:



0,756 mol	0,758 mol	-	-
0,756 mol	0,756 mol	0,756 mol	0,756 mol
0	0,002 mol	0,756 mol	0,756 mol

Hasil dari proses esterifikasi disajikan pada Tabel IV.2.

Tabel IV.2 Hasil Proses Esterifikasi

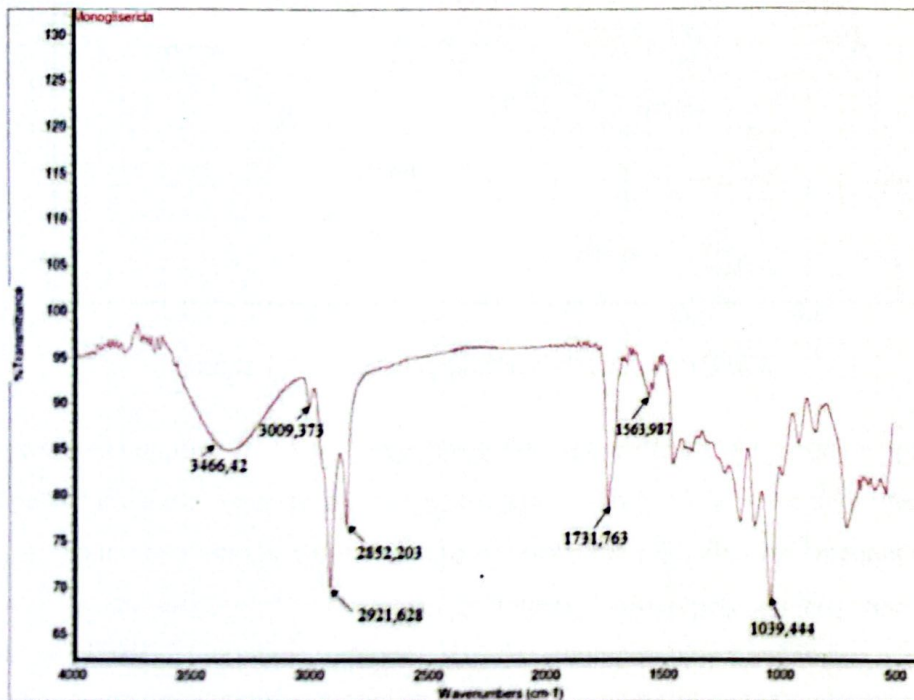
Sampel	Waktu Reaksi (Jam)	Massa Awal Proses (gram)	Produk Utama		Produk Samping Air (gram)
			Massa Cair (gram)	Massa Endapan (gram)	
Ester-Alkid 1	3	400	-	185	-
Ester-Alkid 2	2	400	384	5	10

Berdasarkan Tabel IV.2, ester-alkid 1 adalah monogliserida 2 dan ester-alkid 2 adalah monogliserida 3. Massa cairan adalah resin alkid yang telah terbentuk dan massa endapan adalah masih adanya campuran bahan maleat anhidrida dan monogliserida yang belum bereaksi membentuk polimer alkid. Pada ester-alkid 1 dengan waktu proses selama 3 jam terjadi proses yang cukup lama sehingga semakin lama waktu proses reaksi maka semakin kental campuran tersebut (Nway, 2008). Pada ester-alkid 2 dengan waktu proses 2 jam masih terdapat endapan yaitu sebanyak 5 gram, ini menandakan pembentukan alkid belum sempurna (Hlaing dan Oo, 2008). Pada ester-alkid 2 menghasilkan produk samping berupa air yaitu sebanyak 10 gram; semakin banyak air yang dihasilkan maka semakin panjang rantai polimer senyawa alkid yang terbentuk antara monogliserida dan maleat

anhidrida (Jayanudin dkk., 2011). Ester-alkid 2 yang selanjutnya digunakan pada tahap karakterisasi.

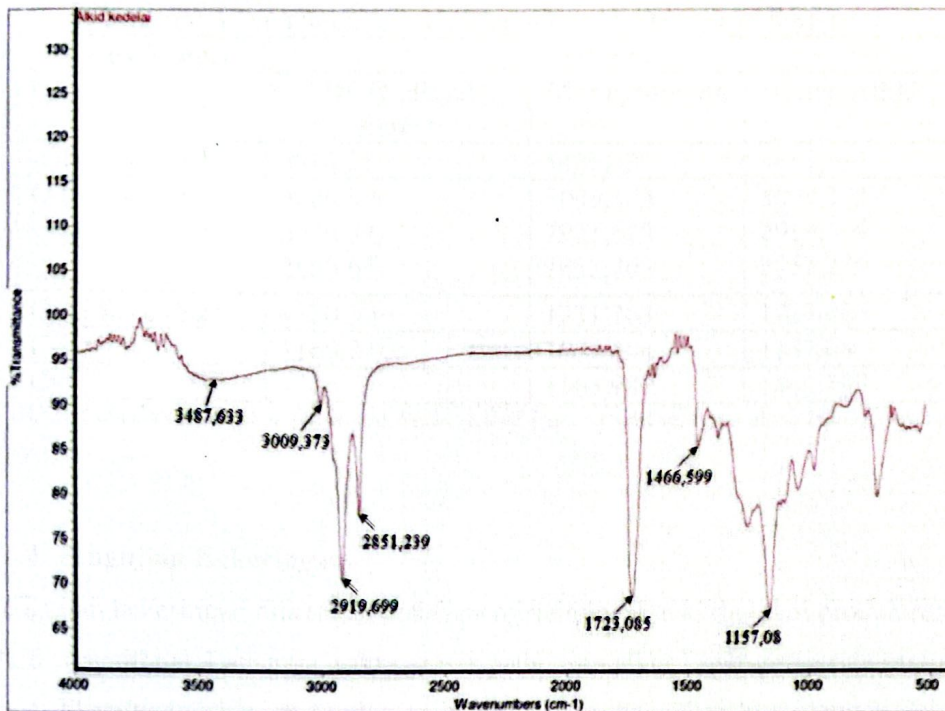
IV.3 Analisa Gugus Fungsi

Pada penelitian dilakukan analisa gugus fungsi menggunakan alat uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi dari resin alkid yang dibuat. Hasil pengujian FTIR Monogliserida dan Resin Alkid.



Gambar IV.1 Hasil Pengujian FTIR Monogliserida Reaksi Alkoholisis

Berdasarkan Gambar IV.1 dapat diketahui bahwa hasil analisa gugus fungsi dari monogliserida menggunakan FTIR, terdapat puncak serapan ditunjukkan pada wilayah ikatan rangkap dua ($1500-2000\text{ cm}^{-1}$). Puncak serapan dengan *peak* yaitu $1731,763\text{ cm}^{-1}$ menandakan adanya ikatan rangkap $\text{C}=\text{O}$ *stretching*. Sementara itu terdapat puncak serapan pada daerah $1000-1200\text{ cm}^{-1}$ dengan *peak* yaitu $1039,444\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya ikatan tunggal $\text{C}-\text{O}$ *stretching*. Puncak yang melebar pada $3466,42\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan banyaknya gugus $-\text{OH}$ yang terdapat pada gliserol.



Gambar IV.2 Hasil Pengujian FTIR Resin Alkid 2

Berdasarkan Gambar IV.2 hasil pengujian FTIR pada resin alkid 2, terdapat puncak serapan ditunjukkan pada wilayah ikatan rangkap dua ($1500-2000\text{ cm}^{-1}$). Puncak serapan pada daerah rangkap dua ini dengan *peak* yaitu $1723,085\text{ cm}^{-1}$ menandakan adanya ikatan rangkap $\text{C}=\text{O}$ *stretching* karena terkonjugasi dengan aromatik (Nurandini dkk., 2018). Keberadaan trigliserida dan asam lemak bebas dari minyak kedelai, dan ikatan ini menandakan adanya senyawa karbonil sederhana yaitu ester. Adanya gugus fungsi terkonjugasi seperti aldehida, keton, ester, dan asam karboksilat dapat mengurangi frekuensi penyerapan karbonil lainnya. Sementara itu terdapat puncak serapan pada daerah $1000-1200\text{ cm}^{-1}$ dengan *peak* yaitu $1157,08\text{ cm}^{-1}$ untuk *alkyd* yang menunjukkan adanya ikatan tunggal $\text{C}-\text{O}$ *stretching*. Adanya ikatan rangkap $\text{C}=\text{O}$ dan ikatan tunggal $\text{C}-\text{O}$ dalam spektrum IR mengindikasikan terbentuknya ikatan ester (Ibrahim dkk, 2014). Puncak yang melebar pada $3487,633\text{ cm}^{-1}$ untuk *alkyd* menunjukkan banyaknya gugus $-\text{OH}$ yang terdapat pada gliserol. Rangkuman data spektrum IR monogliserida dan *alkyd* kedelai disajikan pada Tabel IV.3.

Tabel IV.3 Data Spektrum IR Monogliserida dan Alkyd Kedelai

Gugus Fungsi	IR (cm ⁻¹)		
	DCO-Alkyd Resin*	Monogliserida	Ester-Alkid 2
-OH <i>Stretching</i>	3514,21	3466,42	3487,633
C-H <i>Stretching</i>	3008,99; 2926,74; 2855,67	3009,373 2921,628 2852,203	3009,373; 2919,699; 2851,239
C=O <i>Stretching</i>	1730,30	1731,763	1723,085
C-O	1169,21	1039,444	1157,08
C=C	-	1563,987	1466,599

*DCO: *Dehydrated Castrol Oil-Alkyd Resin*: alkyd hasil penelitian resin alkid Hlaing dan Oo., (2008)

IV.4 Pengujian Kekeringan

Pengujian kekeringan dilakukan untuk mengetahui waktu kering dari produk resin alkid yang dibuat. Lamanya waktu proses pada resin alkid 1 mempengaruhi produk yang dihasilkan, sehingga produk resin alkid 1 menghasilkan banyaknya padatan yang menempel pada dinding rotor. Oleh karena itu, resin alkid 2 yang digunakan untuk tahap karakterisasi. Hasil pengujian kekeringan pada resin alkid 2 disajikan pada Tabel IV.4.

Tabel IV.4 Hasil Pengujian Kekeringan

Sampel	Waktu Pengeringan *(Jam)
Resin Alkid 2	48

*Pengeringan pada suhu ruang

Berdasarkan Tabel IV.4 resin alkid 2 yang dihasilkan memiliki waktu kering 48 jam. Viskositas yang tinggi akan mengurangi waktu kering, dan nilai viskositas yang rendah akan memperpanjang waktu kering (Guner dkk., 2002). Tingginya nilai viskositas disebabkan karena banyaknya ikatan silang yang terbentuk (Ling dkk., 2012). Banyaknya ikatan silang yang terbentuk dapat dilihat dari banyaknya padatan yang terbentuk pada resin alkid.

IV.5 Pengujian Kekerasan

Pengujian *hardness* (kekerasan) merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekerasan dari lapisan produk resin alkid yang dibuat.

Pengujian kekerasan dilakukan pada suhu ruangan dengan menggunakan pensil yang sesuai dengan ASTM D3363-00. Pada penelitian ini menggunakan pensil dengan tingkat kekerasan yang berbeda yaitu HB, 2B, dan B. Hasil pengujian kekerasan disajikan pada Tabel IV.5.

Tabel IV.5 Hasil Pengujian Kekerasan

Sampel	Pensil HB	Pensil B	Pensil 2B
Resin Alkid 2	Tidak Tergores	Tergores	Tergores

Berdasarkan Tabel IV.5 tidak tergoresnya resin alkid 2 pada pensil HB menandakan bahwa resin alkid tersebut memiliki tingkat kekerasan dan ketahanan yang baik. Kekerasan dari suatu material berkaitan dengan sifat kimia yang dimiliki material tersebut. Rendahnya nilai viskositas maka akan menurunkan kekuatan ikatan antar molekul. Rendahnya ikatan antar molekul membuat resin alkid tidak mampu menahan beban yang lebih baik.

IV.6 Pengujian Kelarutan terhadap Air

Pengujian kelarutan terhadap air dilakukan untuk menentukan larut atau tidaknya produk resin alkid yang dibuat. Hasil pengujian kelarutan terhadap air disajikan pada Tabel IV.6.

Tabel IV.6 Hasil Pengujian Kelarutan

Sampel	Waktu (Jam)
Blanko film	42
Film + resin alkid 2	54

Berdasarkan Tabel IV.6 blanko film dari tapioka memiliki ketahanan air paling rendah, hal ini dapat dilihat dari waktu kelarutannya dalam air yaitu 42 jam. Selanjutnya film yang sudah ditambahkan resin alkid lebih tahan terhadap air. Hal ini ditandai dengan lamanya waktu film larut yaitu 54 jam.

Bab V Kesimpulan

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. waktu reaksi terhadap sintesis resin alkid dari minyak kedelai, gliserol, dan maleat anhidrida yaitu:
 - a. waktu proses optimum reaksi alkoholisis adalah 2,5 jam dan 3 jam,
 - b. waktu proses reaksi esterifikasi adalah 2 jam,
2. pengaruh waktu proses minyak kedelai, gliserol, maleat anhidrida terhadap karakteristik yang dihasilkan:
 - a. resin alkid yang dihasilkan terbentuknya ikatan ester,
 - b. resin alkid memiliki ketahanan yang baik,
 - c. lama waktu pengeringan resin alkid selama 48 jam,
 - d. ketahanan terhadap air yang baik ditinjau dari lamanya film dimodifikasi resin alkid larut dalam air.

V.2 Saran

1. untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan pengujian mutu hasil akhir produk resin alkid sesuai SNI 06-0504-1989 resin alkid modifikasi minyak nabati atau minyak hewani agar mengetahui mutu dari produk resin alkid yaitu viskositas, adhesi, dan estetika (*glossy and colour strength*),
2. perlu dilakukan pemurnian dan analisis hasil reaksi alkoholisis,
3. perlu dilakukan pengujian lebih lanjut pada produk resin alkid agar layak diaplikasikan sebagai komponen *coating*, misalnya: warna, uji sifat adhesi, fleksibilitas, ketahanan panas, dan ketahanan abrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- 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): 4Protective 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. (2015): Pengaruh kadar hardener terhadap kualitas produk pengecatan plastic, *Jurnal konversi energi dan manufaktur UNJ*, 2, 65-73.
- Elba, M.E., Abdel, R.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*, 3, 59-70.
- Fisher, L. dan Hayward, G.R. (1998): *The basic of resin technology no.10 oil and colour chemist assosiaciation*, Wembley, 298 – 300.
- Hawley dan Gessner. (1987): *Condensed chemical dictionary*, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- 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., and Bourghli, L. (2014): *Preparation and characterization of alkyd resin of jordan valley tomate oil, Journal Polymer Evironment, 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 ofPharmaceutical Research*,3, 311–316.
- Islam, R.Muhammad., Beg, H.D.Muhammad. dan Shima, S. (2014): *Development ofvegetable oil based polimer*, Malaysia: Fakultas Teknik Kimia dan Sumber daya.
- 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. (2011): Pengaruh suhu reaksi alkoholisis terhadap derajat polimerisasi *alkyd resin* termodifikasi minyak jagung, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”*: Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, Yogyakarta.
- Johnstone, R.E. and Thring, M.W. (1957): *Pilot plants model and scale up methodes inchemical engineering*, McGraw Hill Book Company Inc, New York, 63-73.
- Jones, F.,N. (1983): *Alkydresin, North Dakota University, Fargo, USA*.
- 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.TheInterscience Encyclopedia, Inc; New York*.

- Lanson, H.J. (1985): *Chemistry and technology of alkyd and saturated reactive polyester resins*, American Chemical Society, Washington, D.C.
- 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.
- Mamuaja C.F. (2017): *Lipida*, Unsrat Press, Manado.
- McKeen, Laurence W. (2006): *Fluorinated coatings and finishes handbook, second edition*, Elsevier.
- Musa, Osama M. (2016): *Handbook of maleic anhydride based materials synthesis, properties, and applications*, Springer.
- Nawalade, P. dan Priyanka. (2015): *Alkyd based high-solid and hybrid organic coatings, dissertation. University of Akron*.
- Nosal, H., Nowicki, J., Warzala, M., Sameniuk, I. dan Ewa, Sabura. (2016): *Synthesis and characterization of alkyd resin based on camila sativa oil, glycerol, and selected epoxidized vegetable oils as fungsional modifiers*, *Progress in Organic Coatings* 101, 553-568.
- Perz, Veronica. (2011): *New enzymatic methods for the drying of alkyd resins. Technischen Universitat Graz*.
- Ploeger, R., dan O. Chiantore. (2012): *Characterization and stability issues of artists alkyd paints, Smithsonian Contributions to Museum Conservation*, 89-95.
- Sandler, S.R. (1994): *Polymer syntheses 2nd edition, Academic Press, Inc, California*, 157-187.
- Stevens, M. P. (2001): *Polymer chemistry: An introduction. Ed. 2. Oxford University Press, Inc.*
- Tracton, A.A. (2006): *Coatings technology handbook (3rd ed), CRC Press: Taylor & Francis Group*.
- Ullman, "Encyclopedia of industrial chemistry Vol A 21" German: Springer Verlag, 2003.
- Yuli, D. Tosty M. S., Muhammad, H. (2014): *Produksi bioplastik dari sorgum dan selulosa secara termoplastik, Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, Universitas Lampung*, 10, 55-62.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A Lembar Permohonan Tugas Akhir



BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI

POLITEKNIK STMI JAKARTA

Jl. Letjen Suprpto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510

Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42888206

Nomor : **61/21/BP/SDMI/STMI/PP/III/2020**
Lampiran :
Hal : Permohonan Penelitian

Jakarta, **5** Maret 2020

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

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa 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 yang akan melakukan Penelitian adalah:

No.	Nama	NIM	Bidang Kompetensi
1.	Indah Purnama Sari	1516063	Proses Produksi

Dalam pelaksanaannya kami mengharapkan bantuan bimbingan Bapak/Ibu agar mahasiswa 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.

Direktur,

Mustofa

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



LAMPIRAN B Lembar Keterangan Diterimanya Tugas Akhir



BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI BESAR KIMIA DAN KEMASAN

Jl. Balai Kimia No. 1, Pekayon Pasar Rebo, Jakarta 13710, Kotak Pos 6916 JATPK
Telp. (021) 8717439 (Hunting), 8720449, Fax. (021) 8714928
E-mail: bbk@kemenperin.go.id, <http://bbk.kemenperin.go.id>

Nomor : B/322 /BPPI/BBKK/PP/XII/2019
Lampiran :
Hal : Permohonan Penelitian

Jakarta, 16 Desember 2019

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

Sehubungan dengan surat Saudara Nomor 321/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 : Indah Purnama Sari
NPM : 1516063

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 : Indah Purnama Sari
NIM : 1516063
Judul Tugas Akhir : Sintesis dan Karakterisasi Resin Alkid dari Minyak Kedelai, Gliserol, dan Maleat Anhidrida.
Pembimbing I : Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng.
Pembimbing II : Reviana Ina Dwi Suyatmo, S.T., M.Eng.

Tanggal	Bab	Keterangan	Paraf
24-09-2019	Judul	Mendiskusikan beberapa judul penelitian.	
29-11-2019	Judul	Membahas pemantapan judul penelitian dan membahas penulisan latar belakang pada setiap paragraf.	
10-12-2019	Bab I	Penyusunan isi dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian.	
17-12-2019	Bab I	Revisi latar belakang, rumusan masalah, dan penjelasan mengenai penyusunan Bab II tinjauan pustaka.	
22-12-2019	Bab II	Revisi teori-teori yang masih banyak belum dicantumkan pada Bab II, dan arahan untuk menulis Bab III.	
06-01-2020	Bab III	Revisi Bab III serta penjelasan mengenai penyusunan daftar pustaka.	
21-01-2020	Daftar Pustaka	Revisi format penulisan daftar pustaka dan penandatanganan proposal oleh dosen pembimbing utama.	
27-02-2020	Bab IV	Revisi Bab IV dan penjelasan mengenai variasi proses pada penelitian.	
29-03-2020	Bab IV	Revisi Bab IV mengenai proses alkoholisis, proses esterifikasi khususnya	

		pada produk yang dihasilkan <i>over cook</i> , dan teori-teori yang menyebabkan produk tersebut <i>over cook</i> .	
06-05-2020	Judul	Perubahan judul penelitian dari dosen pembimbing BBKK.	
21-05-2020	Judul, Abstrak, dan Latar Belakang	Revisi judul, abstrak, dan latar belakang yang tidak sesuai KBBI oleh dosen pembimbing 2.	
17-06-2020	Bab I	Revisi latar belakang paragraf 2 dan 3 beserta rumusan masalah.	
06-07-2020	Bab IV	Revisi FTIR beserta pembahasannya.	
06-08-2020	Bab V	Revisi kesimpulan dan saran.	
21-08-2020	Power Point	Revisi power point yang masih terdapat banyak kalimat.	
30-18-2020	Latihan	Latihan presentasi.	
Tanggal	Bab	Keterangan	Paraf

--	--	--	--

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng.
NIP. 1956091019840323002

Reviana Inda Dwi Suyatmo, S.T., M.Eng.
NIP. 198911202018012001

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer

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

LAMPIRAN D Lembar Surat Tugas Dosen Pembimbing



BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI

POLITEKNIK STMI JAKARTA

Jl. Letjen Suprpto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510

Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42888206

Nomor : 269 /BPSDMI/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/BPSDMI/STMI/PP/KEP/II/2020 tanggal 02 Januari 2020 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Assisten 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 : Indah Purnama Sari
No. Induk : 1516063

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

" Sintesa dan Karakterisasi Resin Akid dari Poligliserol banyak Cabang dengan Metode Asam Karboksilat. "

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;



Nomor : 260 /BPSDMI/STMI/III/2020
Lampiran : 1 (satu)
Perihal : Asistensi Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2019/2020

Jakarta, 26 Februari 2020

Yth. Ibu Reviana Ina Dwi Suyatmo, ST, M.Eng
Di Jakarta

Berdasarkan Surat Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta No: 01/BPSDMI/STMI/PP/KEP/I/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 : Indah Purnama Sari
No. Induk : 1516063

Adapun judul Tugas Akhir mahasiswa tersebut adalah:

* Sintesa dan Karakterisasi Resin Alkid dari Poligliserol banyak Cabang dengan Metode Asam Karboksilat. *

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



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



LAMPIRAN E Perhitungan Komposisi Bahan Baku

$$\text{Massa total} = 400 \text{ gram}$$

$$\text{Maleat anhidrida} = 22\%$$

$$\text{Massa maleat anhidrida} = \frac{22}{100} \times 400 \text{ gram} = 88 \text{ gram}$$

$$\text{Mol maleat anhidrida} = \frac{\text{massa}}{\text{mr}} = \frac{88 \text{ gram}}{98 \text{ gram/mol}} = 0,897 \text{ mol}$$

$$\text{Minyak kedelai} = 60\%$$

$$\text{Massa minyak kedelai} = \frac{60}{100} \times 400 \text{ gram} = 240 \text{ gram}$$

$$\text{Mol minyak kedelai} = \frac{\text{massa}}{\text{mr}} = \frac{240 \text{ gram}}{974 \text{ gram/mol}} = 0,246 \text{ mol}$$

Perbandingan molar maleat anhidrida dan minyak kedelai

$$= \frac{0,897 \text{ mol}}{0,246 \text{ mol}} = 3,646 \text{ mol}$$

$$\text{Gliserol} = 18\%$$

$$\text{Massa gliserol} = \frac{18}{100} \times 400 \text{ gram} = 72 \text{ gram}$$

$$\text{Mol gliserol} = \frac{\text{massa}}{\text{mr}} = \frac{72 \text{ gram}}{92 \text{ gram/mol}} = 0,7826 \text{ mol}$$

Perbandingan molar gliserol dan minyak kedelai

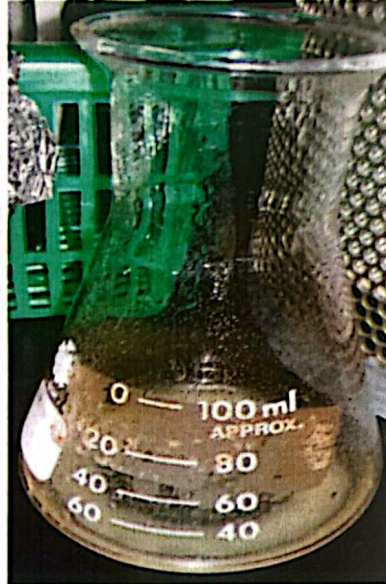
$$= \frac{0,7826 \text{ mol}}{0,246 \text{ mol}} = 3,181 \text{ mol}$$

LAMPIRAN F Gambar Proses Penelitian

F. 1 Gambar Proses Pembentukan Monogliserida



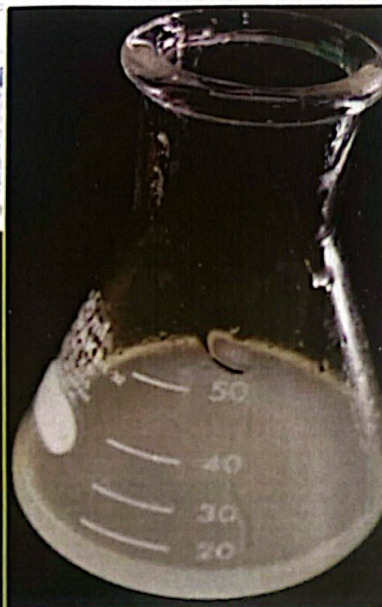
Sampel monogliserida 1



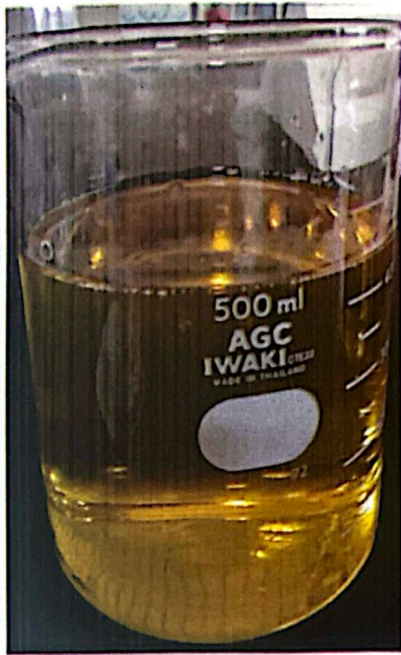
Hasil uji kelarutan dengan etanol



Sampel monogliserida 2



Hasil uji kelarutan dengan etanol

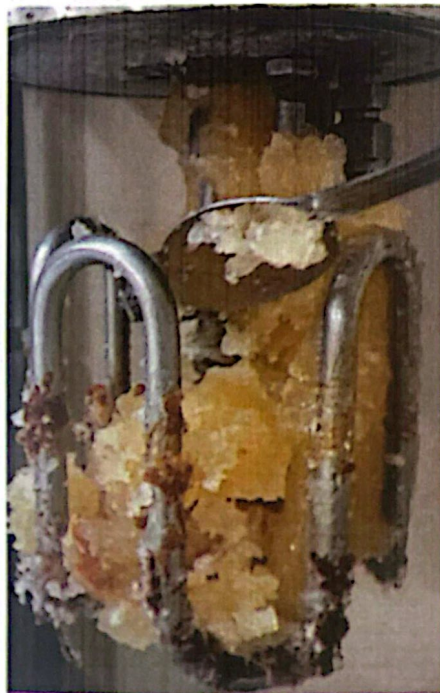


Sampel monogliserida 3

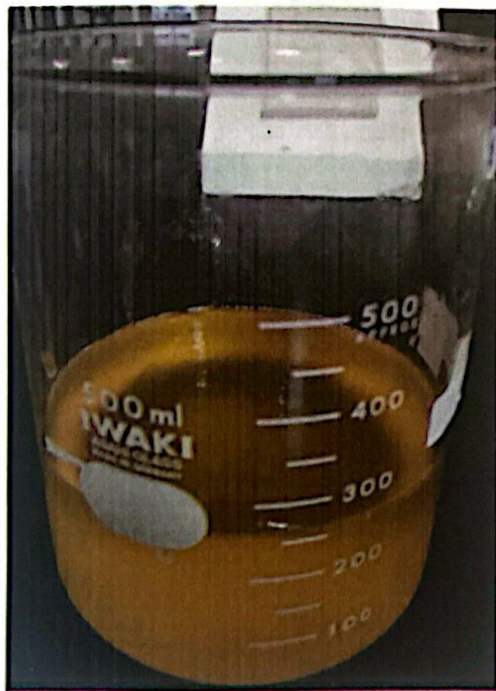


Hasil uji kelarutan dengan etanol

F. 2 Gambar Proses Pembentukan Resin Alkid



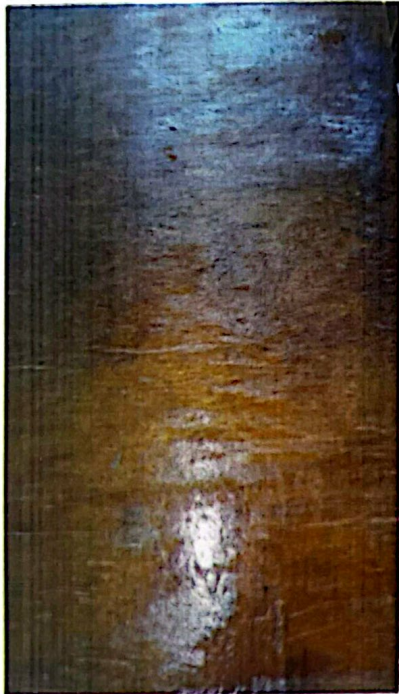
Resin alkid 1



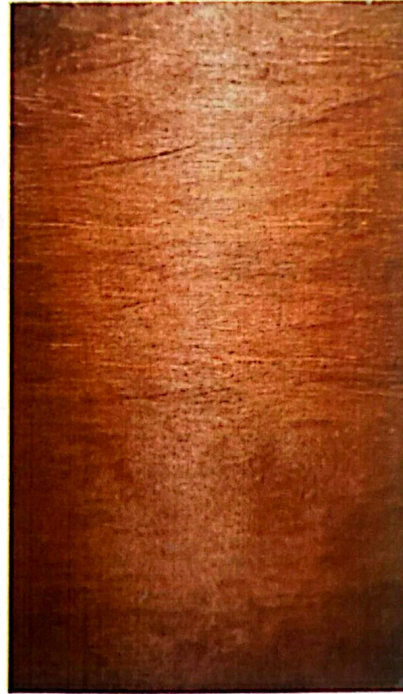
Resin alkid 2

LAMPIRAN G Gambar Sampel Pengujian

G. 1 Pengujian Kekeringan

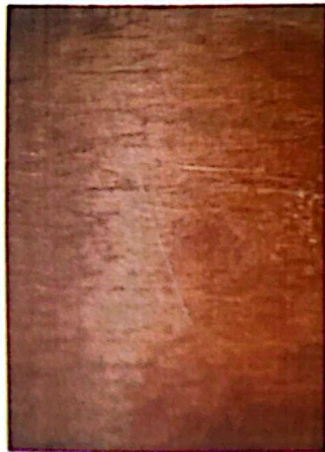


Sebelum mengering

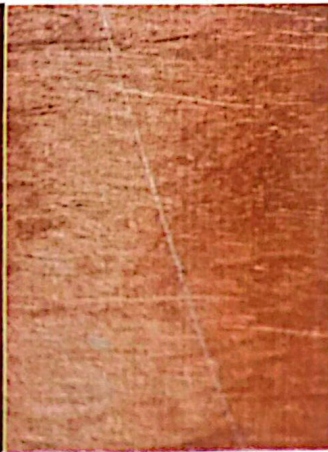


Sesudah mengering

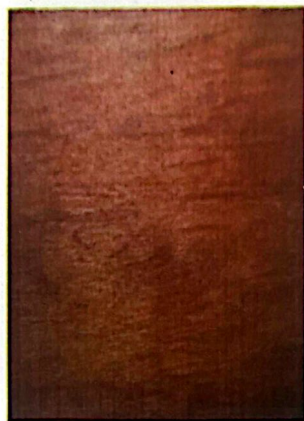
G. 2 Pengujian Kekerasan



Pensil 2B

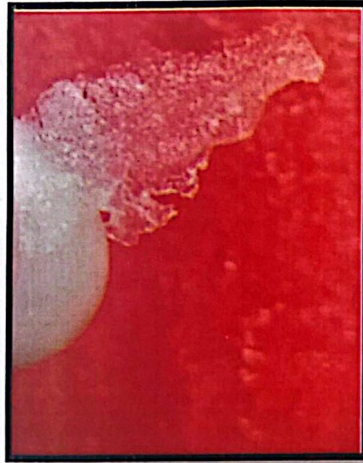


Pensil B

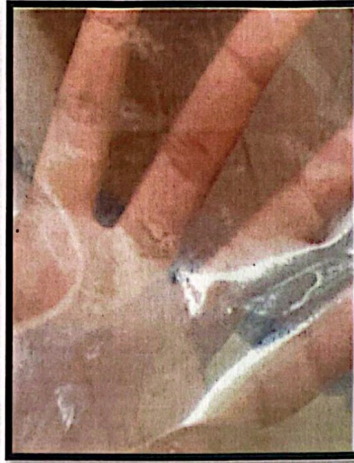


Pensil HB

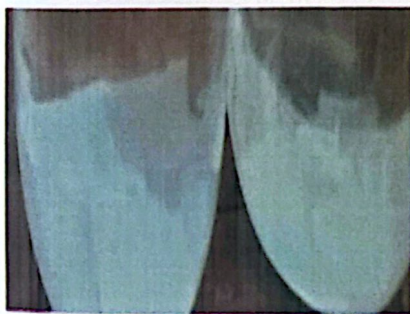
G. 3 Pengujian Daya Tahan terhadap Air



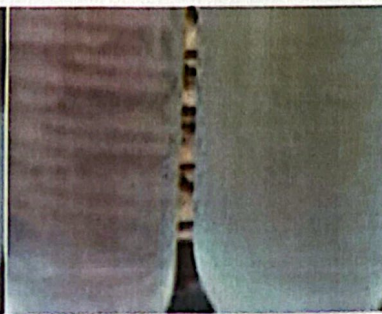
Blanko Film



Blanko Film+Resin Alkid 2



Film sebelum larut



Film sesudah larut