

No. Dok: 5970

Copy : 1

D
668-423 4
Has
P.

LAPORAN TUGAS AKHIR
PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID
BERBASIS MALEAT ANHIDRIDA DENGAN MODIFIKASI
PATI JAGUNG
DI BALAI BESAR KIMIA KEMASAN (BBKK)
(Juli 2018 – Mei 2019)



DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl. Perolehan	11/10/2021
No. Induk Buku	10/TKP/88/21

OLEH :

MARTINA INDRI HASTUTI 1515052

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
JAKARTA
2019

LAPORAN TUGAS AKHIR
PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID
BERBASIS MALEAT ANHIDRIDA DENGAN MODIFIKASI
PATI JAGUNG
DI BALAI BESAR KIMIA KEMASAN (BBKK)
(Juli 2018 –Mei 2019)

Diajukan sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta



OLEH :
MARTINA INDRI HASTUTI 1515052

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
JAKARTA
2019

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR :
PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID BERBASIS MALEAT
ANHIDRIDA MODIFIKASI PATI JAGUNG
DISUSUN OLEH :
NAMA : MARTINA INDRI HASTUTI
NIM : 1515052
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

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

Jakarta, 29 Mei 2019

Menyetujui,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng
NIP. 195609101984032002

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

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR

JUDUL TUGAS AKHIR:

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID BERBASIS MALEAT
ANHIDRIDA MODIFIKASI PATI JAGUNG

DISUSUN OLEH :

NAMA : MARTINA INDRI HASTUTI

NIM : 1515052

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia
Polimer di Politeknik STMI Jakarta pada hari Kamis, 4 Juli 2019.

Jakarta, Juli 2019

Penguji 1



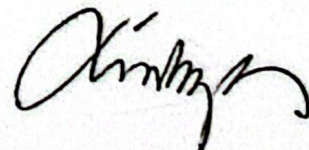
Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.
NIP. 198210012014022001

Penguji 3



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

Penguji 2



Dr. Ir. Lintong Sopandi H, M.Che
NIP. 195803221986031002
Dosen Pembimbing



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng
NIP. 195609101984032002

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

JUDUL TUGAS AKHIR:

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI RESIN ALKID BERBASIS MALEAT
ANHIDRIDA MODIFIKASI PATI JAGUNG

DISUSUN OLEH :

NAMA : MARTINA INDRI HASTUTI

NIM : 1515052

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Jakarta, 27 Mei 2019

Telah diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing



Dr. Dwinna Rahmi, M.Eng

NIP. 196710051993032004

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

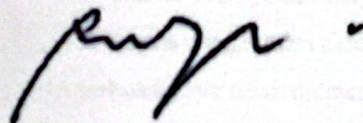
Nama : Martina Indri Hastuti
Nim : 1515052
Judul Tugas Akhir : Pembuatan dan Karakterisasi Resin Alkid Berbasis Maleat Anhidrida Modifikasi Pati Jagung
Pembimbing : Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng

Tanggal	Bab	Keterangan	Paraf
9 Juli 2018	-	Diskusi mengenai topik penelitian	
21 Juli 2018	-	Diskusi penentuan jurnal sesuai topik penelitian	
5 September 2018	-	Diskusi jurnal-jurnal mengenai pembuatan resin alkid	
23 Oktober 2018	-	Presentasi jurnal penelitian	
14 November 2018	-	Diskusi persiapan alat dan bahan	
7 Desember 2018	-	Diskusi mengenai draft untuk buku jurnal	
13 Desember 2018	-	Diskusi mengenai penentuan aplikasi dari hasil penelitian	
18 Januari 2019	-	Diskusi tentang variabel penelitian	
11 Februari 2019	-	Diskusi mengenai judul laporan	
16 Maret 2019	-	Diskusi mengenai hasil penelitian	
30 April 2019	BAB I	Revisi BAB I Acc Proposal	
1 Mei 2019	BAB I BAB II	Revisi BAB I Revisi BAB II	

3 Mei 2019	BAB I	Acc BAB I	R. R. R. R. R. R.
	BAB II	Revisi BAB II	
11 Mei 2019	BAB II	Acc BAB II	
	BAB III	Revisi BAB III	
17 Mei 2019	BAB III	Acc BAB III	
	BAB IV	Revisi BAB IV	
22 Mei 2019	BAB IV	Acc BAB IV	
	BAB V	Revisi BAB V	
29 Mei 2019	BAB V	Acc BAB V	

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmarharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng
NIP. 195609101984032002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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

Nama : Martina Indri Hastuti

NIM : 1515052

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan
judul: Pembuatan dan Karakterisasi Resin Alkid Berbasis Maleat Anhidrida
Modifikasi Pati Jagung

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis 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 karya Tugas Akhir kami.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang saya nyatakan seperti apa yang diatas,
maka karya tulis Tugas Akhir kami dibatalkan.

Jakarta, 29 Mei 2019

Yang Membuat Pernyataan


MARTINA INDRI HASTUTI

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah, sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Penyusunan laporan ini bertujuan guna memenuhi salah satu persyaratan kelulusan dari jurusan Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Kementerian Perindustrian, Jakarta.

Pada kesempatan ini, kami ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan, bantuan, dukungan, dan dorongan semangat yang diberikan hingga terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini. Dengan selesainya laporan ini, saya mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Orang tua, kakak, dan semua keluarga atas doa, cinta, nasehat, dan dorongan semangat secara material maupun spiritual.
2. Dr. Mustofa, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
3. Ir. Roosmariharso, MBA., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer (TKP) Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
4. Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
5. Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Penelitian Program Studi Teknik Kimia Polimer (TKP) Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
6. Syaiful Ahsan, S.T, M.T., selaku Kepala Laboratorium Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta yang telah mengizinkan untuk melakukan pengujian di Laboratorium Instrumentasi Politeknik STMI Jakarta.
7. Dr. Dwinna Rahmi, M.Eng, selaku Pembimbing Penelitian di Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK)
8. Ida Nur Apriani, S.S.T., M.Si selaku Laboran Lab Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta yang telah membantu selama pengerjaan penelitian ini.

9. Jauharotul Arifah, Dicky Lasenda Setiaji, Septian Nugroho selaku sahabat serta rekan dalam penelitian ini.
10. Teman-teman Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta angkatan 2015 selaku kawan seperjuangan.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah memberi dukungan dan bantuan atas Tugas Akhir Penelitian ini.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dalam mengkaji kaidah ilmu pengetahuan Teknik Kimia Polimer (TKP). Semoga semua kebaikan pihak yang membantu penulis dapat dibalas oleh Allah SWT.

Jakarta, 29 Mei 2019

Penulis

ABSTRAK

Resin alkid merupakan poliester yang termodifikasi sebagai agen pembentuk film dalam beberapa cat dan lapisan bening. Resin alkid banyak diaplikasikan pada cat dan tinta. Proses pembuatan resin alkid umumnya melalui dua tahap yaitu alkoholisis dan esterifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis resin alkid melalui proses esterifikasi dan mengetahui sifat fisika resin alkid termodifikasi pati jagung. Pembuatan resin alkid pada penelitian ini melalui tahap persiapan bahan, proses alkoholisis, proses esterifikasi, dan modifikasi pati jagung dengan variasi perbandingan yang berbeda. Tahap karakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan pengujian kekeringan serta kekerasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa resin alkid yang dibuat memiliki kemiripan gugus fungsi dengan resin alkid modifikasi standar hal ini dibuktikan dengan adanya gugus fungsi berupa asam karboksilat, aldehid, alkana, dan anhidrida. Resin alkid yang termodifikasi pati jagung waktu keringnya lebih lama dibandingkan resin tanpa termodifikasi pati jagung. Sementara untuk hasil kekerasan menunjukkan bahwa resin alkid termodifikasi pati jagung memiliki kekerasan yang lebih baik dibandingkan resin tanpa modifikasi pati jagung.

Kata kunci: resin alkid, alkoholisis, esterifikasi, pati jagung, sifat fisika

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR SAMPUL TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR.....	v
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	vi
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR.....	vii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	viii
KATA PENGANTAR	viii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Resin Alkid.....	5
2.1.1 Tipe Resin Alkid.....	6
2.1.2 Metode Pembuatan Resin Alkid	7
2.2 Bahan Baku Resin Alkid.....	8
2.2.1 Minyak atau Asam Lemak.....	9

2.2.2 <i>Polyols</i>	11
2.2.3 Asam Polibasa atau Anhidrida	14
2.3 Proses Pembuatan Resin Alkid	18
2.3.1 Proses Alkoholisis	18
2.3.2 Proses Esterifikasi.....	19
2.4 Pati Jagung.....	20
2.4.1 Faktor Modifikasi Pati	20
2.4.2 Macam-macam Modifikasi Pati	21
2.5 Karakterisasi Resin Alkid	23
2.5.1 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	23
2.5.2 Sifat Kekeringan	25
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	26
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.2.1 Alat	26
3.2.2 Bahan	26
3.3 Variabel.....	27
3.3.1 Variabel Tetap	27
3.3.2 Variabel Bebas.....	27
3.4 Prosedur Penelitian	28
3.4.1 Persiapan bahan	29
3.4.2 Proses Alkoholisis	30
3.4.3 Proses Esterifikasi.....	30
3.4.4 Tahap Pencampuran Resin Alkid dan Pati Jagung	30
3.5 Tahap Pengujian atau Karakterisasi.....	31
3.5.1 Analisa Gugus Fungsi.....	31
3.5.2 Pengujian kekeringan	31
3.5.3 Pengujian kekerasan	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Uji Kelarutan Monogliserida	32
4.2 Analisa Gugus Fungsi Resin Alkid.....	34

4.3 Uji Kekeringan.....	36
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	
LAMPIRAN D	
LAMPIRAN E	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Reaksi Polimerisasi Resin Alkid Satu Tahap	8
Gambar II.2 Struktur Gliserol	11
Gambar II.3 Reaksi Pembentukan Gliserol	11
Gambar II.4 Struktur <i>Trimethylolpropane</i> (TMP)	12
Gambar II.5 Struktur <i>Trimethylolethane</i> (TME)	12
Gambar II.6 Struktur <i>Pentaerythritol</i> (PENTA)	12
Gambar II.7 Struktur <i>Neopentylglycol</i> (NPG)	13
Gambar II.8 Struktur <i>Dipentaerythritol</i>	13
Gambar II.9 Struktur <i>Glycols</i>	13
Gambar II.10 Struktur Maleat Anhidrida	14
Gambar II.11 Hidrolisis Maleat Anhidrida menjadi Asam Maleat	14
Gambar II.12 Struktur Ftalat Anhidrida	16
Gambar II.13 Struktur <i>Isophthalic Acid</i> (IPA)	17
Gambar II.14 Struktur <i>Trimellitic Anhydride</i> (TMA)	17
Gambar II.15 Struktur <i>Dimethylolpropioic Acid</i> (DMPA)	18
Gambar II.16 Struktur <i>Dimer Acid</i>	18
Gambar II.17 Reaksi Alkoholisis	19
Gambar II.18 Reaksi Esterifikasi	20
Gambar II.19 Instrumen <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	24
Gambar III.1 Skema Pembuatan Sintesis Resin Alkid dengan Modifikasi Pati ..	29
Gambar IV.1 Hasil FTIR Resin Alkid Standar	35
Gambar IV.2 Hasil FTIR Resin Alkid	36

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Produksi Resin Alkid di Indonesia	2
Tabel II.1 Efek Panjang Rantai dan Tipe Minyak pada Karakteristik Resin Alkid.....	7
Tabel II.2 Nilai Iodin Minyak Nabati	9
Tabel II.3 Sifat Fisik Maleat Anhidrida dan Asam Maleat.....	15
Tabel II.4 Gugus Fungsi Mengandung Oksigen.....	24
Tabel II.5 Rekomendasi Ketebalan Film dari Bahan Uji.....	25
Tabel III.1 Waktu dan Temperatur Proses Alkoholisis	27
Tabel III.2 Variasi Perbandingan Resin Alkid dan Pati Jagung.....	28
Tabel IV.1 Hasil Uji Kelarutan Sampel Alkoholisis.....	32
Tabel IV.2 Hasil Reaksi Esterifikasi.....	34
Tabel IV.3 Data Hasil Uji Analisa Gugus Fungsi dengan FTIR	36
Tabel IV.4 Hasil Uji Kering Resin Alkid	37
Tabel IV.5 Hasil Uji Kekerasan Resin Alkid.....	38

DAFTAR SINGKATAN

ASTM	: <i>American Standard Testing Material</i>
DMPA	: <i>Dimethylolpropionic Acid</i>
FTIR	: <i>Fourier Transform Infra Red</i>
IPA	: <i>Isophthalic Acid</i>
NPG	: <i>Neopentylglycol</i>
PENTA	: <i>Pentaerythritol</i>
RBD	: <i>Refined, Bleached and Deodorized</i>
TMA	: <i>Trimellitic Anhydride</i>
TME	: <i>Trimethylolethane</i>
TMP	: <i>Trimethylolpropane</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan resin di industri telah banyak dikembangkan secara luas. Hal ini disebabkan salah satunya oleh keinginan untuk mengurangi resin sintesis. Industri ini telah banyak mengganti bahan-bahan sintesis dengan bahan-bahan yang berasal dari alam. Misalnya saja resin alkid yang banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan cat. Industri cat memerlukan resin sebagai perekat pada suatu bahan dan pelapis film. Namun resin alkid umumnya masih diproduksi secara sintesis. Dengan mempertimbangan masalah lingkungan yang ada, industri cat mulai terdorong untuk memproduksi resin yang lebih ramah lingkungan. Salah satunya yaitu pembuatan resin alkid dengan berbahan dasar minyak nabati. Minyak nabati memiliki potensi untuk mengembangkan resin alkid menjadi produk kimia polimer yang lebih tepat guna sesuai dengan tujuan pemanfaatan resin alkid (Heriyanto, 2011).

Minyak nabati seperti minyak sawit, minyak kelapa, minyak jagung, minyak kacang kedelai (*soybean oil*), minyak biji rami (*linseed oil*) dan sebagainya yang diharapkan dapat dikembangkan sehingga dapat mengurangi produksi resin-resin sintesis mengingat masalah lingkungan yang ada. Hal ini terkait dengan emisi komponen solven organik volatil yang dihasilkan pada *coating* dapat berpotensi bahaya bagi kesehatan manusia dan juga memberikan kontribusi terhadap pemanasan global. Selain itu masalah daur ulang pada pembuangan limbah dari resin yang bersifat tahan lama sehingga sulit terurai di lingkungan (Ikhuoria, 2007). Disisi lain kebutuhan resin alkid di Indonesia semakin meningkat juga. Sehingga industri *coating* juga semakin banyak memproduksi resin alkid guna memenuhi kebutuhan di Indonesia.

Tabel I.1 Produksi Resin Alkid di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton)
2014	123.500
2013	122.500
2012	122.300
2011	122.000
2010	121.700
2009	121.200

Sumber : Kemenperin artikel pada April 2018 judul Kinerja Sektor Industri Kimia

Penelitian resin alkid sebelumnya telah dilakukan oleh Jayanudin, dkk (2011). Peneliti tersebut menggunakan minyak jagung, gliserol dan maleat anhidrida sebagai bahan pembuatan resin alkid. Resin alkid ini dibuat melalui tahap alkoholisis dan esterifikasi. Hasil dari penelitian ini adalah derajat polimerisasi tertinggi ada pada suhu alkoholisis 240°C dan suhu esterifikasi 180°C.

Banyak modifikasi resin alkid yang bertujuan untuk meningkatkan sifat fisiknya, tahan terhadap kimia, tahan terhadap sinar ultraviolet dan meningkatkan sifat adhesifnya. Modifikasi yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu penambahan pati jagung pada resin alkid. Namun, penelitian sebelumnya belum pernah ada yang melakukan penelitian dengan modifikasi pati jagung. Pati jagung diharapkan dapat meningkatkan sifat kekeringan dan kekerasan pada resin alkid. Pati jagung mempunyai sifat dapat menyerap air hingga 30% pada suhu antara 55°C sampai 65°C (Winarno, F.G 2004).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbandingan pati jagung dan resin alkid terhadap sifat kekeringan dari resin alkid. Hal ini sangat menarik untuk memproduksi resin alkid yang ramah lingkungan dan cepat kering.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. bagaimana hasil analisa gugus fungsi dari resin alkid yang dibuat?
2. bagaimana pengaruh modifikasi pati jagung terhadap waktu kekeringan dari resin alkid yang dibuat?

3. bagaimana pengaruh modifikasi pati jagung terhadap kekerasan dari resin alkid yang dibuat?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. bahan baku yang digunakan adalah minyak kedelai, gliserol, maleat anhidrida, dan CaO sebagai katalis.
2. komposisi minyak kedelai 60% berat total (180 gram), gliserol 18% berat total (54 gram), maleat anhidrida 22% berat total (66 gram), CaO 0,1% dari minyak kedelai.
3. monogliserida dibuat pada pra penelitian melalui proses alkoholisis dengan variasi temperatur 250°C dan 240°C, serta variasi waktu 3 jam dan 4 jam.
4. monogliserida yang dipakai untuk pembuatan resin alkid adalah monogliserida dengan temperatur 240°C dan waktu 3 jam.
5. maleat anhidrida yang digunakan dari Merck.
6. gliserol PT. Wilmar Nabati Indonesia.
7. *refined, bleached and deodorized* (RBD) minyak kedelai dari Kimia Farma.
8. CaO yang digunakan dari merck.
9. variasi perbandingan pati jagung/resin alkid yaitu 1/0, 1/1, 1/2, 1/3, 2/1

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. mengetahui hasil analisa gugus fungsi dari resin alkid yang dibuat.
2. mengetahui pengaruh modifikasi pati jagung terhadap waktu kekeringan dari resin alkid yang dibuat.
3. mengetahui pengaruh modifikasi pati jagung terhadap waktu kekerasannya dari resin alkid yang dibuat.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan resin alkid modifikasi pati jagung yang sifat kekeringan dan kekerasannya lebih baik

1.6 Sistematika Penelitian

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan umum mengenai resin alkid, reaksi esterifikasi, gliserol, maleat anhidrida, pati jagung, dan karakterisasi resin alkid.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, variasi penelitian serta prosedur penelitian (persiapan penelitian dan metode penelitian)

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil penelitian, analisa data yang sudah diolah, dan pembahasan terhadap hasil pengujian.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi dua bagian yaitu, kesimpulan dan saran yang telah dilakukan berdasarkan hasil yang telah didapat pada bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 ResinAlkid

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

Resin alkid dikembangkan sekitar tahun 1920 yang digunakan pada cat enamel berbasis alkid yang pernah menjadi salah satu jenis pelapis permukaan. Istilah alkid diciptakan oleh Kienle dan Ferguson yang berasal dari kata "al" yang berarti alkohol dan "cid" yang berarti asam kemudian diubah menjadi "kyd". Alkid resin adalah poliester yang termodifikasi minyak kompleks yang berfungsi sebagai agen pembentuk film dalam beberapa cat dan lapisan bening (Tracton, 2006)

Resin alkid banyak digunakan dalam industri cat, *coating*, dan pembentukan film. Hal ini dikarenakan keunggulan sifat-sifatnya sebagai *surface coating* yang meliputi fleksibilitas, kekuatan dan durabilitas, serta sifat adhesi yang baik. Resin alkid diperoleh melalui reaksi poliesterifikasi atau polimerisasi kondensasi yang menggabungkan dua jenisgugus utama yaitu gugus karboksil dan hidroksil (Tracton, 2006)

Secara khusus alkid dapat juga disebut poliester yang dimodifikasi dengan asam lemak. Resin yang tidak dimodifikasi menggunakan asam lemak disebut poliester tak jenuh (*saturated polyester/oil free polyester*). Poliester tak jenuh (*unsaturated polyester*) tidak termasuk golongan ini (Tracton, 2006).

2.1.1 Tipe Resin Alkid

Tipe resin alkid ini dapat mempengaruhi panjang rantainya. Panjang rantai resin alkid dapat menentukan karakteristik dan kegunaannya untuk aplikasi resin alkid (Tracton, 2006). Berdasarkan persentase berat asam lemak pada resin alkid, resin alkid dibagi menjadi tiga tipe (Deligny, 2000) yaitu:

1. *Short Oil Alkyd Resin* : <45%

Tipe ini berada di sektor industri pelapisan seperti cat dasar anti korosi, pelapis radiator, cat jalan, pelapis mesin pertanian. Keuntungan dari tipe resin alkid ini adalah viskositas tinggi, memiliki adhesi dan kekerasan substrat yang baik, memiliki fleksibilitas yang baik, tahan terhadap air dan cuaca dapat digunakan sebagai pelapis awal. Sedangkan kekurangannya adalah kesesuaian dengan banyak pelarut alifatik terbatas, rendah toksisitas.

2. *Medium Oil Alkyd Resin* : 45% - 55%

Tipe resin alkid ini sering digunakan sebagai pelapis awal bahan anti korosi dan diaplikasikan juga untuk mesin pertanian.

Keuntungan: Pengeringan udara dalam 3 jam, viskositas agak tinggi jika diinduksi atau dibantu pengeringan udara pada suhu 50-80°C, memiliki daya kilap yang baik. Dapat digunakan dengan *long oil alkyd* untuk meningkatkan adhesi pada logam. Kerugian tipe ini yaitu kekerasannya buruk, peka terhadap minyak, alkali dan hidrokarbon.

3. *Long Oil Alkyd Resin* : >55%

Long oil alkyd resin biasanya digunakan dalam membangun interior dan cat. Memiliki sifat yang mengkilap sehingga cocok untuk kayu. Selain itu banyak juga diaplikasikan dalam barang-barang kelautan sebagai pelapis dan untuk pemeliharaan. Kelebihan dari *long oil resin* adalah pengeringan di udara 5 jam, viskositas rendah, kilap sangat baik dan pigmen basah. Mereka dapat diformulasikan dalam 100% padatan dan sebagai emulsi dalam air. Di sisi lain tipe ini memiliki kelemahan seperti kekerasan buruk, peka terhadap alkali, pelarut dan hidrokarbon, resitansi eksterior yang buruk. Alkid panjang dapat menunjukkan sifat menguning.

Tabel II.1 Efek Panjang Rantai dan Tipe Minyak pada Karakteristik Resin Alkid

Tipe minyak	Panjang rantai (%)	Jenis Minyak	Karakteristik
Oksidasi	≥ 60	Biji rami, biji bunga matahari, asam lemak minyak panjang: minyak kayu dicampur dengan minyak lainnya, dehidrasi minyak jarak.	Larut dalam pelarut alifatik yang kompatibel dengan minyak dan panjang minyak medium, sifat kering baik, fleksibel, daya tahan baik dan mengkilap
Oksidasi	45-55	Biji rami, biji bunga matahari, asam lemak minyak panjang: minyak kayu dicampur dengan minyak lainnya, dehidrasi minyak jarak.	Larut dalam pelarut alifatik atau pelarut campuran alifatik-aromatik, sifat kekeringan baik, daya tahan baik dan mengkilap.
Oksidasi	≤ 45	Biji rami, biji bunga matahari, asam lemak minyak panjang: minyak kayu dicampur dengan minyak lainnya, dehidrasi minyak jarak.	Larut dalam hidrokarbon aromatik, tidak tahan pada alifatik, sembuh pada suhu tinggi dengan pemanasan mangan dengan urea atau resin melamin formaldehida
Non-oksidasi	40-60	Minyak kelapa, minyak jarak, hidrogenasi minyak jarak	Larut dalam pelarut campuran alifatik-aromatik, digunakan pada <i>plasticizer</i> untuk polimer termoplas seperti nitroselulosa
Non-oksidasi	≤ 40	Minyak kelapa, minyak jarak, hidrogenasi minyak jarak	Larut pada pelarut aromatik, digunakan sebagai <i>plasticizer</i> untuk resin

Sumber: Tracton, 2006

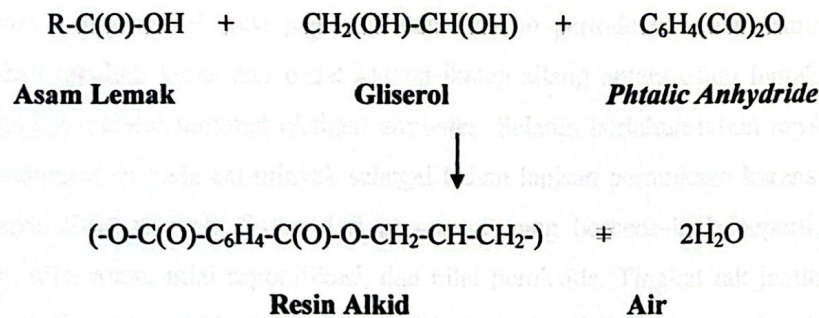
2.1.2 Metode Pembuatan Resin Alkid

Fisher dan Hayward (1998) menerangkan bahwa proses pembuatan resin alkid ada dua metode.

1. Proses *Fatty Acid* (Asam Lemak)

Pada metode ini menggunakan proses satu tahap melalui reaksi polimerisasi kondensasi dimana minyak atau asam lemak, *polyol* (gliserol, atau *pentaerythritol*) dan *polybasic acid* atau *anhydride* (*phthalic 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).



Gambar II.1 Reaksi Polimerisasi Resin Alkid Satu Tahap

Sumber: Heriyanto, 2011

2. Proses Monogliserida

Proses monogliserida adalah proses pembuatan resin alkid dimana minyak nabati direaksikan dengan *polyol* yang dipanaskan bersama dengan katalis seperti timbal, sodium, kalsium atau seng. Reaksi antara trigliserida (minyak nabati) dengan gliserol (*polyol*) disebut reaksi alkoholisis yang menghasilkan monogliserida. Produk monogliserida ini dapat langsung direaksikan dengan *polybasic acid* atau *anhydride* untuk mendapatkan hasil akhir berupa resin alkid atau poliester. Proses alkoholisis dilakukan pada suhu tinggi sehingga kecepatan reaksi akan lebih besar untuk mendapatkan hasil akhir berupa resin alkid atau poliester.

Tahapan proses pembuatan alkid dengan membuat monogliserida :

1. Gliserol + Minyak nabati → Monogliserida
2. Monogliserida + Ftalat anhidrida → Alkid

2.2 Bahan Baku Resin Alkid

Resin alkid dibuat dengan mereaksikan bahan-bahan seperti minyak atau asam lemak, *polyhydric alcohol* atau *polyols* dan *basic acid* atau *anhydride*.

2.2.1 Minyak atau Asam Lemak

Minyak adalah senyawa ester terdiri dari molekul gliserol yang terikat dengan tiga asam lemak jenuh dan tak jenuh. Minyak dapat diklasifikasikan sebagai *drying*, *semidrying*, dan *nondrying* tergantung pada asam lemak tak jenuhnya. *Drying oil* pada paparan udara setelah periode waktu tertentu akan berubah menjadi keras dan padat karena ikatan silang antara asam lemak yang berpindah melalui molekul oksigen atmosfer. Selama bertahun-tahun *drying oil* telah digunakan pada cat minyak sebagai bahan lapisan permukaan karena sifat-sifatnya. Sifat minyak diukur dari parameter yang berbeda-beda seperti, nilai iodin, nilai asam, nilai saponifikasi, dan nilai peroksida. Tingkat tak jenuh pada minyak ditentukan dari nilai iodin. Nilai iodin pada tabel II.2 merupakan jumlah gram iodin yang bereaksi dengan 100 gram minyak atau asam lemak. Semakin tinggi nilai iodin maka semakin tinggi juga nilai tak jenuh minyaknya (Islam, 2014).

Tabel II.2 Nilai Iodin Minyak Nabati

Minyak Nabati	Nilai Iodin (I ₂ /100 gram)
Jarak	102.2
Kelapa	15.1
Jagung	123.5
Biji Kapas	109.4
Biji Flax	180.0
Palm	43.3
Bunga Kesumba	134.7
Kedelai	128.7
Bunga Matahari	120.0

Sumber: Islam, 2014

Menurut (Deligny, 2000) tipe-tipe minyak dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

2.2.1.1 Minyak Jarak

Minyak jarak berguna secara langsung dalam lapisan pelindung sebagai pelunak dalam resin alkid. Dalam pembuatan komersial minyak jarak bertujuan untuk menghasilkan bahan yang berguna sebagai minyak pengering. Sejauh ini penggunaan pelapis minyak jarak banyak dalam bentuk dehidrasi jarak. Minyak jarak dehidrasi sudah diakui sebagai minyak pengering dengan sifat dan

keunggulan karakteristiknya. Keunggulannya dalam aplikasi pelapisan permukaan termasuk bau yang baik, sifat pengering yang baik, struktur polimer lebih seragam dan kurangnya memiliki warna yang kekuningan (Nway,2008)

Minyak ini pantas mendapat perhatian khusus karena unsur utamanya memiliki fungsi alkohol sekunder. Minyak ini dapat didehidrasi untuk diberi ikatan rangkap pada saat pembuatan resin alkid secara langsung, memiliki kilap yang tinggi dan elastisitas yang sangat baik ketika dihidrogenasi dan daya rekatnya sangat baik jika diaplikasikan ke baja.

2.2.1.2 Minyak Biji Rami

Minyak biji rami memiliki fraksi yang signifikan dari asam linolenat sehingga sifatnya cocok untuk minyak pengering dan adhesi yang baik. Tetapi memiliki kecenderungan untuk menguning.

2.2.1.3 Minyak Kedelai

Minyak ini memiliki komposisi asam lemak yang seimbang dan bernilai baik karena berasal dari tanaman yang ditanam secara luas. Memiliki sifat dapat sedikit menguning. Jika dibandingkan dengan minyak biji rami, minyak kedelai lebih lama keringnya. Adanya kandungan asam tak jenuh pada minyak kedelai dapat menyebabkan kekeruhan terutama pada cat berpigmen.

2.2.1.4 Minyak Bunga Kesumba

Minyak bunga kesumba adalah minyak berkualitas tinggi. Kapasitas pengeringannya yang luar biasa dan tingkat kekuningan yang rendah hanya dihambat oleh mahalnya bahan baku. Minyak ini memungkinkan persiapan cat dengan tingkat kecerahan yang tinggi.

2.2.1.5 Minyak Biji Karet

Minyak biji karet sangat mahal karena ketersediannya terbatas. Minyak ini memungkinkan formulasi cat dengan ketahanan yang sangat baik terhadap penguningan. Tingkat kejenuhannya sangat rendah sehingga tidak cocok sebagai minyak pengering. Sebagian besar digunakan dalam enamel kering seperti cat dalam radiator.

2.2.1.6 Minyak Bunga Matahari

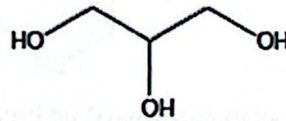
Minyak ini memiliki nilai iodin (tingkat ketidakjenuhan) yang hampir sama dengan minyak kedelai sementara kandungan asam lemaknya mirip dengan minyak bunga kesumba. Memiliki sifat tingkat kekeringan hampir sama dengan minyak kedelai, tingkat kecerahan warna cat lebih tinggi artinya tingkat kekuningannya rendah, tetapi harganya mahal.

2.2.2 Polyols

Menurut (Deligny, 2000) banyak senyawa kimia digunakan sebagai *polyalcohol* atau *polyols* dalam pembuatan resin alkid. Macam-macam *polyols* tersebut adalah:

2.2.2.1 Gliserol

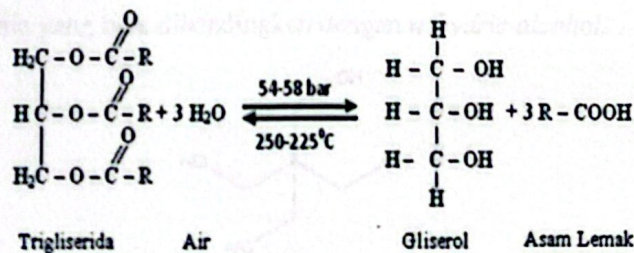
Gliserol ialah suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas 3 atom karbon. Jadi tiap atom karbon mempunyai gugus -OH. Satu molekul gliserol dapat mengikat satu, dua, tiga molekul asam lemak dalam bentuk ester, yang disebut monogliserida, digliserida dan trigliserida. Gliserol adalah *polyol* pertama yang digunakan dalam produksi resin alkid. Ketika digunakan dalam proses monogliserida dimulai pada suhu 260°C-290°C.



Gambar II.2 Struktur Gliserol

Sumber : Deligny, 2000

Gliserol juga dapat dihasilkan dari reaksi hidrolisa trigliserida yang dilakukan dengan tekanan dan temperatur tinggi (Ketaren, 1986).

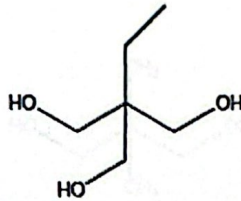


Gambar II.3 Reaksi Pembentukan Gliserol

Sumber : Ketaren, 1986

2.2.2.2 *Trimethylolpropane (TMP)*

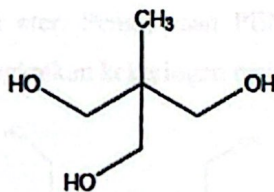
Poliol ini hanya mengandung gugus hidroksil primer. Formulasi resin dengan TMP memiliki viskositas yang lebih rendah dibandingkan dengan gliserol, memungkinkan formulasi cat dengan peningkatan ketebalan film per lapisan.



Gambar II.4 Struktur *Trimethylolpropane*(TMP)
Sumber : Deligny, 2000

2.2.2.3 *Trimethylolethane (TME)*

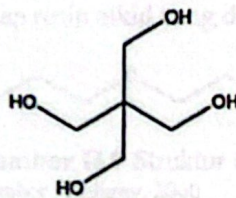
Molekul ini memiliki sifat yang mirip dengan TMP tetapi saat ini hanya tersedia dalam jumlah besar di benua Amerika Utara karena harganya yang mahal. TME mempunyai sifat sedikit meningkatkan ketahanan panas dari resin alkid dibandingkan dengan TMP.



Gambar II.5 Struktur *Trimethylolethane*(TME)
Sumber : Deligny, 2000

2.2.2.4 *Pentaerythritol (PENTA)*

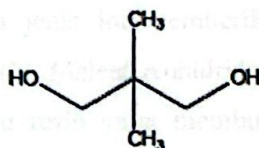
Cat alkid yang dibuat dengan pentaerythritol sering disebut dengan PENTA. PENTA memiliki sifat adhesi yang unggul, tahan cuaca, warna, dan sifat ketahanan kimia yang baik dibandingkan dengan *trihydric alcohol*.



Gambar II.6 Struktur *Pentaerythritol*(PENTA)
Sumber : Deligny, 2000

2.2.2.5 Neopentylglycol (NPG)

Diol ini umum di industri poliester tetapi kurang dikenal di industri resin alkid. Kelompok metil yang melindungi karbon pusat berperan penting terhadap ketahanannya. Sehingga dapat meningkatkan sifat pelapukan resin alkid yang dihasilkan dari NPG.

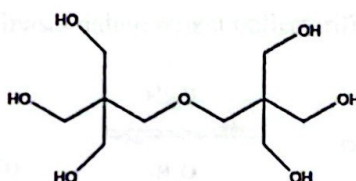


Gambar II.7 Struktur Neopentylglycol (NPG)

Sumber : Deligny, 2000

2.2.2.6 Dipentaerythritol

Alkohol fungsional heksa ini memungkinkan pembentukan *long oil alkyd* resin yang sangat panjang (80%-90%) dan sering digunakan pada alkid padatan tinggi. Resin alkid yang dihasilkan dari diol ini tingkat kekeringannya lebih tinggi dibandingkan dengan PENTA, tetapi resistansi eksteriornya lebih rendah dibandingkan karena adanya eter. Penggunaan PENTA murni 7%-9% dengan *dipentaerythritol* dapat meningkatkan kekeringan resin alkid.

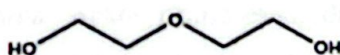


Gambar II.8 Struktur Dipentaerythritol

Sumber : Deligny, 2000

2.2.2.7 Glycols

Produk-produk ini memberikan sifat viskositas rendah, fleksibilitas tinggi, dan kekerasan rendah terhadap resin alkid yang dihasilkan.



Gambar II.9 Struktur Glycols

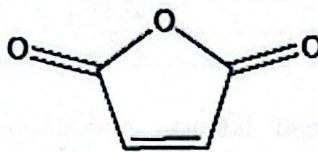
Sumber : Deligny, 2000

2.2.3 Asam Polibasa atau Anhidrida

(Deligny, 2000) mengatakan ada beberapa anhidrida yang dapat digunakan pada proses esterifikasi untuk pembuatan resin. Anhidrida tersebut antara lain adalah

2.2.3.1 Maleat Anhidrida

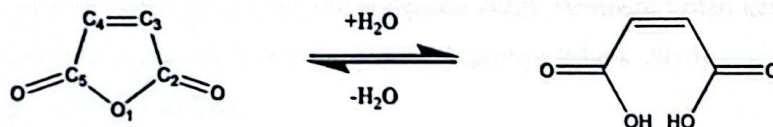
Penggunaan Anhidrida jenis ini memberikan peningkatan dalam sifat pengeringan dan kekerasan resin. Maleat Anhidrida juga sering digunakan untuk meningkatkan viskositas suatu resin yang membutuhkan jumlah besar pelarut pengenceran (Deligny, 2000).



Gambar II.10 Struktur Maleat Anhidrida

Sumber : Deligny, 2000

Maleat anhidrida hampir dibutuhkan di seluruh bidang industri kimia. Struktur turunan maleat anhidrida memiliki reaktivitas yang tinggi sehingga dapat memungkinkan untuk membuat berbagai jenis resin. Maleat anhidrida dapat berfungsi sebagai asam dibasat dalam reaksi poliesterifikasi.



Gambar II.11 Hidrolisis Maleat Anhidrida menjadi Asam Maleat

Sumber : Musa, 2016

Setelah terpapar air, maleat anhidrida dapat terhidrolisis untuk menghasilkan struktur asam dikarboksilat yang dikenal sebagai asam maleat (Musa, 2016). Penambahan maleat anhidrida pada proses pembuatan resin alkid dapat meningkatkan warna, waktu pemrosesan, dan ketahanan terhadap air. Maleat anhidrida mulai diproduksi pada tahun 1828 oleh National Aniline and Chemical di Amerika dengan menggunakan benzena sebagai bahan baku utama. Pada tahun 1977 di Amerika maleat anhidrida banyak digunakan pada pembuatan resin poliester, bahan kimia untuk agrikultur, dan lain sebagainya. (Trivedi, 1982).

Saat ini penggunaan maleat anhidrida sebagai bahan baku resin untuk penggunaan pelapisan banyak digunakan. Maleat anhidrida pada resin untuk penggunaan pelapisan dapat memberikan daya adhesif lebih baik dan dapat mempercepat waktu kering. (Musa, 2016)

Tabel II.3 Sifat Fisik Maleat Anhidrida dan Asam Maleat

Sifat	Maleat Anhidrida	Asam Maleat
Rumus Molekul	$C_4H_2O_3$	$C_4H_4O_4$
Berat Molekul (g/mol)	98,06	116,07
Densitas (g/cm^3)	1,43	1,59
Bentuk fisik	Padat	Padat
Warna	Keputihan	Putih
Titik leleh ($^{\circ}C$)	53,58	132,5 pada 101,3kPa
Titik didih ($^{\circ}C$)	200,1	157,8 pada 997 kPa

Sumber: Musa, 2016

Maleat anhidrida juga merupakan pereaksi organik untuk berbagai jenis transformasi kimia. Penggunaan maleat anhidrida antara lain :

a. *Unsaturated polyester resins*

Unsaturated polyester (poliester tidak jenuh) adalah polimer kondensasi yang terbentuk dari reaksi antara poliol dan asam polikarboksilat dengan ketidakjenuhan olitnik yang disebabkan oleh salah satu reaktan. Biasanya poliol dapat berupa phtalat dan maleat. *Unsaturated polyester resin* merupakan bahan pembuatan fiber glass yang selanjutnya dipakai untuk membuat badan kendaraan, tubuh kapal, tanki, panel-panel gedung dan sebagainya (Musa, 2016).

b. **Produksi Resin Alkid**

Resin alkid adalah resin sintesis yang terbuat dari *polyhydric alcohol* dan *polybasic acid* yang dimodifikasi dengan minyak nabati atau asam lemak. Resin alkid banyak diaplikasikan pada industri cat, coating, pembuatan film dan tinta. Alkid juga sangat penting untuk bahan pengikat tinta, bahan perekat, dan dempul (Jayanudin, 2011). Resin alkid dibuat melalui tahap poliesterifikasi antara asam karboksilat dengan alkohol. Jika setiap molekul pereaksi mengandung dua gugus fungsional maka akan terbentuk polimer rantai linier. Polimer jaring (*network*) dapat terbentuk jika salah satu atau kedua pereaksi mempunyai lebih dari dua gugus fungsional. Dalam hal ini poliesterifikasi gliserol dan maleat anhidrida merupakan polimerisasi antara gugus $-OH$ dan $-COOH$. Reaksi esterifikasi antara

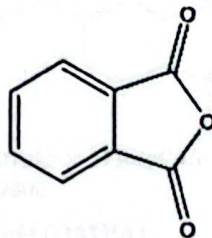
maleat anhidrida dan monogliserida membentuk resin alkid (maleat ester) yang menghasilkan produk samping berupa air dalam jumlah sedikit yang teruapkan (Musa, 2016).

c. **Produksi asam fumarat**

Asam fumarat merupakan trans-isomer dari asam maleat, yang dapat diperoleh dengan memberikan perlakuan panas terhadap asam maleat, dengan atau tanpa katalis. Diperoleh dengan cara isomerisasi dari asam maleat dan larutan murni maleat anhidrida. Asam fumarat diaplikasikan untuk industri makanan sebagai bahan pemanis buatan, aditif pangan, aditif pakan ternak, dan sebagai penambah sifat asam lainnya (Musa, 2016).

2.2.3.2 Ftalat Anhidrida

Asam Polibasa jenis ini paling banyak digunakan di industri resin. Awalnya ftalat anhidrida diproduksi hanya dari oksidasi *nephthalene* yang diturunkan dari reaksi pembakaran batubara. Ftalat anhidrida memberikan kekerasan terhadap resin alkid dan ketahanan kimia karena gugus fenilnya. Struktur ini juga dapat menyebabkan alkid yang terbuat dari ftalat anhidrida menjadi rentan terhadap hidrolisis (Deligny, 2000).



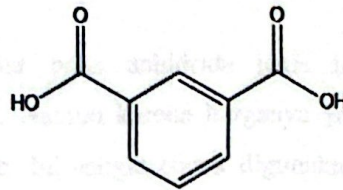
Gambar II.12 Struktur Ftalat Anhidrida

Sumber : Deligny, 2000

Dalam banyak hal pemilihan phthalat anhidrida menentukan semua keunggulan dan kekurangan terhadap resin alkid yang dihasilkan. Phthalat anhidrida memiliki sifat murah, efektif, dan mudah digunakan. Namun, anhidrida jenis ini juga memiliki kekurangan antara lain daya tahan eksterior rendah dan mudah menghasilkan produk yang menguning pada resin (Deligny, 2000).

2.2.3.3 *Isophthalic Acid (IPA)*

Pada dasarnya IPA digunakan pada resin poliester dan hanya sedikit digunakan untuk resin alkid karena kendala biaya. Tetapi IPA memiliki keunggulan antara lain tahan terhadap korosi, hidrolisis, dan tidak menyebabkan menguning. Selain itu dapat meningkatkan tingkat kekerasan dan pengeringan (Deligny, 2000).

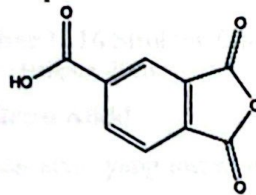


Gambar II.13 Struktur *Isophthalic Acid (IPA)*

Sumber : Deligny, 2000

2.2.3.4 *Trimellitic Anhydride (TMA)*

Sering digunakan untuk alkid larut air karena memiliki fungsi karboksil bebas yang bereaksi oleh amina untuk netralisasi. TMA juga sering digunakan untuk alkid padatan tinggi (Deligny, 2000).

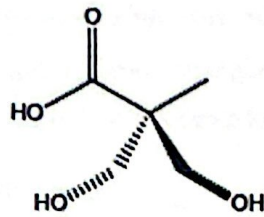


Gambar II.14 Struktur *Trimellitic Anhydride (TMA)*

Sumber : Deligny, 2000

2.2.3.5 *Dimethylolpropioic Acid (DMPA)*

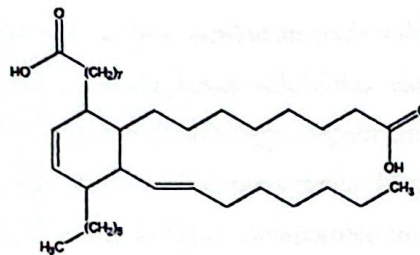
Fungsi diol dari molekul ini digunakan untuk reaksi esterifikasi yang membiarkan asam bebas secara fungsional untuk pembuatan resin alkid yang dapat diencerkan dengan air. DMPA dapat meningkatkan kualitas yang lebih baik, namun produk ini sangat mahal untuk industri resin alkid (Deligny, 2000).



Gambar II.15 Struktur *Dimethylolpropioic Acid* (DMPA)
Sumber : Deligny, 2000

2.2.3.6 Asam Dimer

Adanya asam dimer pada anhidrida jenis ini dapat meningkatkan fleksibilitasnya pada resin. Namun karena harganya yang mahal hanya sedikit saja yang menggunakannya. Ini sangat cocok digunakan pada poliamida untuk perekat dan curing agent untuk *epoxy* (Deligny, 2000).



Gambar II.16 Struktur *Dimer Acid*
Sumber : Deligny, 2000

2.3 Proses Pembuatan Resin Alkid

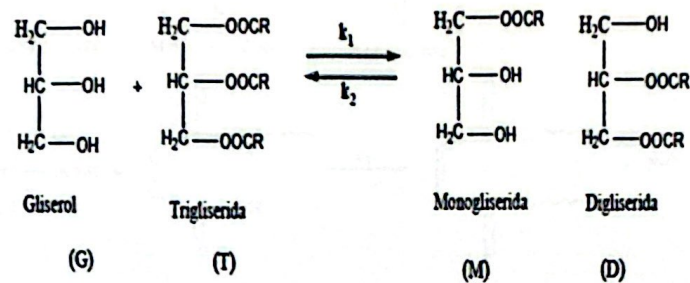
Proses pembuatan resin alkid yang menggunakan metode 2 tahap melalui proses alkoholisis dan proses esterifikasi.

2.3.1 Proses Alkoholisis

Pada proses ini minyak dan *polyols* dicampur dan dipanaskan antara 240°C-270°C dengan menggunakan katalis yang umumnya bersifat basa (NaOH, KOH, LiOH) atau bisa juga tanpa katalis tetapi reaksi yang dilakukan pada suhu 270°C (Deligny, 2000). Jumlah penggunaan katalis sekitar 0,01%-0,05% dari kandungan minyak yang direaksikan. Semakin banyaknya katalis dapat menyebabkan warna resin alkid menjadi lebih gelap, dapat mengurangi resistansi terhadap air dan alkali (Nway, 2008)

Dari proses alkoholisis diperoleh monogliserida. Monogliserida yang diperoleh sebenarnya adalah campuran monoester, diester, triester, dan gliserol.

Secara umum tidak mengandung lebih dari 40% monogliserida terlepas dari kondisi reaksi, hal ini cukup untuk menghomogenkan media reaksi dan memungkinkan untuk melanjutkan proses tahap kedua (Deligny,2000).



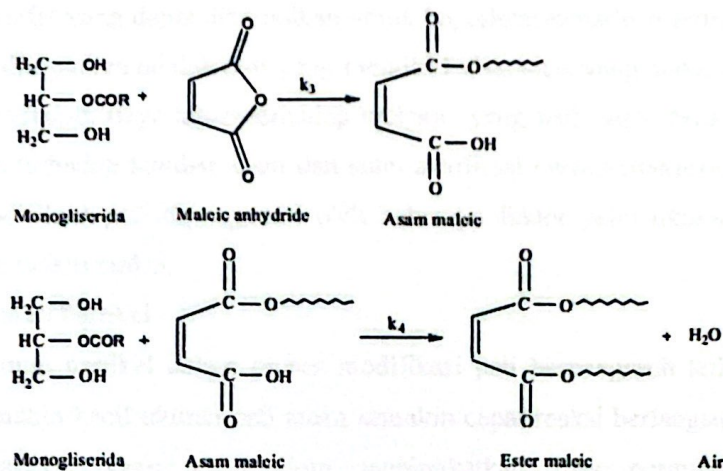
Gambar II.17Reaksi Alkoholisis

Sumber : Heriyanto,2011

Reaksi alkoholisis paling baik dilakukan pada suhu sekitar 240°C-250°C karena pada suhu ini terjadi peningkatan solubilitas yang akan meningkatkan kontak antara gliserol dan trigliserida sehingga dapat meningkatkan terbentuknya produk yaitu monogliserida. Reaksi alkoholisis sangat berpengaruh dalam produk resin alkid, jika reaksi alkoholisis berhasil memperoleh monogliserida maka resin alkid yang dihasilkan akan berantai linier, sedangkan jika gagal resin alkid yang dihasilkan akan cepat keras atau ikatan polimernya adalah *crosslink* atau ikatan silang (Jayanudin, 2011).

2.3.2 Proses Esterifikasi

Setelah melalui proses alkoholisis, suhu reaksi diturunkan kemudian asam polibasa (misalnya maleat anhidrida) dimasukkan ke dalam monogliserida. Fase ini umumnya berlangsung 2-4 jam pada suhu reaksi. Pada reaksi esterifikasi semakin lama waktu reaksi maka semakin kental campuran tersebut (Nway, 2008). Suhu yang digunakan pada proses esterifikasi lebih rendah dibandingkan suhu alkoholisis, umumnya berkisar 200°C-240°C. Namun karena titik didih maleat anhidrida ada pada 202°C maka proses dilakukan tidak lebih dari suhu 200°C (Jayanudin,2011).



Gambar II.18 Reaksi Esterifikasi
Sumber : Jayanudin,2011

2.4 Pati Jagung

Pati merupakan senyawa polisakarida yang terdiri dari ikatan monosakarida yang berikatan melalui ikatan oksigen. Monomer dari pati adalah glukosa yang berikatan dengan α -glikosidik, yaitu ikatan kimia yang menggabungkan 2 molekul monosakarida yang berikatan kovalen terhadap sesamanya. Pati banyak terdapat pada tumbuhan terutama pada biji-bijian, umbi-umbian. Berbagai macam pati tidak sama sifatnya, tergantung dari panjang rantai atom karbonnya, serta lurus atau bercabang. Dalam bentuk aslinya secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula (Winarno,2004).

Pati merupakan zat tepung dari karbohidrat suatu polimer senyawa glukosa yang tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti, protein dan lemak. Umumnya pati mengandung 15%-30% amilosa, 70%-85% amilopektin dan 5%-10% material antara. Struktur dan jenis material antara tiap sumber pati berbeda tergantung sifat-sifat botani sumber pati tersebut (Winarno,2004).

2.4.1 Faktor Modifikasi Pati

Modifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah mengalami perubahan dengan reaksi kimia yang dapat berupa esterifikasi, eterifikasi, atau oksidasi (Flenche, 1985). Pati yang telah termodifikasi akan mengalami

perubahan sifat yang dapat disesuaikan untuk keperluan-keperluan tertentu. Sifat-sifat yang diinginkan adalah pati yang memiliki viskositas yang stabil pada suhu tinggi dan rendah, daya tahan terhadap mekanis yang baik serta daya pengental yang tahan terhadap kondisi asam dan suhu sterilisasi (Wirakartakusuma, 1989). Proses modifikasi pati dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ukuran partikel, temperatur, waktu reaksi.

1. Ukuran Partikel

Ukuran partikel dalam proses modifikasi pati berpengaruh terhadap laju reaksi. Semakin kecil ukuran pati maka semakin cepat reaksi berlangsung karena ukuran partikel yang kecil akan meningkatkan luas permukaan serta meningkatkan kelarutan dalam air (Saraswati, 1982).

2. Temperatur

Secara umum temperatur berhubungan dengan laju reaksi. Makin tinggi temperatur, maka reaksi akan berlangsung lebih cepat. Hal ini disebabkan konstanta laju reaksi meningkat dengan meningkatnya temperatur operasi (Winarno, 2004).

3. Waktu reaksi

Waktu reaksi berpengaruh terhadap tekstur pati yang dihasilkan. Waktu reaksi yang terlalu cepat mengakibatkan reaksi belum berjalan sempurna sedangkan jika waktu reaksi terlalu lama mengakibatkan tekstur yang kasar akibat dinding sel pati yang pecah sehingga terjadi pelubangan dari granula pati termodifikasi, hal ini menyebabkan permukaan yang tidak rata (Winarno, 2004).

4. Kombinasi faktor

Demikian halnya untuk proses lain yang menggunakan bahan kimia untuk proses modifikasi, optimasi proses dan produk dapat dilakukan. Kombinasi beberapa faktor yang memengaruhi parameter dalam modifikasi pati dapat digunakan untuk menghasilkan karakteristik fisika kimia tertentu dari pati termodifikasi.

2.4.2 Macam-macam Modifikasi Pati

Perlakuan modifikasi pati ini dapat mencakup penggunaan panas, asam, alkali, zat pengoksidasi atau bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus

kimia baru dan atau perubahan bentuk, ukuran serta struktur molekul pati. Pati dapat dimodifikasi melalui cara hidrolisis, oksidasi, *cross-linking* atau *cross* dan substitusi (Koswara, 2009). Berikut macam-macam modifikasi pati:

1. Pati Termodifikasi Asam

Pati termodifikasi asam dibuat dengan menghidrolisis pati dengan asam dibawah suhu gelatinisasi, pada suhu sekitar 52°C. sehingga ukuran molekul menjadi lebih rendah dan meningkatkan kecenderungan pasta untuk dapat membentuk gel.

2. Pati Termodifikasi Hidrolisis Enzim

Pati termodifikasi ini dibuat dengan menghidrolisis enzim. Sehingga akan memecah rantai pada pati baik amilosa maupun amilopektin.

3. Pati Termodifikasi dengan Ikatan Silang

Pati termodifikasi ini dibuat dengan cara mereaksikan pati dengan polifungsional seperti sodium trimetaphosphate, phosphorus oxychloride, epichlorohydrin sehingga dapat membentuk ikatan silang pada molekul pati. Karakteristik dari pati *cross-linking* adalah suhu gelatinisasi pati menjadi meningkat, pati tahan pada pH rendah dan pengadukan (Miyazaki, 2006).

4. Pati Termodifikasi dengan Oksidasi

Pati dapat dioksidasi dengan aktivitas dari beberapa zat pengoksidasi dalam suasana asam, netral atau larutan alkali. Penurunan viskositas pati karena proses oksidasi akan menyebabkan produk lebih mudah dioksidasi lagi menjadi turunannya (derivatnya) dan pengaruh yang sama dapat dihasilkan dari oksidasi derivat pati atau menderivatkan pati teroksidasi.

5. Pati Termodifikasi secara Substitusi

Pati yang termodifikasi dengan cara substitusi akan menghasilkan pati tersubstitusi. Pati ini dibuat dari pati dalam bentuk granula dan substitusi tingkat rendah akan menginterupsi secara linier, mencegah retrogradasi, meningkatkan *water binding capacity*, menurunkan suhu gelatinasi dan mengubah kejernihan pasta. Terdapat 2 kelompok dalam pati tersubstitusi, yang didasarkan pada senyawa yang mensubstitusinya yaitu pati ester (pati asetat, pati phosphate, dan

pati sukinat) dan pati eter yang meliputi *carboxy methyl starch* dan *hydroxyl propyl starch*.

2.5 Karakterisasi Resin Alkid

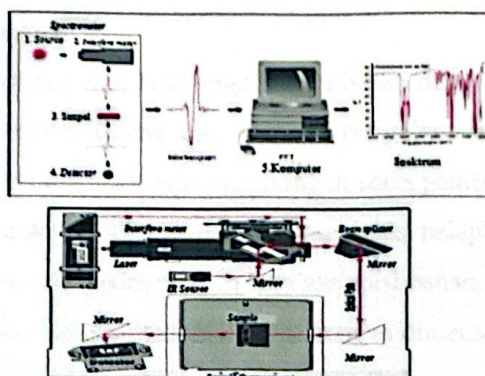
2.5.1 *Fourier Transform InfraRed* (FTIR)

FTIR merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi struktur dari senyawa organik ataupun anorganik. FTIR juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi bahan kimia dari polimer, cat, obat-obatan dan lainnya. Terdapat banyak jenis inframerah tetapi FTIR yang paling sering digunakan (Smith, 2011).

Fourier transform infrared (FTIR) pengembangan dari spektrofotometer inframerah dispersi, dimana pada spektrofotometer inframerah dispersi interferensi radiasi antara dua *beams* balok untuk menghasilkan interferogram. Pada FTIR dua domain jarak dan frekuensi dapat dipertukarkan dengan metode matematis transformasi *fourier*. Radiasi yang muncul dari sumber dilewatkan melalui interferometer ke sampel sebelum mencapai detektor. Setelah amplifikasi sinyal, dimana kontribusi frekuensi tinggi telah dihilangkan oleh filter, data dikonversi ke bentuk digital oleh converter *analog-digital* dan ditransfer ke komputer untuk transformasi *fourier*. Secara keseluruhan, analisis menggunakan spektrofotometer FTIR memiliki dua kelebihan dibandingkan spektrofotometer inframerah jenis disperse yaitu (Stuart, 2004):

- 1) Dapat digunakan pada semua frekuensi dari sumber cahaya simultan sehingga analisis dapat dilakukan lebih cepat.
- 2) Sensitivitas dari metoda FTIR lebih besar daripada cara dispersi, sebab radiasi yang masuk ke sistem detektor lebih banyak karena tanpa harus melalui celah.

Penetapan secara kualitatif dapat dilakukan dengan membandingkan tinggi *peak* (transmitansi) pada panjang gelombang tertentu yang dihasilkan oleh zat yang diuji dan zat yang standar. Dalam ilmu material analisa ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidak suatu reaksi atau interaksi antara bahan-bahan yang dicampurkan. Selain itu nilai intensitas gugus yang terdeteksi dapat menentukan jumlah bahan yang bereaksi atau yang terkandung dalam suatu campuran (Sitorus, 2010).



Gambar II.19 Instrumen *Fourier Transform InfraRed* (FTIR)

Sumber: Thermo Nicolet Corporation, 2011

Dalam spektroskopi FTIR, frekuensi dinyatakan dalam bilangan gelombang (*wavenumber*) dengan satuan bilangan gelombang adalah persentimeter ($1/\text{cm}$ atau cm^{-1}). Gugus fungsi untuk komponen yang mengandung senyawa oksigen ada pada tabel II.4.

Tabel II.4 Gugus Fungsi Mengandung Oksigen

Panjang Gelombang (Cm^{-1})	Keterangan
Alkohol dan Fenol	
3600	O-H Alkohol
3550-3500	O-H Fenol
1300-1000	C-O
Eter	
1100	C-O-C
Aldehid dan Keton	
2900-2700	C-H Aldehid
1740-1720	C=O Alifatik
1730-1700	C=O Alifatik
1720-1680	C=O Aromatik
1700-1680	C=O Aromatik
Ester	
1750-1730	C=O Alifatik
1730-1705	C=O Aromatik
1310-1250	C-O Aromatik
1300-1100	C-O Alifatik
Asam Karboksilat	
3300-2500	O-H
1700	C=O
1430	C-O-H
1240	C-O
930	C-O-H
Anhidrida	
1840-1800	C=O
1780-1740	C=O
1300-1100	C-O

Sumber: Stuart, 2004

2.5.2 Sifat Kekeringan

Untuk mengetahui sifat kekeringan suatu bahan dapat melalui cara melihat ketebalannya pada suatu bahan uji. Metode pengujian ini digunakan untuk menentukan berbagai tahap dan laju pengeringan serta pembentukan film pelapis organik yang bertujuan untuk membandingkan jenis pelapisan atau perubahan bahan. Uji kekeringan dilakukan dengan cara melapisi bahan yang akan diuji pada panel kaca bersih atau bidang khusus lainnya dengan dimensi yang sesuai. Bahan yang akan diuji bisa diaplikasikan pada bidang uji dengan cara disemprotkan, dilapisi, disikat dan dialirkan (ASTM D1640). Ketebalan film dari berbagai bahan uji dapat dilihat pada tabel II.5.

Tabel II.5 Rekomendasi Ketebalan Film dari Bahan Uji

Material	Ketebalan film kering
Minyak Kering	1,25 ± 0,25 mil
Pernis	1 ± 0,1 mil
<i>Lacquer</i>	0,5 ± 0,1 mil
Resin	0,5 ± 0,1 mil
Cat Halus	1,5 ± 0,25 mil
Cat Minyak	1,8 ± 0,2 mil
Cat Air	1,1 ± 0,1 mil

Sumber: ASTM D1640

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK), Jl Balai Kimia No.1, Pekayon, Pasar Rebo Jakarta Timur padaperiode Juli 2018 sampai Mei 2019.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

1. Gelas kimia 250, 500, 1000 mL
2. Gelas ukur 50 mL
3. Neraca Analitik
4. Spatula
5. Batang Pengaduk
6. Botol Sampel 100 mL
7. Reaktor Parr 4533 kapasitas 1 L
8. Oven WTC Binder
9. Aluminium Foil
10. Cawan Petri
11. Papan Triplek ukuran 5x8 cm
12. Alat uji Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)
13. Pensil dengan ketebalan 6H, HB, B dan 2B

3.2.2 Bahan

1. *Refined, Bleached and Deodorized* (RBD) minyak kedelai dari Kimia Farma
2. Gliserol dari PT. Wilmar Nabati Indonesia
3. Maleat anhidrida untuk sintesis dari Merck
4. CaO dari Merck
5. Pati Jagung
6. Etanol
7. Gas Nitrogen dari PT. Manunggal

3.3 Variabel

3.3.1 Variabel Tetap

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

1. Persentase bahan baku yang digunakan adalah minyak kedelai 60% dari berat total (180 gram), gliserol dari 18% berat total (54 gram), maleat anhidrida dari 22% berat total (66 gram), CaO 0,1% dari minyak kedelai
2. Suhu proses esterifikasi pembuatan resin alkid sebesar 180°C.
3. Waktu proses esterifikasi pembuatan resin alkid selama 3 jam.

3.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang divariasikan selama penelitian ini berlangsung. Variabel bebas memiliki fungsi utama sebagai acuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel lain. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel dari proses alkoholisis dan perbandingan berat resin alkid dengan pati jagung. Matriks penelitian waktu dan temperatur proses alkoholisis dapat dilihat pada Tabel III.1.

Tabel III.1 Waktu dan Temperatur Proses Alkoholisis

Sampel	Waktu	Temperatur
1	3 jam	250°C
2	4 jam	250°C
3	3 jam	240°C

Setelah melalui tahap alkoholisis, sampel diuji kelarutannya untuk mengetahui ada atau tidaknya kandungan monogliserida pada sampel tersebut. Dari hasil uji kelarutan sampel yang terbaik diambil untuk di proses selanjutnya melalui proses esterifikasi.

Setelah proses esterifikasi dilakukan didapatkan resin alkid. Resin alkid selanjutnya dicampur dengan pati jagung. Pencampuran pati jagung dengan resinalkid dibuat berdasarkan berat massanya. Variasi berat resin alkid dan pati jagung bertujuan untuk mengetahui waktu kering dan tingkat kekerasan yang terbaik. Matriks penelitian variasi perbandingan resin alkid dan pati jagung dapat dilihat pada tabel III.2.

Tabel III.2 Variasi Perbandingan Resin Alkid dan Pati Jagung

Sampel	Perbandingan Resin Alkid: Pati Jagung (gram)
1	1:0
2	1:1
3	2:1
4	3:1
5	1:2

3.4 Prosedur Penelitian

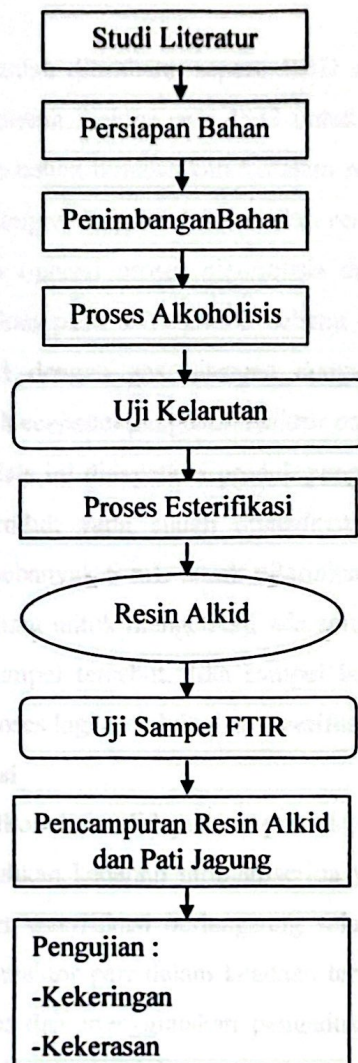
Pada penelitian ini proses pembuatan dan modifikasi resin alkid melalui beberapa tahap proses yaitu persiapan bahan baku, penimbangan bahan baku, proses alkoholisis, uji kelarutan monogliserida, proses esterifikasi, proses pencampuran resin alkid dan pati jagung, dan pengujian serta karakterisasi. Resin alkid dibuat sebanyak 300 gram dari berat total keseluruhan. Pembuatan resin alkid menggunakan reaktor parr 4533 dengan kapasitas 1 L yang dilengkapi dengan pemanas, pipa aliran gas, dan pengaduk. Berikut Gambar III.1 Skema pembuatan sintesis resin alkid dengan modifikasi pati jagung.



Gambar III.1 Skema Pembuatan dan Modifikasi Resin Alkid dengan Pati Jagung

3.4.1 Persiapan Bahan

Pada proses sintesis alkid dengan dua prekursor bahan baku, yaitu 500 gram pati jagung dan 500 gram resin alkid, maka dibutuhkan bahan baku untuk proses alkoholisis dengan menggunakan reaktor parr 4533 dengan kapasitas 1 L yang dilengkapi dengan pemanas, pipa aliran gas, dan pengaduk. Berikut Gambar III.1 Skema pembuatan sintesis resin alkid dengan modifikasi pati jagung.



Gambar III.1 Skema Pembuatan Sintesis Resin Alkid dengan Modifikasi Pati

3.4.1 Persiapan bahan

Pembuatan resin alkid dimulai dari persiapan bahan baku. Setelah bahan baku sudah siap, kemudian bahan baku ditimbang. Bahan baku untuk proses ditimbang dengan menggunakan neraca analitik seperti RBD minyak kedelai 180 gram, gliserol 54 gram, maleat anhidrida 66 gram, CaO sebagai katalis 0,1% dari minyak kedelai.

3.4.2 Proses Alkoholisis

Bahan baku yang sudah ditimbang seperti RBD minyak kedelai, gliserol, dan CaO dimasukkan kedalam reaktor parr 4533 untuk di proses melalui tahap alkoholisis. Setelah bahan-bahan dimasukkan kedalam reaktor, kemudian reaktor ditutup dan hubungkan dengan stop kontak. Setelah reaktor parr 4533 menyala kemudian *setting* kondisi operasi proses alkoholisis dan alirkan gas nitrogen. Proses alkoholisis dilakukan pada suhu 240°C selama 3 jam. Pada saat proses reaktor parr 4533 dialiri dengan gas nitrogen dengan kondisi tertutup dan menggunakan pengaduk. Kecepatan pengaduk reaktor parr 4533 sebesar 100 rpm Hasil dari proses alkoholisis ini didapatkan produk yang akan diuji kelarutannya menggunakan etanol. Produk yang sudah dihasilkan dari proses alkoholisis diambil sebagai sampel sebanyak 5 mL untuk dilarutkan dengan etanol. Sampel yang dilarutkan ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya monogliserida yang terkandung pada sampel tersebut. Jika sampel larut dengan etanol maka produk tersebut akan diproses lagi melalui tahap esterifikasi.

3.4.3 Proses Esterifikasi

Setelah proses alkoholisis didapatkan produk berupa monogliserida. Maleat anhidrida ditambahkan kedalam monogliserida yang sudah dibuat untuk proses esterifikasi. Proses esterifikasi berlangsung selama 3 jam dengan suhu 180°C. Pada saat proses reaktor parr dalam keadaan tertutup rapat, gas nitrogen dialirkan kedalam reaktor dan menggunakan pengaduk dengan kecepatan 100 rpm. Setelah proses esterifikasi selesai didapatkan produk berupa resin alkid.

3.4.4 Tahap Pencampuran Resin Alkid dan Pati Jagung

Setelah produk resin alkid terbentuk, tahap selanjutnya yaitu pencampuran dengan pati jagung. Resin Alkid dicampur dengan pati jagung menurut perbandingan berat massanya. Variasi perbandingan berat massa dalam gram yang dibuat yaitu 1:0,1:1,2:1,3:1, dan 1:2. Pada saat pencampuran resin alkid dan pati jagung diaduk kemudian dimasukan kedalam oven selama 15 menit dengan suhu 60°C.

3.5 Tahap Pengujian atau Karakterisasi

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dan analisa gugus fungsi dari resin alkid yang dibuat. Pengujian yang dilakukan antara lain analisa gugus fungsi, waktu kering dan kekerasannya.

3.5.1 Analisa Gugus Fungsi

Analisa gugus fungsi resin alkiddilakukan dengan menggunakan alat FTIR. Resin alkid yang sudah dibuat diambil sampel untuk dilakukan pengujian. Sampel tersebut diletakan diatas sensor FTIR kemudian alat detektor akan menyentuh sampel yang berada diatas sensor. Hasil analisa gugus fungsi akan terbaca melalui komputer.

3.5.2 Pengujian kekeringan

Pengujian kekeringan resin alkiddilakukan dengan sederhana menggunakan media papan triplek. Pengujian ini berdasarkan ASTM D1640. Resin alkid yang sudah dicampur dengan pati sesuai perbandingannya dioleskan ke media papan triplek setelah itu dilihat waktu keringnya.

3.5.3 Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan secara sederhana dengan menggunakan media papan triplek dan pensil dengan kekerasan 6H, HB, B dan 2B merk Faber Castel sebagai alat uji kekerasan. Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan dari masing-masing sampel alkid yang sudah dimodifikasi pati jagung. Pensil tersebut digunakan sebagai alat untuk menggores lapisan resin. Sampel tersebut dioleskan pada media papan triplek dan dikeringkan. Setelah kering, sampel tersebut digores menggunakan pensil dengan kekerasan 6H, HB, B dan 2B dengan kemiringan 45°. Penggoresan dimulai dengan menggunakan pensil yang tingkat kekerasannya paling tinggi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Resin alkid yang telah dihasilkan pada penelitian ini dibentuk dengan mereaksikan monogliserida dengan maleat anhidrida yang kemudian dimodifikasi dengan pati jagung untuk melihat waktu keringnya. Resin alkid yang dibuat melalui dua tahap proses yaitu proses alkoholisis dan esterifikasi. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji kelarutan monogliserida, analisis gugus fungsi, uji kekeringan, dan uji kekerasan.

4.1 Uji Kelarutan Monogliserida

Pembuatan monogliserida melalui proses alkoholisis dimana proses ini dilakukan sebelum proses esterifikasi. Produk alkoholisis dilakukan dengan mereaksikan gliserol, minyak kedelai dan katalis CaO. Bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam reaktor parr 4533 dengan mengalirkan gas N₂ yang dilengkapi pengaduk. Kecepatan pengaduk diatur sebesar 100 rpm. Proses alkoholisis dibuat dengan variasi yang berbeda-beda karena untuk mendapatkan monogliserida yang terbaik. Setelah proses alkoholisis dilakukan didapatkan produk yang akan diuji kelarutannya untuk melihat apakah monogliserida berhasil terbentuk atau tidak. Produk dari proses alkoholisis harus diuji kelarutannya sebelum diproses lagi dengan maleat anhidrida melalui proses esterifikasi. Monogliserida dicek kelarutannya dengan pelarut polar karena monogliserida bersifat polar. Pelarut yang digunakan untuk menguji monogliserida pada penelitian kali ini yaitu etanol. Uji kelarutan monogliserida bertujuan untuk mengetahui larut atau tidaknya monogliserida yang dibuat dengan etanol dan mengetahui kondisi operasi yang optimum pada proses alkoholisis.

Tabel IV.1 Hasil Uji Kelarutan Sampel Alkoholisis

Sampel	Temperatur (°C)	Waktu (jam)	Warna	Kelarutan dalam etanol
1	250	3	Kuning kecokelatan	Tidak larut
2	250	4	Cokelat	Larut
3	240	3	Kuning	Larut

Berdasarkan tabel IV.1 menunjukkan sifat kelarutan dan warna produk dari masing-masing kondisi operasi proses alkoholisis. Sampel 1 yang dibuat melalui proses alkoholisis selama 3 jam dengan temperatur 250°C menghasilkan warna kuning kecokelatan, hal ini terjadi karena kondisi temperatur yang terlalu tinggi. Dan hasil uji kelarutan produk 1 adalah tidak larut saat diuji dalam etanol. Sampel 2 yang dibuat melalui proses alkoholisis selama 4 jam dengan temperatur 250°C menghasilkan warna cokelat, hal ini terjadi karena kondisi temperatur yang terlalu tinggi dan waktu yang terlalu lama. Hasil uji kelarutan sampel 2 adalah larut saat diuji dalam etanol. Sedangkan pada sampel 3, dimana proses alkoholisis berlangsung selama 3 jam dengan temperatur 240°C menghasilkan warna kuning dan larut saat diuji dengan etanol. Pengujian kelarutan monogliserida dengan etanol sangat berpengaruh dengan proses yang akan dilakukan selanjutnya, karena warna dan kelarutan akan mempengaruhi resin alkid yang akan dihasilkan.

Reaksi alkoholisis bersifat *reversible* oleh karenanya hasil dari proses alkoholisis bukan hanya monogliserida, tetapi didapat juga digliserida dan trigliserida. Resin alkid yang diperoleh dari monogliserida akan memiliki rantai linier sedangkan resin alkid dari digliserida dan trigliserida akan membentuk resin alkid bercabang yang dapat membentuk *crosslink*. Ikatan *crosslink* ini yang dapat membuat resin alkid menjadi cepat mengeras (Jayanudin, 2011). Karena resin alkid yang dihasilkan diharapkan tidak berwarna gelap, maka hasil alkoholisis yang akan digunakan untuk membuat resin alkid sebaiknya tidak berwarna gelap dan keruh. Hal ini dapat diperoleh dengan mengatur temperatur dan waktu proses alkoholisis.

Kondisi optimum reaksi alkoholisis untuk pembuatan monogliserida adalah selama 3 jam dengan temperatur 240°C (sampel 3). Sampel 3 dari proses alkoholisis adalah sampel yang dipakai untuk diproses lagi melalui tahap esterifikasi. Setelah proses alkoholisis selesai dilakukan temperatur proses diturunkan dan maleat anhidrida dimasukkan kedalam reaktor bersama dengan monogliserida. Tahap esterifikasi dilakukan pada temperatur 180°C selama 3 jam. Temperatur yang digunakan pada proses esterifikasi lebih rendah dibandingkan temperatur alkoholisis, umumnya berkisar 200°C-240°C. Namun

karena titik didih maleat anhidrida ada pada 202°C maka proses dilakukan tidak lebih dari suhu 200°C (Jayanudin,2011).

Pada reaksi esterifikasi semakin lama waktu reaksi maka semakin kental campuran tersebut (Nway, 2008). Tetapi jika proses terlalu lama juga dapat menyebabkan campuran tersebut mengeras dan menempel didalam reaktor. Oleh karena itu umumnya reaksi esterifikasi dilakukan selama 2-4 jam. Setelah proses esterifikasi selesai dilakukan maka didapatkan produk berupa resin alkid. Hasil esterifikasi dapat dilihat pada tabel IV.2.

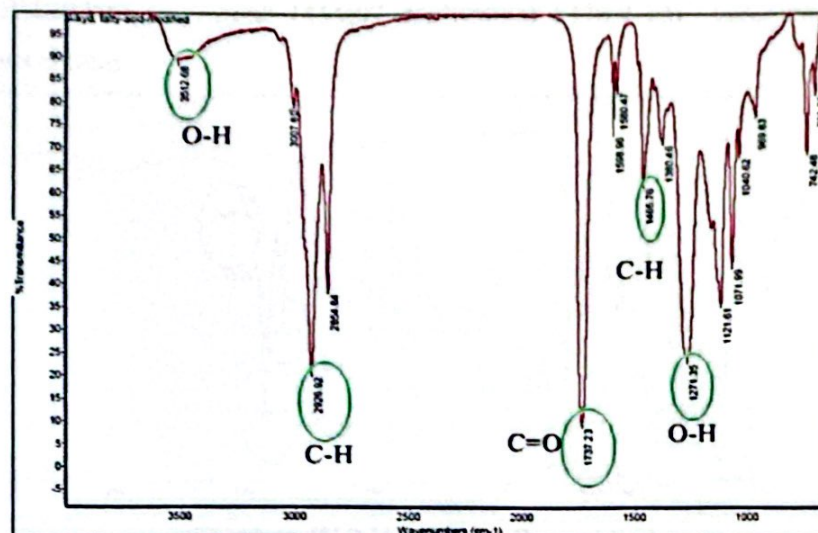
Tabel IV.2 Hasil Reaksi Esterifikasi

Temperatur(°C)	Waktu (Jam)	Produk (gram)		Hasil Samping (gram)
		Resin Alkid	Padatan	
180	3	285,43	10,55	1,85

Berdasarkan tabel IV.2 resin alkid menghasilkan produk utama dan hasil samping. Produk utama tersebut berupa resin alkid dan hasil sampingnya berupa air. Produk utama dibedakan menjadi dua yaitu resin alkid dan padatan. Padatan yang terbentuk menempel pada dinding-dinding reaktor dan pengaduk reaktor. Terbentuknya padatan ini kemungkinan karena waktu proses esterifikasi yang terlalu lama atau adanya senyawa digliserida dan trigliserida yang terbentuk dari proses alkoholisis sehingga menyebabkan resin alkid tersebut menjadi cepat mengeras. Resin alkid yang mengeras akan membentuk padatan yang menempel pada reaktor sehingga dapat mengganggu proses. Jadi dapat disimpulkan bahwa kondisi waktu dan temperatur proses alkoholisis dan esterifikasi sangat berpengaruh pada resin alkid yang dihasilkan

4.2 Analisa Gugus Fungsi Resin Alkid

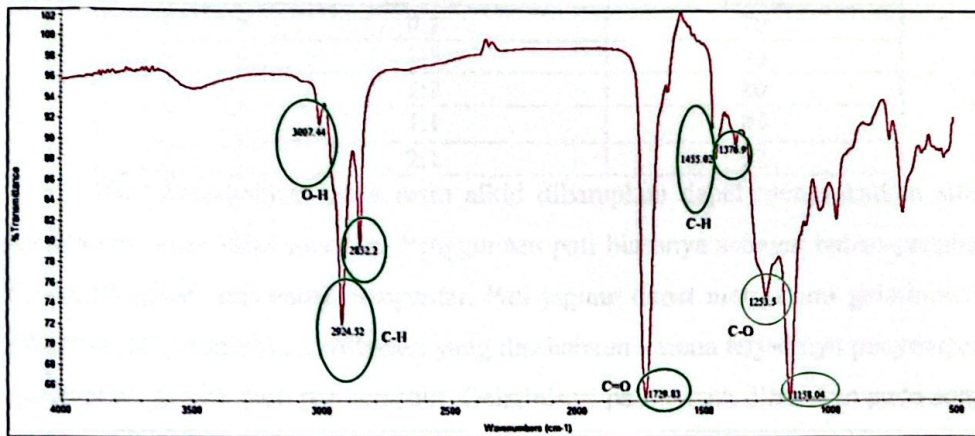
Analisa gugus fungsi pembuatan resin alkid pada penelitian ini menggunakan alat *Fourier Transform InfraRed* (FTIR). Pada analisa gugus fungsi bertujuan untuk melihat hasil gugus fungsi resin alkid yang dibuat memiliki kesamaan atau tidak dengan resin alkid modifikasi standar. Hasil spektrum FTIR resin alkid modifikasi standar didapatkan dari *databelaboratorium* Teknik Kimia Polimer. Hasil FTIR resin alkid standar dapat dilihat pada gambar IV.1.



Gambar IV.1 Hasil FTIR Resin Alkid Standar

Hasil analisa gugus fungsi dari resin alkid standar menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform InfraRed* (FTIR), diperoleh spektrum FTIR yang menunjukkan puncak atau *peak* yang teridentifikasi oleh alat terlihat pada *peak* bilangan gelombang antara antara $3512,68\text{cm}^{-1}$ sampai $3007,80\text{ cm}^{-1}$ merupakan tipe senyawa fenol dengan ikatan O-H yang memiliki intensitas yang berubah-ubah, lalu pada bilangan gelombang antara $2926,22\text{cm}^{-1}$ sampai $2854,84\text{cm}^{-1}$ merupakan tipe senyawa aldehyd yang memiliki ikatan C-H. Pada bilangan gelombang $1737,23\text{cm}^{-1}$ merupakan tipe senyawa ester yang memiliki ikatan C=O dengan intensitas ikatan yang kuat. Kemudian tipe senyawa alkana muncul kembali pada *peak* $1456,76\text{cm}^{-1}$. Tipe senyawa anhidrida mulai muncul pada bilangan gelombang $1271,35\text{cm}^{-1}$ dengan ikatan C-O. Hasil FTIR resin alkid yang dibuat diharapkan dapat memiliki kemiripan dengan resin alkid modifikasi standar Hasil analisa gugus fungsi untuk resin alkid dapat dilihat pada gambar IV.2. Dari gambar IV.2 menunjukan bahwa resin alkid memiliki kemiripan gugus fungsi dengan resin alkid standar. Hal ini bisa dilihat dari *peak* $3007,44\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan ikatan O-H, kemudian $2924,52\text{cm}^{-1}$ sampai $2852,2\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukan adanya ikatan C-H yang merupakan tipe senyawa aldehyd. Tipe senyawa ester muncul pada *peak* $1729,83\text{ cm}^{-1}$ dengan ikatan C=O. Ikatan C-H

muncul kembali pada *peak* $1455,02\text{ cm}^{-1}$ sampai $1376,9\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan senyawa alkana.



Gambar IV.2 Hasil FTIR Resin Alkid

Selain itu kemiripan lain digambarkan pada tipe senyawa anhidrida pada panjang gelombang $1253,5\text{ cm}^{-1}$ dengan gugus fungsi C-O. Untuk mempermudah melihat perbandingan antara resin alkid modifikasi standar dengan resin alkid yang dibuat dapat dilihat pada tabel IV.3.

Tabel IV.3 Data Hasil Uji Analisa Gugus Fungsi dengan FTIR

Gugus Fungsi	Panjang Gelombang (cm ⁻¹)	
	Resin Alkid Standar pada Database	Resin Alkid Dibuat
O-H Asam Karboksilat	3512,68	3007,44
C-H Adehyd	2926,22	2924,52
C=O Ester	1737,23	1729,83
C-H Alkana	1456,76	1455,02
C-O Anhidrida	1271,35	1253,5

4.3 Uji Kekeringan

Selain hasil analisa gugus fungsi yang digunakan untuk membandingkan resin alkid standar dan modifikasi resin alkid, hasil uji kering juga digunakan untuk melihat sifat fisik resin alkid standar dan resin alkid modifikasi pati jagung. Pengujian kekeringan ini bertujuan untuk mengetahui komposisi perbandingan optimum resin alkid dan pati jagung terhadap waktu pengeringan. Uji kekeringan yang dilakukan tidak menggunakan *dryer*, atau hanya murni resin alkid dengan pati jagung. Hasil uji kering dapat dilihat pada tabel IV.4.

Tabel IV.4 Hasil Uji Kering Resin Alkid

Sampel	Pati Jagung : Resin Alkid (gram)	Waktu Pengeringan (jam)
1	0:1	70
2	1:3	76
3	1:2	80
4	1:1	84
5	2:1	92

Pati ditambahkan pada resin alkid diharapkan dapat meningkatkan sifat kekeringan resin alkid tersebut. Penggunaan pati biasanya sebagai bahan pengisi, bahan pengikat, dan bahan pengental. Pati jagung dapat mengalami gelatinisasi. Gelatinisasi merupakan perubahan yang disebabkan karena terjadinya penyerapan air yang dilakukan oleh pati tersebut. Gelatinisasi paling baik dilakukan pada suhu sekitar 55-65°C karena pada suhu tersebut pati dapat menyerap kadar air hingga 30% dan terjadi pembengkakan maksimum. Pada saat terjadi pembengkakan maksimum molekul pati akan membentuk jaringan sehingga terbentuk gel (Harsojuwono, 2015). Jika terjadinya peningkatan viskositas maka diharapkan dapat meningkatkan sifat keringnya juga. Berdasarkan tabel IV.4 sampel 1 mengalami waktu pengeringan yang paling cepat dibandingkan sampel yang lainnya dengan waktu 70 jam. Sedangkan sampel 5 mengalami waktu pengeringan paling lama dengan waktu 92 jam. Pada sampel 4 dimana pati jagung ditambahkan ke resin alkid dengan perbandingan 1:1 resin alkid tersebut mengalami waktu pengeringan lebih lama dibandingkan resin alkid murni yang belum tercampur pati jagung. Jika pati jagung ditambahkan menjadi dua kali lipat dari resin alkid artinya perbandingan menjadi 2:1 resin alkid tersebut waktu keringnya menjadi semakin lama. Sedangkan pada pencampuran yang jumlah resin alkid lebih banyak dibandingkan pati jagung misalnya 1:2 waktu keringnya menjadi semakin cepat. Hal ini juga terjadi pada perbandingan 1:3 dimana waktu kering resin alkid juga menjadi semakin cepat dan menjadi waktu paling cepat untuk resin alkid termodifikasi pati jagung.

4.4 Uji Kekerasan

Setelah resin alkid kering maka tahap pengujian selanjutnya yang dilakukan adalah uji kekerasan. Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan dari lapisan resin alkid. Pengujian kekerasan dilakukan dengan

menggunakan pensil 6H, HB, B dan 2B. Hasil uji kekerasan resin alkid dapat dilihat pada tabel IV.5.

Tabel IV.5 Hasil Uji Kekerasan Resin Alkid

Sampel	Pati Jagung : Resin Alkid (gram)	6H	HB	B	2B
1	0:1	-	-	+	+
2	1:3	-	-	-	+
3	1:2	-	-	+	+
4	1:1	-	-	+	+
5	1:2	+	+	+	+

Keterangan : + : tergores

- : tidak tergores

Selain sebagai bahan pengisi dan bahan pengental pati juga dapat menjadi bahan penguat. Pati mengandung amilosa dan amilopektin. Sifat keras pada pati dipengaruhi oleh amilosa, sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Penggunaan lainnya dari pati adalah untuk meningkatkan kehalusan permukaan, menambah kecerahan, dan meningkatkan kemampuan daya cetak. (Harsojuwono, 2015). Hasil uji kering resin alkid menunjukkan bahwa resin alkid murni tergores dengan ketebalan pensil 2B dan B. Pada perbandingan resin alkid terhadap pati jagung senilai 1:1 belum menunjukkan perbedaan dari resin alkid murni, artinya masih tergores dengan ketebalan pensil 2B dan B.

Pada perbandingan resin alkid terhadap pati jagung senilai 1:2 menunjukkan perbedaan yang signifikan. Resin alkid dengan perbandingan tersebut tergores dengan pensil HB, 6H, B dan 2B. Pada perbandingan resin alkid terhadap pati jagung senilai 2:1 menunjukkan bahwa resin tersebut tergores dengan pensil ketebalan 2B dan B. Artinya pada perbandingan tersebut pati jagung belum mempengaruhi kekerasan pada resin alkid. Sedangkan pada perbandingan resin alkid terhadap pati jagung senilai 3:1 resin alkid hanya tergores oleh pensil dengan ketebalan 2B.

Jadi dapat disimpulkan bahwa pati jagung dapat mempengaruhi sifat kekerasan pada resin alkid. Artinya sifat kekerasan pada resin alkid baru meningkat pada perbandingan 3:1 resin alkid terhadap pati jagung. Tetapi hasil uji kekerasan ini tidak bisa dijadikan acuan karena tidak sesuai dengan ASTM D 3363-05.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Resin alkid yang dibuat mempunyai kemiripan gugus fungsi dengan resin alkid standar. Kemiripan tersebut dapat dilihat dari adanya gugus fungsi asam karboksilat, aldehyd, ester, alkana dan anhidrida.
2. Penambahan pati jagung dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan resin alkidnya membuat resin alkid tersebut menjadi semakin lama waktu keringnya. Waktu kering paling cepat dari resin alkid termodifikasi pati jagung ada pada perbandingan 3:1 selama 76 jam.
3. Penambahan pati jagung dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan resin alkidnya membuat kekerasan resin alkid menjadi semakin menurun. Hasil dari uji kekerasan menunjukkan bahwa resin alkid termodifikasi pati jagung dengan perbandingan 3:1 memiliki kekerasan yang paling baik.

5.2 Saran.

1. Melakukan pengujian FTIR dan *Gas Chromatography* agar dapat membedakan senyawa yang dihasilkan proses alkoholisis.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian-pengujian lainnya untuk mengetahui karakteristik pada resin alkid termodifikasi pati jagung selain dari tingkat kekerasan dan waktu keringnya.
3. Bisa menggunakan jenis pati lain untuk mengetahui karakteristik resin alkid.
4. Perlu dilakukan uji kekerasan sesuai dengan standar ASTM D3363-05.

DAFTAR PUSTAKA

- Deligny, P., Tuck, N., "Alkyd and Polyester second edition volume II", Sita Technology Limited: London, 2011.
- Fisher, L., Hayward, G.R., "The Basic of Resin Technology No.10 Oil and Colour Chemist Assosiation", Wembley, 1998.
- Harsojuwono, B.A., Arnata, W.I., "Teknologi Polimer", Denpasar, 2015
- Hawley and Gessner, "Condensed Chemical Dictionary", New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1987.
- Heriyanto, H., Rochmadi., Budiman. A., "Distribusi Berat Molekul Alkid Resin Modifikasi Minyak Jagung", Cilegon: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 2011.
- Ikhuoria, E.U., Maliki, M., "Progress in Organic Coatings", Nigeria: University of Benin, 2007.
- Islam, R.Muhammad., Beg, H.D.Muhammad., Shima, S., "Development of vegetable oil based polimer", Malaysia: Fakultas Teknik Kimia dan Sumber daya, 2014
- Jayanudin., Budiman, A., Rochmadi., "Pengaruh Suhu Alkoholisis terhadap Derajat Polimerisasi Alkyd Resin Termodifikasi Minyak Jagung", Yogyakarta: Jurusan Teknik Kimia, 2011.
- Khopkar, S.M, "Konsep Dasar Kimia Analitik" (Alih bahasa A.Saptohardjo), Jakarta: UI, 2008.
- Kirk., Orthmer, "Encyclopedia of Chemical Technology", New York: Wiley-Interscience, 1985.
- Koswara, S., "Teknologi Modifikasi Pati", Semarang: Universitas Muhamadiyah Semarang 2006.
- Markham, Sitorus, "Kimia Organik Umum", Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- Megumi Miyazakia, "Recent Advances in Application of Modified Starces for Breadmaking", Elesivier Journal, 2006.
- Musa, M.Osama, "Handbook of Maleic Anhydride Based Materials Synteheses, Properties, and Applications", USA: Springer, 2016.

- Poedjiayi, A, "Dasar-Dasar Biokimia", Edisi Revisi, Jakarta: UI, 2006.
- Saraswati, "The Problems to be Solved in Starch Processing Technologies in Indonesia", Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan, 1982.
- Smith, B. C., "Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy", Taylor and Francis Group, 2011.
- Tracton, A.Arthur, "Coatings Technology Handbook Third Edition", Amerika: Taylor and Francis Group, 2006.
- Trivedi, B.C and Culbertson, B.M, "Maleic Anhydride", New York: Springer, 1981.
- Ullman, "Encyclopedia of Industrial Chemistry Vol A 21", German: Springer Verlag, 2003
- Winarno, F.G, "Kimia Pangan dan Gizi", Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2004
- Wirakartakusuma, M.A, "Kinetics of Starch Gelatinization and Water Absorption in Rice", Amerika: PhDDisertation, Univ. of Wisconsin, Madision, 1981.

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN

1. Konversi Maleat Anhidrida 22% ke dalam massa dengan basis 300 gram sampel resin alkid

$$\text{Maleat Anhidrida} : \frac{22}{100} \times 300 \text{ gram} = 66 \text{ gram}$$

2. Konversi Gliserol 18% ke dalam massa dengan basis 300 gram sampel resin alkid

$$\text{Gliserol} : \frac{18}{100} \times 300 \text{ gram} = 52 \text{ gram}$$

3. Konversi Minyak Kedelai 60% ke dalam massa dengan basis 300 gram sampel resin alkid

$$\text{Minyak kedelai} : \frac{60}{100} \times 300 \text{ gram} = 180 \text{ gram}$$

4. Konversi CaO 0,1% ke dalam massa dengan basis 180 gram sampel minyak kedelai

$$\text{CaO} : \frac{0,1}{100} \times 180 \text{ gram} = 1,8 \text{ gram}$$

LAMPIRAN B
GAMBAR BAHAN



Maleat Anhidrida



Gliserol



Minyak Kedelai



CaO



Pati jagung

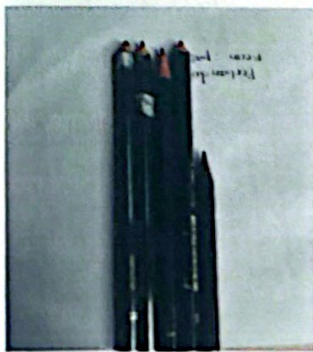
LAMPIRAN C
GAMBAR ALAT



Aluminum Foil



Oven WTC Binder



Pensil



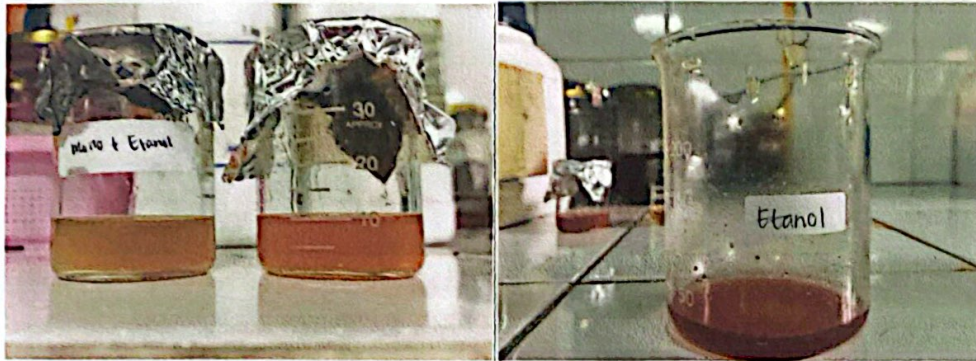
Reaktor Parr 4533



Neraca analitik

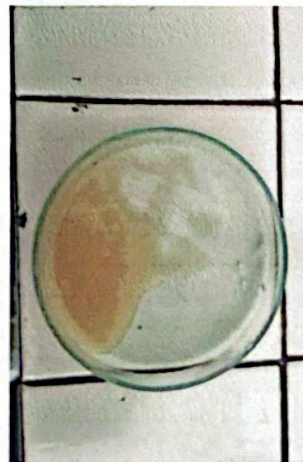
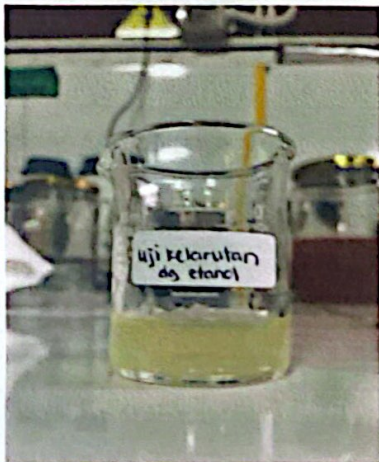
LAMPIRAN D

GAMBAR PROSES



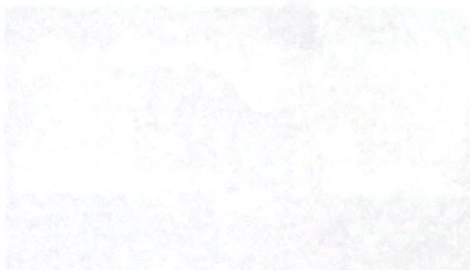
Uji Kelarutan Monogliserida 1

Uji Kelarutan Monogliserida 2



Uji kelarutan Monogliserida 3

Pencampuran pati



LAMPIRAN E

HASIL PRODUK



Resin Alkid SOA6



Monogliserida



Uji kekeringan dan kekerasan resin alkid.