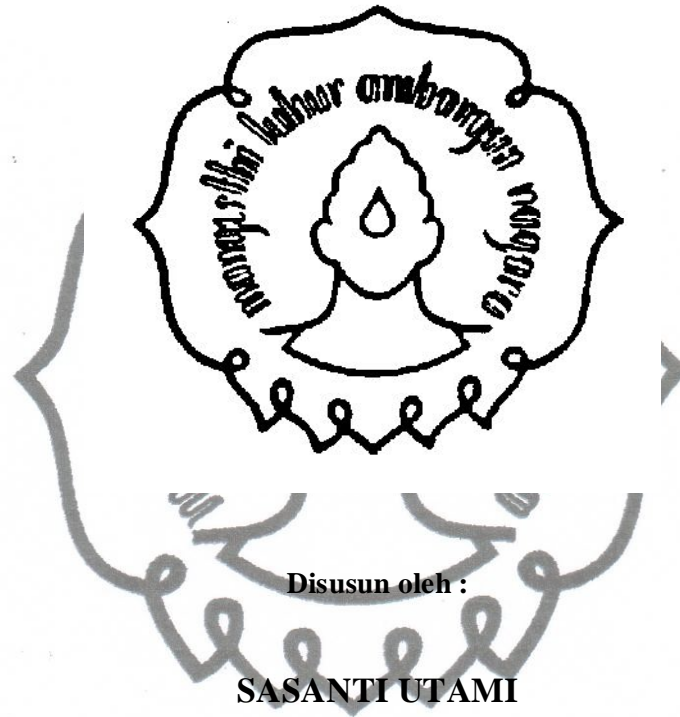


**PENGARUH KOMPOSISI HCOOH/H₂O₂ DAN KONSENTRASI
H₂SO₄ TERHADAP RENDEMEN POLIOL DARI MINYAK BIJI
KARET**



M 0306057

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2012

commit to user

HALAMAN PENGESAHAN

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Sebelas Maret Surakarta Telah Mengesahkan Skripsi Mahasiswa :

Sasanti Utami M 0306057, dengan judul “Pengaruh Komposisi HCOOH/H₂O₂
dan Konsentrasi H₂SO₄ terhadap Rendemen Polioid dari Minyak Biji Karet”

Skripsi ini dibimbing oleh:

Pembimbing

Drs. Mudjijono, Ph.D

NIP. 19540418 198601 1001

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi pada:

Hari :

Tanggal :

Anggota Tim Penguji:

1. 1.....

NIP.

2. 2.....

NIP.

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta

Dr. Eddy Heraldy, M.Si

NIP. 19640305 200003 1002

commit to user

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “PENGARUH KOMPOSISI HCOOH/H₂O₂ DAN KONSENTRASI H₂SO₄ TERHADAP RENDEMEN POLIOL DARI MINYAK BIJI KARET” adalah benar-benar hasil penelitian sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat kerja atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, Oktober 2012

Sasanti Utami

**PENGARUH KOMPOSISI HCOOH/H₂O₂ DAN KONSENTRASI
H₂SO₄ TERHADAP RENDEMEN POLIOL DARI MINYAK BIJI KARET**

SASANTI UTAMI

Jurusan Kimia. Fakultas MIPA. Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh komposisi HCOOH/H₂O₂ dan konsentrasi H₂SO₄ terhadap rendemen polioliol dari minyak biji karet dan minyak kelapa sawit sebagai senyawa pembanding. Polioliol disintesis melalui reaksi antara minyak dan *peracid*. *Peracid* dihasilkan melalui pencampuran asam formiat (HCOOH) dan hidrogen peroksida (H₂O₂) dengan katalis (H₂SO₄). Reaksi dilakukan dengan variasi rasio molar HCOOH/H₂O₂ pada 1/1, 2/1, 3/1, 4/1, dan 5/1. Konsentrasi H₂SO₄ divariasikan pada 1, 2, 3, 4, dan 5% v/v minyak. Minyak dan senyawa hasil sintesis diidentifikasi dengan analisis spektra UV-Vis dan FT-IR. Karakterisasi sifat fisika minyak dan senyawa hasil sintesis melalui penentuan densitas dan viskositas. Rendemen polioliol diperoleh dengan analisis volumetri.

Hasil analisis uji-t menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan pada rendemen polioliol dari minyak biji karet dan minyak kelapa sawit, berturut-turut, yaitu (15,92 ± 0,29) dan (16,25 ± 0,00)% v/v. Rendemen polioliol mempunyai nilai optimum yang sama pada komposisi HCOOH/H₂O₂ dan konsentrasi H₂SO₄, berturut-turut, yaitu 4/1 mol/mol dan 4% v/v minyak. Densitas dari minyak biji karet dan minyak kelapa sawit mengalami kenaikan setelah disintesis, berturut-turut, dari (0,896 ± 0,001) menjadi (0,997 ± 0,001) g/mL dan (0,905 ± 0,001) menjadi (0,998 ± 0,002) g/mL. Viskositas minyak juga mengalami kenaikan yang signifikan, berturut-turut, dari (42,627 ± 0,243) menjadi (563,961 ± 0,188) cP dan (43,416 ± 0,128) menjadi (569,355 ± 0,256) cP.

Kata kunci: polioliol, minyak biji karet, komposisi HCOOH/H₂O₂, konsentrasi H₂SO₄

**THE EFFECT OF HCOOH/H₂O₂ COMPOSITION AND H₂SO₄
CONCENTRATION ON THE YIELD OF POLYOL FROM RUBBER
SEED OIL**

SASANTI UTAMI

Department of Chemistry. Mathematic and Science Faculty. Sebelas Maret
University

ABSTRACT

The research on the effect of HCOOH/H₂O₂ composition and H₂SO₄ concentration on the yield of polyol from rubber seed oil and palm oil as a comparison compound has been carried out. Polyol was synthesized by the reaction of rubber seed oil and peracid. Peracid was produced by mixing of formic acid (HCOOH) and hydrogen peroxide (H₂O₂) with catalyst (H₂SO₄). Reaction was performed with variation of HCOOH/H₂O₂ molar ratio at 1/1, 2/1, 3/1, 4/1, and 5/1. H₂SO₄ concentration was varied at 1, 2, 3, 4, and 5% v/v oil. Oils and synthesized compounds were identified by UV-Vis and FT-IR spectra analysis. The physical properties characterization of oils and synthesized compounds by determination of density and viscosity. The yield of polyol was obtained by volumetric analysis.

The result of t-test analysis showed that there was no difference of the polyols yield from rubber seed oil and palm oil, respectively, which are (15.92 ± 0.29) and (16.25 ± 0.00)% v/v. The yields of polyols have the same optimum value on their composition HCOOH/H₂O₂ and H₂SO₄ concentration, respectively, which are 4/1 mol/mol and 4% v/voil. Density of rubber seed oil and palm oil have increased after synthesized, respectively, from (0.896 ± 0.001) to (0.997 ± 0.001) g/mL and (0.905 ± 0.001) to (0.998 ± 0.002) g/mL. Viscosity of oils have also increased significantly, respectively, from (42,627 ± 0,243) to (563.961 ± 0.188) cP and (43,416 ± 0,128) to (569.355 ± 0.256) cP.

Keywords: polyol, rubber seed oil, HCOOH/H₂O₂ composition, H₂SO₄ concentration

MOTTO

If you want to win something, learn to fear. Fear keeps you alert and prepare everything. If you aren't alert in your life, you can never win anything.

..... Abhimanyu in The Mahabharata 7th Parva by K.D. Vyas

Cry if you must cry, then wipe your tears with your own hands. Don't let anyone wipe it, since you are the one who never runaway from the fact.

..... Arjun in The Mahabharata 4th Parva by K.D. Vyas

Defeat your enemies with success, they will stop to laugh at you. Shame for underestimating you, it is more painful than your defeat before.

..... Krishna in The Mahabharata 2th Parva by K.D. Vyas

People who dream for a long time become similar to their dreams. What is life without a little risk?. If you want to achieve something, you have to sacrifice another.

..... Lee Taemin in A Diary to ShaWol by SHINee

The things we lose have a way of coming back to us in the end, if not always in the way we expect.

..... Luna Lovegood in Harry Potter 5th Book by J.K. Rowling

Kita memahami yang sesungguhnya dan tak harus menjelaskan semua. Tanpa pedulikan kata mereka, kita berjalan melawan dunia. Hanya bisa bicara, mereka tak beri jawaban. Tak perlu dengar kata mereka, teruslah berjalan.

..... Peterpan dalam Melawan Dunia oleh Nazriel Irham

commit to user

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan kepada :

- ✠ Ibu, Bapak, Adik-adikku, Keluarga Yoso Sudarmo, dan Keluarga Sunardi. Terima kasih untuk doa, kepercayaan, dan kasih sayang yang tak terbandingkan dengan apapun.
- ✠ FC Club, 89 Line, Gandivas Team, SMAN1G Crew, Alamanda Dormitory, Sahabat Community, dan SHINee World. Like a Gandiv, our friendship will never be broken.
- ✠ My Dearest One and My Favorite Characters (Valiant Knight Abhimanyu, Ace Archer Arjun, and Multitalented Taemin). The stories that keep me live on..... move on..... go on.....

Tumhara pyār kē li'yē..... Dhan'yavādMain tumhara prī'yē Uttarā hō

commit to user

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Komposisi HCOOH/H₂O₂ dan Konsentrasi H₂SO₄ terhadap Rendemen Polioidol dari Minyak Biji Karet”. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Drs. Mudjijono, Ph.D selaku Pembimbing Skripsi.
2. Dr. Eddy Heraldly, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNS.
3. Dr.rer.nat. Fajar Rakhman Wibowo, M.Si selaku Pembimbing Akademik.
4. Dr.rer.nat. Atmanto Heru Wibowo, M.Si selaku Ketua Sub Laboratorium Kimia Pusat UNS.
5. I.F. Nurcahyo, M.Si selaku Ketua Laboratorium Kimia FMIPA UNS.
6. Ibu, Bapak, Adik-adikku (Sigit dan Ranu), Keluarga mbah Yoso Sudarmo (Khususnya mbah kakung, mbah Kusni, lek Ati’, lek Nar, lek Muchus, Rossi, Shafa, dan Rahma), dan Keluarga mbah Sunardi (Khususnya mbah kakung, mbah Yati, lek Slamet, lek Siti, dan lek Puji) untuk segalanya.
7. Sahabat-sahabatku, terima kasih untuk semangat dan bantuan kapanpun aku membutuhkan.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis senantiasa mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap semoga laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Surakarta, Oktober 2012

Sasanti Utami

commit to user

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN ABSTRAK	iv
HALAMAN <i>ABSTRACT</i>	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	3
1. Identifikasi Masalah	3
2. Batasan Masalah.....	5
3. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
A. Tinjauan Pustaka.....	7
1. Tanaman Karet.....	7
2. Tanaman Kelapa Sawit	8
3. Polioli.....	9
4. Karakterisasi Minyak dan Polioli.....	13
B. Kerangka Pemikiran	16
C. Hipotesis	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19

commit to user

A. Metode Penelitian.....	19
B. Tempat dan Waktu Penelitian	19
C. Alat dan Bahan	19
1. Alat-alat yang digunakan	19
2. Bahan-bahan yang digunakan	19
D. Prosedur Penelitian	20
a. Ekstraksi Minyak Biji Karet	20
b. Sintesis Polioliol.....	21
c. Standarisasi Alat Karakterisasi	22
d. Karakterisasi Minyak dan Polioliol.....	23
E. Teknik Pengumpulan Data	25
F. Teknik Analisis Data	25
1. Analisis Data Kualitatif.....	25
2. Analisis Data Kuantitatif.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Ekstraksi Minyak Biji Karet.....	27
B. Sintesis Polioliol.....	27
C. Pengaruh Komposisi HCOOH/H ₂ O ₂ dan Konsentrasi H ₂ SO ₄	28
1. Pengaruh Variasi Komposisi HCOOH/H ₂ O ₂ terhadap Rendemen Polioliol.....	28
2. Pengaruh Variasi Konsentrasi H ₂ SO ₄ terhadap Rendemen Polioliol	30
D. Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis.....	31
1. Identifikasi Panjang Gelombang Maksimum dengan UV-Vis	31
2. Identifikasi Gugus Fungsi dengan FT-IR	33
3. Densitas.....	41
4. Viskositas.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
A. Kesimpulan.....	43
B. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44

commit to user

LAMPIRAN 48

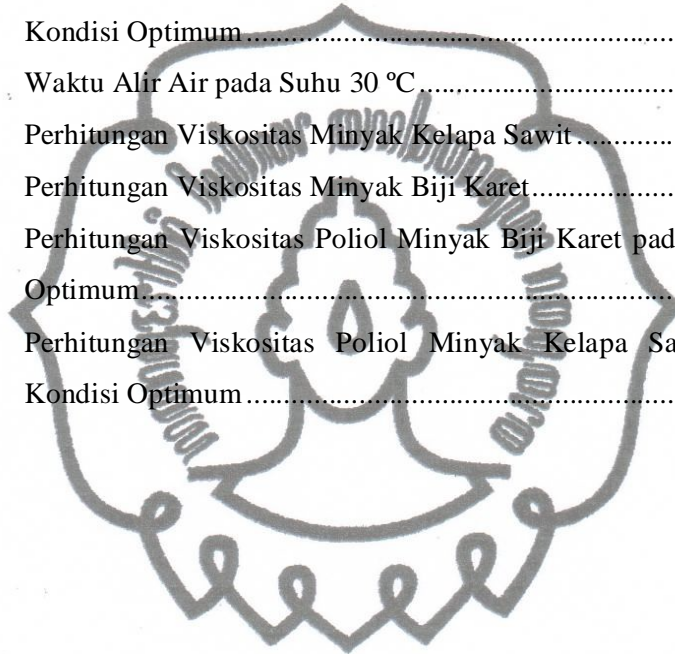


DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Karet	8
Tabel 2.	Sifat Fisika-Kimia Minyak Biji Karet	8
Tabel 3.	Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Sawit	9
Tabel 4.	Sifat Fisika-Kimia Minyak Kelapa Sawit.	9
Tabel 5.	TabulasiSerapanGugus Fungsi Minyak Biji Karet dan Minyak Kelapa Sawit.....	14
Tabel 6.	Tabulasi Serapan Gugus Fungsi Polioliol Minyak Kelapa Sawit dan PEG-400	14
Tabel 7.	Tabulasi Serapan Gugus Fungsi dari Minyak Biji Karet Hasil Ekstraksi dan Minyak Kelapa Sawit dalam Kemasan.....	34
Tabel 8.	Tabulasi Serapan Gugus Fungsi dari Minyak Biji Karet Literatur dan Minyak Biji Karet Hasil Ekstraksi.....	35
Tabel 9.	Tabulasi Serapan Gugus Fungsi dari Minyak Kelapa Sawit Literatur dan Minyak Kelapa Sawit dalam Kemasan.....	36
Tabel 10.	Tabulasi Serapan Gugus Fungsi (a) Minyak Biji Karet dan (b) Polioliol Minyak Biji Karet pada Kondisi Optimum.....	37
Tabel 11.	TabulasiSerapanGugus Fungsi (a) Minyak Kelapa Sawit dan (b) Polioliol Minyak Kelapa Sawit pada Kondisi Optimum	39
Tabel 12.	Tabulasi Serapan Gugus Fungsi Beberapa Jenis Polioliol	41
Tabel 13.	Hasil Karactersasi Densitas Minyak dan Polioliol	41
Tabel 14.	Hasil Karactersasi Viskositas Minyak dan Polioliol	42
Tabel 15.	Pengukuran Berat Biji Karet dan Minyak Biji Karet	54
Tabel 16.	Perhitungan Rendemen Polioliol pada Berbagai Komposisi HCOOH/H ₂ O ₂	56
Tabel 17.	Perhitungan Rendemen Polioliol pada Berbagai Konsentrasi H ₂ SO ₄	57
Tabel 18.	Rendemen Polioliol pada Kondisi Optimum.....	58
Tabel 19.	Hasil Perhitungan Uji-t dengan Excel	58
Tabel 20.	Perhitungan Volume Piknometer pada Suhu 30 °C	59

commit to user

Tabel 21.	Perhitungan Volume Pipet Ukur 2 mL pada Suhu 30 °C.....	60
Tabel 22.	Perhitungan Densitas Minyak Biji Karet.....	61
Tabel 23.	Perhitungan Densitas Minyak Kelapa Sawit.....	61
Tabel 24.	Perhitungan Densitas Polioliol Minyak Biji Karet pada Kondisi Optimum.....	62
Tabel 25.	Perhitungan Densitas Polioliol Minyak Kelapa Sawit pada Kondisi Optimum.....	62
Tabel 26.	Waktu Alir Air pada Suhu 30 °C.....	63
Tabel 27.	Perhitungan Viskositas Minyak Kelapa Sawit.....	64
Tabel 28.	Perhitungan Viskositas Minyak Biji Karet.....	64
Tabel 29.	Perhitungan Viskositas Polioliol Minyak Biji Karet pada Kondisi Optimum.....	65
Tabel 30.	Perhitungan Viskositas Polioliol Minyak Kelapa Sawit pada Kondisi Optimum.....	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Reaksi pembentukan <i>peracid</i>	10
Gambar 2.	Mekanisme reaksi epoksidasi	10
Gambar 3.	Reaksi pembukaan cincin dengan hidrolisis	11
Gambar 4.	Reaksi sintesis polioliol dari minyak kemiri	12
Gambar 5.	Rangkaian alat sintesis polioliol	20
Gambar 6.	Viskometer Ostwald	24
Gambar 7.	Grafik hubungan pengaruh komposisi $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$ terhadap rendemen polioliol	29
Gambar 8.	Reaksi pembentukan senyawa turunan hidroksi-formoksi	29
Gambar 9.	Grafik hubungan pengaruh konsentrasi H_2SO_4 terhadap rendemen polioliol	30
Gambar 10.	Reaksi pembentukan senyawa keton	31
Gambar 11.	Spektra UV-Vis minyak biji karet dan minyak kelapa sawit	31
Gambar 12.	Spektra UV-Vis minyak biji karet dan polioliol minyak biji karet pada kondisi optimum	32
Gambar 13.	Spektra UV-Vis minyak kelapa sawit dan polioliol minyak kelapa sawit pada kondisi optimum	32
Gambar 14.	Spektra UV-Vis polioliol minyak kelapa sawit (kondisi optimum), polioliol minyak kelapa sawit (kondisi optimum), dan PEG-400	33
Gambar 15.	Spektra FT-IR (a) minyak biji karet hasil ekstraksidan (b) minyak kelapa sawit dalam kemasan	34
Gambar 16.	Spektra FT-IR (a) minyak biji karet (Rangga dkk., 2010) dan (b) minyak biji karet hasil ekstraksi	35
Gambar 17.	Spektra FT-IR (a) minyak kelapa sawit (Mahmud, 2010) dan (b) minyak kelapa sawit dalam kemasan	36
Gambar 18.	Spektra FT-IR (a) minyak biji karet dan (b) polioliol minyak biji karet pada kondisi optimum	37

commit to user

Gambar 19. Spektra FT-IR (a) minyak kelapa sawit dan (b) poliol minyak kelapa sawit pada kondisi optimum	38
Gambar 20. Spektra FT-IR (a) PEG-400, (b) poliol minyak kelapa sawit (Suryani, 2009), (c) poliol minyak kelapa sawit (kondisi optimum), dan (d) poliol minyak biji karet (kondisi optimum)	40
Gambar 21a. Spektra UV-Vis minyak biji karet	66
b. Tabel λ_{\max} spektra UV-Vis minyak biji karet	66
Gambar 22a. Spektra UV-Vis minyak kelapa sawit	66
b. Tabel λ_{\max} spektra UV-Vis minyak kelapa sawit	66
Gambar 23a. Spektra UV-Vis poliol minyak biji karet	67
b. Tabel λ_{\max} spektra UV-Vis poliol minyak biji karet	67
Gambar 24a. Spektra UV-Vis poliol minyak kelapa sawit	67
b. Tabel λ_{\max} spektra UV-Vis poliol minyak kelapa sawit	67
Gambar 25a. Spektra UV-Vis PEG-400	67
b. Tabel λ_{\max} spektra UV-Vis PEG-400	67
Gambar 26a. Minyak biji karet hasil ekstraksi	73
b. Minyak kelapa sawit dalam kemasan	73
Gambar 27a. Larutan hasil sintesis poliol minyak biji karet	73
b. Larutan hasil sintesis poliol minyak kelapa sawit	73
c. Lapisan atas larutan hasil sintesis poliol minyak biji karet	73
d. Lapisan atas larutan hasil sintesis poliol minyak kelapa sawit ...	73
Gambar 28. Poliol minyak biji karet hasil sintesis pada berbagai komposisi HCOOH/H ₂ O ₂ (mol/mol)	73
Gambar 29. Poliol minyak kelapa sawit hasil sintesis pada berbagai komposisi HCOOH/H ₂ O ₂ (mol/mol)	74
Gambar 30. Poliol minyak biji karet hasil sintesis pada berbagai konsentrasi H ₂ SO ₄ (% v/v)	74
Gambar 31. Poliol minyak kelapa sawit hasil sintesis pada berbagai konsentrasi H ₂ SO ₄ (% v/v)	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Desain Penelitian.....	48
Lampiran 2.	Perhitungan Variasi Komposisi HCOOH/H ₂ O ₂	49
Lampiran 3.	Perhitungan Variasi Konsentrasi H ₂ SO ₄	52
Lampiran 4.	Perhitungan Rendemen Minyak Biji Karet.....	54
Lampiran 5.	Penentuan Angka HLB Berdasarkan Davies.....	55
Lampiran 6.	Perhitungan Rendemen Polioliol.....	56
Lampiran 7.	Uji-t Rendemen Polioliol.....	58
Lampiran 8.	Standarisasi Volume Piknometer 10 mL pada Suhu 30 °C.....	59
Lampiran 9.	Standarisasi Volume Pipet Ukur 2 mL pada Suhu 30 °C.....	60
Lampiran 10.	Perhitungan Densitas Minyak.....	61
Lampiran 11.	Perhitungan Densitas Polioliol.....	62
Lampiran 12.	Waktu Alir Air pada Suhu 30 °C.....	63
Lampiran 13.	Perhitungan Viskositas Minyak.....	64
Lampiran 14.	Perhitungan Viskositas Polioliol.....	65
Lampiran 15.	Spektra UV-Vis Minyak.....	66
Lampiran 16.	Spektra UV-Vis Polioliol.....	67
Lampiran 17.	Spektra FT-IR Minyak Biji Karet.....	68
Lampiran 18.	Spektra FT-IR Minyak Kelapa Sawit.....	69
Lampiran 19.	Spektra FT-IR Polioliol Minyak Biji Karet.....	70
Lampiran 20.	Spektra FT-IR Polioliol Minyak Kelapa Sawit.....	71
Lampiran 21.	Spektra FT-IR PEG-400.....	72
Lampiran 22.	Foto Hasil Penelitian.....	73

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Poliol merupakan senyawa polihidroksi yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan industri, yaitu sebagai bahan surfaktan dalam formulasi bahan makanan, kosmetik, dan dalam bidang farmasi seperti obat-obatan (Narine *et al.*, 2007). Dalam industri polimer, senyawa polioliol digunakan sebagai monomer pembentuk polimer, pemlastis, pemantap, pelunak, dan sebagai bahan aditif lainnya untuk pengolahan berbagai bahan polimer diantaranya PVC, polietilen/polipropilen, poliamida, poliester, dan poliuretan (Goud *et al.*, 2006).

Selama ini polioliol yang digunakan secara komersial berasal dari produk turunan minyak bumi. Mengingat minyak bumi merupakan bahan baku yang tidak terbarukan, jumlahnya terbatas, dan pergerakan harganya yang terus meningkat, hal ini mendorong semua pihak untuk mencari bahan baku alternatif sebagai sumber polioliol. Minyak nabati merupakan salah satu bahan baku alternatif untuk memproduksi polioliol. Minyak nabati yang banyak diteliti sebagai sumber polioliol diantaranya minyak kelapa sawit (Chuayjuljit *et al.*, 2007), minyak kemiri (Ginting, 2010), dan minyak kedelai (Bandyopadhyay-Ghosh *et al.*, 2010). Minyak nabati memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan minyak bumi, yaitu mudah diperoleh, sumbernya terbarukan, ramah lingkungan, dan biaya pengolahannya jauh lebih murah (Narine *et al.*, 2007).

Di Eropa dan Amerika, polioliol berbasis minyak kedelai telah digunakan oleh industri dalam skala besar menggantikan polioliol berbasis minyak bumi. Di Malaysia, penggunaan minyak nabati khususnya minyak kelapa sawit telah diteliti lebih dari 10 tahun secara intensif oleh MPOB (*Malaysian Palm Oil Board*) melalui kerjasama dengan Wilhelm-Klauditz Institut, Jerman. Hasil kerjasama tersebut menghasilkan polioliol berbasis minyak kelapa sawit yang digunakan untuk keperluan industri (Harjono, 2009). Namun penggunaan baik minyak sawit maupun minyak pangan lainnya dapat mengganggu ketersediaan bahan pangan

apabila dilakukan dengan skala industri yang membutuhkan bahan baku dalam jumlah yang besar.

Indonesia merupakan negara penghasil karet terbesar nomor dua di dunia setelah Thailand, dengan total produksi sebesar 2,2 juta ton/tahun pada tahun 2010. Selain itu, Indonesia merupakan negara dengan luas lahan perkebunan karet terbesar di dunia, yang mencapai 3,2 juta hektar (www.pn8.co.id). Hasil utama perkebunan karet adalah lateks, dan sejauh ini biji karet masih terbuang percuma sebagai limbah. Biji karet tergolong dalam minyak non-pangan karena belum termanfaatkannya teknologi yang tepat untuk pemisahan bahan-bahan beracun dari biji karet. Minyak non-pangan memiliki keunggulan karena tidak mengganggu ketersediaan pangan.

Minyak biji karet mengandung asam lemak tidak jenuh sebesar 77-82% (Andayani, 2008). Kandungan asam lemak tidak jenuh minyak biji karet meliputi : 28-30% asam oleat, 33-35% asam linoleat, dan 20-21% asam linolenat (Tazora, 2011). Asam lemak tersebut juga terdapat dalam minyak kelapa sawit yang mengandung asam lemak tidak jenuh seperti : 38,2-43,6% asam oleat, 6,6-11,9% asam linoleat, dan 0,0-0,6% asam linolenat (Ketaren, 2005). Dari kesamaan kandungan asam lemak tidak jenuh tersebut diharapkan minyak biji karet dapat disintesis sebagai sumber poliol alternatif.

Asam lemak tidak jenuh melalui reaksi epoksidasi yang dilanjutkan dengan hidrolisis akan menghasilkan senyawa poliol (Ginting, 2010). Milchert and Smagowicz (2009) melaporkan bahwa beberapa parameter reaksi, yaitu suhu reaksi, rasio molar pereaksi, waktu reaksi, konsentrasi katalis, dan kecepatan pengadukan berpengaruh pada sintesis poliol. Rasio molar yang tepat antara HCOOH dengan H₂O₂ dibutuhkan pada tahap epoksidasi. Sedangkan konsentrasi H₂SO₄ berpengaruh pada tahap epoksidasi dan tahap hidrolisis sebagai katalis dan agen protonasi untuk menghasilkan poliol. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikaji tentang pengaruh komposisi HCOOH/H₂O₂ dan konsentrasi H₂SO₄ terhadap rendemen poliol dari minyak biji karet dengan minyak kelapa sawit sebagai pembanding, untuk mendapatkan rendemen optimum.

B. Perumusan Masalah

1. Identifikasi Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa masalah, antara lain :

- a. Reaksi antara HCOOH dan H₂O₂ diperlukan dalam pembentukan *peracid*, dimana HCOOH berperan sebagai pembawa oksigen dan H₂O₂ berperan sebagai pendonor oksigen (Derawi and Salimon, 2010). Pembentukan *peracid* diperlukan untuk menghantarkan oksigen aktif dari fase air ke fase minyak. Peningkatan jumlah HCOOH pada nilai tertentu dapat meningkatkan transfer oksigen aktif dari fase air ke fase minyak sehingga meningkatkan epoksida yang terbentuk (Nugrahani dkk., 2010). Oleh karena itu, perlu dikaji komposisi HCOOH/H₂O₂ yang tepat untuk menghasilkan rendemen polioliol yang optimum.
- b. Penambahan katalis pada nilai tertentu akan semakin mengaktifkan zat-zat pereaksi sehingga semakin memperbesar peluang reaktan untuk saling bertumbukan menghasilkan polioliol (Gala dan Mahfud, 2006). Selain itu, keberadaan asam kuat seperti H₂SO₄ berperan sebagai agen protonasi pada reaksi pembukaan cincin pada epoksida untuk menghasilkan polioliol (Wulandari dkk., 2006). Oleh karena itu, perlu dikaji konsentrasi H₂SO₄ yang tepat untuk menghasilkan rendemen polioliol yang optimum.
- c. Senyawa pembanding diperlukan pada sintesis polioliol sebagai pengontrol awal dan pembanding hasil sintesis.
 - 1) Pada sintesis polioliol dari minyak biji karet diperlukan senyawa pembanding sebagai pengontrol awal apakah minyak biji karet dapat disintesis menjadi polioliol. Senyawa pembanding yang digunakan merupakan minyak nabati yang diproduksi dalam jumlah melimpah sehingga mudah diperoleh, harganya murah, dan tentunya telah berhasil disintesis sebagai sumber polioliol pada penelitian sebelumnya. Minyak nabati yang dipilih sebagai pembanding dapat diperoleh secara langsung dalam bentuk kemasan atau dengan ekstraksi. Minyak dalam bentuk kemasan lebih dipilih karena praktis, siap pakai dan tanpa pengolahan yang memerlukan waktu yang lama dan biaya yang mahal.

commit to user

- 2) Senyawa pembanding juga diperlukan untuk mengetahui kebenaran bahwa senyawa hasil sintesis adalah poliol. Senyawa pembanding yang dapat digunakan adalah poliol komersial, salah satunya adalah Polietilen Glikol (PEG). PEG mempunyai beberapa nama yang ditentukan oleh bobot molekul rata-ratanya, dimana bobot molekul rata-rata ini sangat mempengaruhi bentuk dari PEG (Safitri, 2011). Secara teori rumus molekul PEG tidak mengandung gugus C=O, namun pada penelitian Roy-Choudhury *et al.* (2012) telah mengidentifikasi adanya puncak pada bilangan gelombang $1643,24 \text{ cm}^{-1}$ dengan intensitas tajam pada FTIR PEG-400 yang merupakan serapan khas gugus C=O dan beberapa gugus fungsi yang sama dengan gugus fungsi yang terdapat pada poliol minyak kelapa sawit pada penelitian Suryani (2009).
- d. Pada sintesis poliol digunakan H_2SO_4 yang pada akhir sintesis dinetralkan dengan NaHCO_3 sesuai dengan persamaan reaksi berikut :
- $$\text{H}_2\text{SO}_4(aq) + 2\text{NaHCO}_3(aq) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(aq) + 2\text{H}_2\text{O}(l) + 2\text{CO}_2(g)$$
- Poliol yang diperoleh dipisahkan dari senyawa-senyawa hasil penetralan dengan evaporasi. Setelah evaporasi dimungkinkan masih terdapat Na_2SO_4 yang belum dapat dipisahkan secara maksimal. Sisa Na_2SO_4 tersebut berpengaruh terhadap rendemen poliol hasil sintesis.
- e. Metode identifikasi diperlukan untuk mengetahui bahwa minyak telah terkonversi menjadi poliol, diantaranya metode spektroskopi dengan UV-Vis, NMR, dan FT-IR. UV-Vis dapat memberikan data panjang gelombang maksimum dari minyak dan poliol. NMR dapat memberikan informasi struktural pada minyak dan poliol. FT-IR dapat memberikan data gugus-gugus fungsi dalam minyak dan poliol. Oleh karena itu, perlu ditentukan metode yang tepat untuk karakterisasi minyak dan poliol.
- f. Karakterisasi sifat kimia dan fisika diperlukan untuk mengetahui apakah poliol hasil sintesis sudah sesuai dengan standar poliol yang telah digunakan. Karakterisasi sifat kimia diantaranya bilangan iodium, bilangan hidroksil, dan bilangan oksirana, sedangkan untuk karakterisasi sifat fisika diantaranya densitas, indeks bias, dan viskositas. Karakterisasi sifat kimia membutuhkan

banyak larutan dengan biaya yang mahal dan membutuhkan preparasi serta standarisasi beberapa larutan uji sehingga memerlukan waktu yang lama untuk karakterisasi. Sedangkan untuk karakterisasi sifat fisika lebih mudah dilakukan karena tidak membutuhkan banyak larutan dan tidak membutuhkan alat uji yang sulit. Oleh karena itu, perlu ditentukan karakterisasi yang tepat.

2. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, maka dibuat batasan masalah sebagai berikut :

- a. Variasi komposisi $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$ yang digunakan adalah 1/1, 2/1, 3/1, 4/1, dan 5/1 mol/mol.
- b. Variasi konsentrasi H_2SO_4 yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, dan 5% v/v minyak.
- c. Senyawa pembanding yang digunakan adalah :
 - 1) Minyak kelapa sawit dalam kemasan
 - 2) PEG-400 yang berbentuk cair dan pekat seperti poliol dari minyak nabati
- d. Rendemen ditentukan dengan analisis volumetri (% v/v) sebagai rendemen total dengan mengabaikan Na_2SO_4 yang belum dapat dipisahkan.
- e. Metode identifikasi terhadap minyak dan poliol dilakukan secara spektroskopi yang meliputi :
 - 1) Identifikasi panjang gelombang maksimum dengan UV-Vis
 - 2) Identifikasi gugus fungsi dengan FT-IR
- f. Karakterisasi minyak dan poliol yang dipilih adalah karakterisasi sifat fisika, yaitu :
 - 1) Densitas
 - 2) Viskositas

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan rumusan dan batasan masalah di atas, rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana besarnya rendemen polioli minyak biji karet dibandingkan dengan polioli minyak kelapa sawit?
- b. Bagaimana pengaruh variasi komposisi $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$ terhadap rendemen polioli?
- c. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi H_2SO_4 terhadap rendemen polioli?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui besarnya rendemen polioli minyak biji karet dibandingkan dengan polioli minyak kelapa sawit.
2. Mengetahui pengaruh variasi komposisi $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$ terhadap rendemen polioli.
3. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi H_2SO_4 terhadap rendemen polioli.

D. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini dapat memberikan manfaat, yaitu :

1. Meningkatkan nilai ekonomis biji karet sebagai sumber polioli alternatif .
2. Memberikan informasi tentang pengaruh komposisi $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$ terhadap rendemen polioli.
3. Memberikan informasi tentang pengaruh konsentrasi H_2SO_4 terhadap rendemen polioli.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Tanaman Karet

a. Deskripsi Tanaman Karet

Tanaman karet dikenal mulai abad ke-18, yaitu ketika Freasneau mengarang buku tentang karet yang digunakan di Amerika Selatan. Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) termasuk ke dalam divisi Spermatophyta, sub divisi Angiospermae, kelas Dicotyledonae, keluarga Euphorbiaceae, dan genus *Hevea* (Andayani, 2008).

Tanaman karet tumbuh dengan baik pada daerah yang beriklim tropis. Suhu lingkungan untuk tanaman karet rata-rata 25-30 °C. Pada ketinggian antara 1–600 mdpl, curah hujan rata-rata 2000–2500 mm/tahun dengan sinar matahari yang cukup melimpah, dan pH tanah berkisar 5-6 merupakan kondisi yang cocok untuk pertumbuhan tanaman karet (Tazora, 2011).

Tanaman karet lebih banyak dikenal masyarakat sebagai tanaman penghasil karet alam (lateks) karena pada batangnya banyak mengandung getah. Tinggi tanaman dewasa bisa mencapai 15-25 m. Daun tanaman karet berwarna hijau yang terdiri dari tangkai daun dan tangkai anak daun. Bunga karet terdiri dari bunga jantan dan bunga betina. Buah tanaman karet memiliki 3–6 ruang yang berbentuk setengah lingkaran. Di dalam ruang tersebut terdapat masing-masing satu buah biji karet (Andayani, 2008).

Setelah berumur enam bulan buah akan masak dan pecah, sehingga biji karet terlepas dari batoknya. Biji karet mempunyai bentuk *ellipsoidal* dengan panjang 2,5-3 cm dan berat 2-4 gram/biji. Biji karet terdiri dari 40-50% kulit yang keras berwarna coklat dan 50-60% kernel yang berwarna putih kekuningan. Kernel biji karet terdiri dari 45,63% minyak; 2,71% abu; 3,71% air; 22,17% protein; dan 24,21% karbohidrat (Setyawardhani dkk., 2010).

b. Minyak Biji Karet

Kandungan minyak dalam daging biji atau inti biji karet adalah 45-50% dengan komposisi 17-22% asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh sebesar 77-82% (Andayani, 2008). Tabel 1 dan Tabel 2 adalah komposisi asam lemak dan sifat fisika-kimia minyak biji karet (Tazora, 2011).

Tabel 1. Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Karet

Asam Lemak	Komposisi (% b/b)
Asam palmitat	7-8
Asam stearat	9-10
Asam oleat	28-30
Asam linoleat	33-35
Asam linolenat	20-21
Asam arakhidat	0,5

Tabel 2. Sifat Fisika-Kimia Minyak Biji Karet

Karakteristik	Nilai
Densitas pada 15 °C (g/cm ³)	0,918
Viskositas pada 30 °C (mm ² /s)	37,85
Kadar abu sulfat [% (mm/mm)]	0,02
Bilangan asam (mg KOH/g)	1
Bilangan iod (g Iod/100 g)	142,6
Flash point (°C)	290
Cloud point (°C)	-1,0

2. Tanaman Kelapa Sawit

a. Deskripsi Tanaman Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guinensis*) berasal dari Guinea di pesisir Afrika Barat, kemudian diperkenalkan ke bagian Afrika lainnya, Asia Tenggara, dan Amerika Latin sepanjang garis lintang utara 15° dan lintang selatan 12°. Kelapa sawit tumbuh dengan baik pada daerah iklim tropis dengan suhu 24-32 °C, kelembaban yang tinggi, dan curah hujan 200 mm/tahun. Kelapa sawit mengandung kurang lebih 80% perikarp dan 20% buah yang dilapisi kulit yang tipis. Kandungan minyak dalam perikarp sekitar 30-40% (Tambun, 2006).

b. Minyak Kelapa Sawit

Minyak kelapa sawit mengandung 45-60% asam lemak tidak jenuh (Sinaga, 2005). Komposisi asam lemak dan sifat fisika-kimia dari minyak kelapa sawit dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4 (Ketaren, 2005).

Tabel 3. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Sawit

Asam Lemak	Komposisi (% b/b)
Asam laurat	0,1–0,4
Asam miristat	0,6–1,7
Asam palmitat	41,1–47,0
Asam stearat	3,7–5,6
Asam oleat	38,2–43,6
Asam linoleat	6,6–11,9
Asam linolenat	0,0–0,6

Tabel 4. Sifat Fisika-Kimia Minyak Kelapa Sawit

Karakteristik	Nilai
Densitas pada 25°C	0,900
Indeks bias pada 40°C	1,4565–1,4585
Bilangan Iod	48–46
Bilangan penyabunan	196–205

3. Polioli

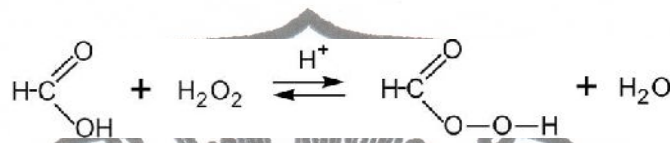
a. Deskripsi Polioli

Polioli (*Polyhidric alcohol*) merupakan suatu alkohol polihidrat atau senyawa alkohol yang mempunyai gugus hidroksil ($-OH$) lebih dari satu. Polioli terbagi menjadi dua kelompok, yaitu polioli alami dan polioli sintesis. Salah satu contoh polioli alami adalah minyak jarak yang mengandung asam risinoleat. Sedangkan polioli sintesis terbagi menjadi dua kelompok, yaitu poliester polioli dan polieter polioli. Polioli dapat dibuat secara langsung melalui dua tahap, yaitu tahap epoksidasi yang dilanjutkan dengan tahap pembukaan cincin (Gala dan Mahfud, 2006).

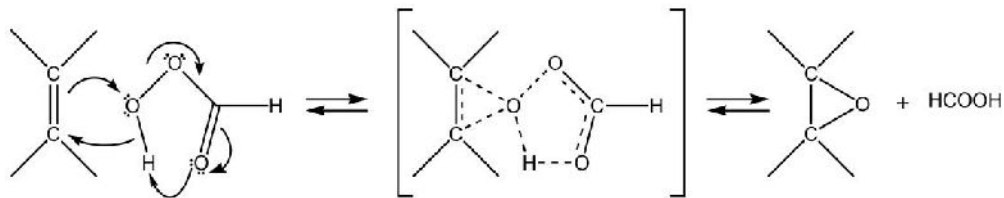
b. Epoksidasi

Epoksidasi adalah reaksi adisi elektrofilik yang merupakan reaksi khas senyawa tidak jenuh. Reaksi epoksidasi dipermudah oleh adanya gugus pendorong elektron pada alkena dan gugus penarik elektron pada *peracid*

(Wulandari dkk., 2006). *Peracid* dibentuk melalui reaksi antara HCOOH dengan H₂O₂ seperti pada gambar 1 (Goud *et al.*, 2006). Alkena berfungsi sebagai nukleofil dan *peracid* sebagai elektrofil. Gugus hidroksil dari *peracid* mempunyai karakteristik sebagai elektrofilik yang akan menyerang ikatan rangkap asam lemak tidak jenuh untuk menghasilkan epoksida. Mekanisme reaksi epoksidasi dapat dilihat pada gambar 2 (Padmasiri *et al.*, 2009).



Gambar 1. Reaksi pembentukan *peracid*



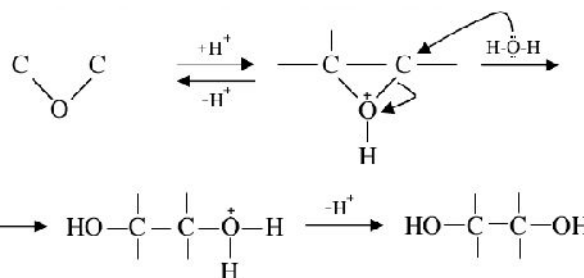
Gambar 2. Mekanisme reaksi epoksidasi

Derawi and Salimon (2010) menggunakan rasio molar HCOOH/H₂O₂ = 3/1 pada suhu 45 °C selama 150 menit untuk mendapatkan konversi ikatan rangkap pada minyak kelapa sawit menjadi epoksidanya sebesar 91,3%. Sedangkan Budi dan Abidin (2007) mendapatkan polioliol dari CPO dengan nilai bilangan hidroksil sebesar 148,296 yang menunjukkan terbentuknya gugus hidroksil dari senyawa polioliol pada masing-masing rantai karbon tidak jenuh dari asam lemak pada rasio molar HCOOH/H₂O₂ = 4/1 dengan suhu reaksi 50 °C selama 2 jam.

c. Hidrolisis

Reaksi khas epoksida adalah reaksi pembukaan cincin, yang dapat berlangsung pada suasana asam atau basa. Epoksida dapat mengalami reaksi pembukaan cincin anggota tiga menjadi rantai tunggal jika diserang oleh suatu nukleofil. Reaksi pembukaan cincin dengan hidrolisis ditunjukkan pada gambar 3 (Purwanto, 2010). Hidrolisis dapat melangsungkan reaksi pembukaan epoksida dengan katalis asam. Secara spesifik katalis ini penting jika nukleofil merupakan nukleofil lemah seperti alkohol atau air (Gala dan Mahfud, 2006).

Keberadaan asam kuat seperti H_2SO_4 tidak hanya digunakan sebagai katalis untuk pembentukan *peracid* tetapi juga sebagai agen protonasi untuk reaksi pembukaan cincin epoksida. Setelah epoksida terprotonasi, epoksida akan diserang secara nukleofilik. Pada kondisi ini, reaksi hidrolisis pembukaan cincin menghasilkan bentuk diol (Wulandari dkk., 2006).



Gambar 3. Reaksi pembukaan cincin dengan hidrolisis

Ginting (2010) menggunakan H_2SO_4 pekat 4% v/v, rasio reaktan ($\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$) = 2/1 (v/v), suhu 40-45 °C, dan waktu reaksi 3 jam untuk mendapatkan polioli dari minyak kemiri dengan nilai bilangan hidroksil sebesar 198,17. Sedangkan Sinaga (2009) melaporkan bahwa penggunaan H_2SO_4 pekat 3,5% v/v dalam fase air dapat menjadi katalisator terjadinya reaksi hidrolisis epoksida dari metil ester *PFAD* (*Palm Fatty Acid Distillate*) hingga 100% per 1-4 jam pada suhu 65-100 °C.

d. Polietilen Glikol (PEG)

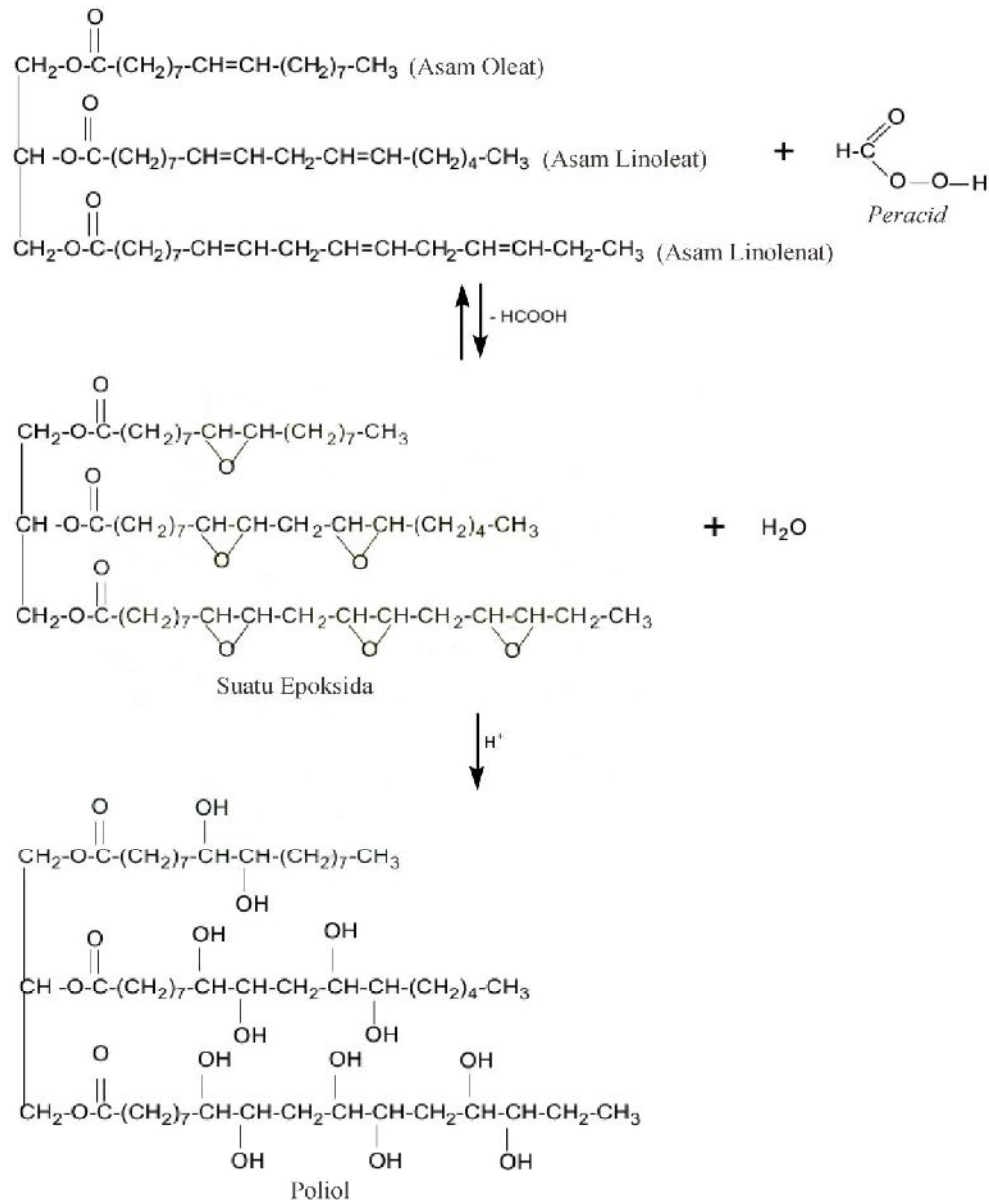
Dalam industri poliuretan senyawa-senyawa polihidroksi yang secara luas digunakan sebagai sumber polioli adalah polieter dan poliester yang memiliki gugus hidroksi ujung, poliolefin, dan glikol. Salah satu jenis polieter komersial adalah PEG (Haeruddin, 2008).

PEG merupakan polimer sintesis dari oksietilen dengan rumus struktur $\text{H}(\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n\text{OH}$, dimana n adalah jumlah rata-rata gugus oksietilen. Penamaan PEG umumnya ditentukan oleh bilangan yang menunjukkan bobot molekul rata-rata. Bentuk dari PEG sangat dipengaruhi oleh bobot molekul rata-ratanya. PEG 200-600 berbentuk cair, PEG 1500 berbentuk semi padat, PEG 3000-20000 berbentuk padatan semi kristalin, dan PEG dengan bobot molekul lebih besar dari 100000 berbentuk seperti resin pada suhu kamar. PEG-400 adalah

polietilen glikol dimana harga n antara 8,2 dan 9,1 (Safitri, 2011).

e. Poliol dari Minyak Nabati

Poliol yang disintesis dari minyak nabati merupakan salah satu jenis poliester polioliol.



Gambar 4. Reaksi sintesis polioliol dari minyak kemiri.

Kebutuhan polioliol sebagai bahan baku poliuretan yang terus meningkat mendorong adanya penggunaan minyak nabati untuk pembuatan polioliol dengan *commit to user*

memanfaatkan asam lemak tidak jenuh seperti oleat ($C_{18:1}$), linoleat ($C_{18:2}$), linolenat ($C_{18:3}$). Epoksidasi asam lemak tidak jenuh baik sebagai trigliserida, asam lemak bebas maupun dalam bentuk alkil ester asam lemak yang dilanjutkan hidrolisis telah banyak dilakukan untuk menghasilkan senyawa poliol.

Ginting (2010) telah melakukan epoksidasi terhadap minyak kemiri dengan *peracid* yang dilanjutkan dengan hidrolisis untuk menghasilkan poliol turunan minyak kemiri. Dalam pembentukan senyawa poliol tersebut jika diprediksi proses epoksidasi dan hidrolisis berjalan sempurna secara hipotesis maka oleat ($C_{18:1}$) yang terikat sebagai gliserida menghasilkan diol, linoleat ($C_{18:2}$) menghasilkan tetraol, dan linolenat ($C_{18:3}$) menghasilkan heksaol. Reaksi yang terjadi secara hipotesis (Gambar 4).

4. Karakterisasi Minyak dan Poliol

a. Spektroskopi Ultraviolet Visible (UV-Vis)

Penerapan spektrofotometri ultraviolet dan cahaya tampak pada senyawa organik didasarkan pada transisi $n \rightarrow \pi^*$ atau $\pi \rightarrow \pi^*$. Transisi ini terjadi pada daerah spektra (sekitar 200-700 nm) yang sering digunakan dalam eksperimen sehingga memerlukan gugus kromofor dalam molekul. Kromofor merupakan gugus kovalen tak jenuh yang dapat menyerap radiasi dalam daerah-daerah ultraviolet dan cahaya tampak, pada senyawa organik dikenal pula gugus auksokrom, yaitu gugus jenuh yang terikat pada kromofor. Terikatnya gugus auksokrom pada kromofor dapat mengubah panjang gelombang dan intensitas serapan maksimum (Day dan Underwood, 1999).

Identifikasi panjang gelombang maksimum minyak dan poliol dengan UV-Vis belum pernah dilakukan. Minyak memiliki asam lemak yang mengandung gugus kromofor seperti $C=C$, $C=O$, dan auksokrom $-OH$ pada asam lemak bebasnya. Pada poliol dari minyak mengandung gugus kromofor $C=O$ dan auksokrom $-OH$. Menurut Kemp (1987) pada alkena tidak terkonjugasi terdapat transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ yang menyebabkan adanya serapan sekitar daerah 170-190 nm. Asam dan ester pada gugus karbonil mengalami transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ yang menyebabkan adanya serapan sekitar daerah 170-200 nm, sedangkan efek dari transisi $n \rightarrow \pi^*$

yang menyebabkan adanya serapan sekitar daerah 200-215 nm (Kumar, 2006).

b. Spektroskopi Infra Merah (IR)

Spektrofotometri inframerah merupakan salah satu analisa kualitatif yang digunakan untuk menentukan gugus fungsi suatu senyawa organik dan untuk mengetahui informasi struktur suatu senyawa organik dengan membandingkan daerah sidik jarinya. Frekuensi di dalam spektroskopi inframerah seringkali dinyatakan dalam bentuk bilangan gelombang, dimana rentang bilangan gelombang yang dipergunakan adalah antara 4000 cm^{-1} sampai dengan 400 cm^{-1} (Silverstein *et al.*, 1991). Analisis gugus pada minyak dan poliol dapat dilakukan dengan metode spektroskopi infra merah. Umumnya gugus yang penting dari minyak dan poliol adalah C–H, C=O, –OH, C=C, C–O (Ginting, 2010).

Tabel 5. Tabulasi Serapan Gugus Fungsi Minyak Biji Karet dan Minyak Kelapa Sawit

No.	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	
		Minyak Biji Karet	Minyak Kelapa Sawit
1.	<i>Stretching</i> N–H	–	3467,0 ^b
2.	<i>Stretching</i> =CH alkena	3008,95 ^a	3016,2 ^b
3.	<i>Stretching</i> C–H alkana	2854,65-2924,09 ^a	2856,6-2925,9 ^b
4.	<i>Stretching</i> C=C alkena	–	1654,2 ^b
5.	<i>Stretching</i> C=O	1712,79-1743,65 ^a	1747,6 ^b
6.	<i>Bending</i> C–H alkana	1373,32-1458,18 ^a	1369,5- 1457,3 ^b
7.	<i>Stretching</i> C–O	1103,28-1242,16 ^a	1043,4-1243,8 ^b
8.	<i>Bending</i> =CH alkena	725,23-964,41 ^a	717,6-881,8 ^b

Sumber: ^aRangga, dkk. (2010), ^bMahmud (2010)

Tabel 6. Tabulasi Serapan Gugus Fungsi Poliol Minyak Kelapa Sawit dan PEG-400

No.	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	
		Poliol Minyak Kelapa Sawit	PEG 400
1.	<i>Stretching</i> –OH alkohol (berikatan hidrogen)	3337,00-3385,00 ^{a,b,c}	3366,77 ^d
2.	<i>Stretching</i> C–H alkana	2855,32-2926,14 ^a	2873,74 ^d
3.	<i>Stretching</i> C=O	1699,00-1741,00 ^{a,c}	1643,24 ^d
4.	<i>Bending</i> C–H alkana	1462,93 ^a	1352,01-1456,18 ^d
5.	<i>Stretching</i> C–O	1039,89-1174,19 ^a	1105,14-1249,78 ^d
6.	<i>Bending</i> =CH alkena	–	837,05-887,79 ^d

Sumber: ^aSuryani (2009), ^bChuayjuljit *et al.* (2007), ^cWulandari dkk. (2006), ^dRoy-Choudhury *et al.* (2012)

Identifikasi gugus fungsi minyak dan polioliol dengan FT-IR telah dilakukan pada beberapa penelitian diantaranya Rangga dkk. (2010) pada minyak biji karet, Mahmud (2010) pada minyak kelapa sawit, Roy-Choudhury *et al.* (2012) pada PEG-400, dan Chuayjuljit *et al.* (2007) pada polioliol minyak kelapa sawit. Tabulasi serapan khas beberapa gugus fungsi dari minyak dan polioliol dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6.

c. Densitas

Densitas atau massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Massa jenis rata-rata suatu benda adalah total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis yang lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah (Askaditya, 2010). Pengukuran densitas suatu zat dapat dilakukan dengan menggunakan piknometer. Densitas suatu zat dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: ρ = densitas (kg/m^3)

m = massa (kg)

V = volume (m^3)

Karakterisasi terhadap densitas polioliol telah dilakukan oleh Ginting (2010) pada polioliol minyak kemiri diperoleh densitas polioliol 0,988 g/mL dan Bandyopadhyay-Ghosh *et al.* (2010) pada polioliol minyak kedelai didapatkan densitas polioliol 1,02 g/mL.

d. Viskositas

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida. Kekentalan merupakan sifat cairan yang berhubungan erat dengan hambatan untuk mengalir (Sutiah dkk., 2008). Viskositas dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu tekanan, suhu, kehadiran zat lain, berat molekul, bentuk molekul, dan kekuatan antar molekul (Rangkuti, 2010). Viskositas suatu zat dapat diukur dengan menggunakan viskometer. Rumus untuk menentukan viskositas suatu cairan adalah :

$$\eta = \eta_0 \frac{t\rho}{t_0\rho_0} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: η, η_0 = viskositas sampel dan cairan pembanding (poise)

t, t_0 = waktu yang diperlukan cairan untuk mengalir (detik)

ρ, ρ_0 = densitas sampel dan cairan pembanding (kg/m^3)

Karakterisasi terhadap viskositas polioliol telah dilakukan oleh Narine *et al.* (2007) pada polioliol minyak kanola diperoleh viskositas 906,7 cP dan Bandyopadhyay-Ghosh *et al.* (2010) pada polioliol minyak kedelai diperoleh viskositas 12.000 cP.

B. Kerangka Pemikiran

Minyak biji karet mempunyai kandungan asam lemak tidak jenuh yang sama dengan minyak kelapa sawit, yaitu asam oleat, asam linoleat, dan asam linolenat. Dilihat dari kesamaan kandungan tersebut berarti minyak biji karet dapat disintesis sebagai sumber polioliol seperti polioliol dari minyak kelapa sawit yang sebelumnya telah berhasil disintesis pada penelitian Suryani (2009), Chuayjuljit *et al.* (2007), dan Wulandari dkk. (2006). Minyak biji karet dalam penelitian ini belum dimurnikan sehingga dimungkinkan pengotor dalam minyak dapat mengurangi rendemen polioliol hasil sintesis. Sedangkan minyak kelapa sawit dalam kemasan sudah mengalami pemurnian sehingga dapat diperoleh rendemen yang maksimal. Akan tetapi, minyak biji karet memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh yang lebih besar daripada minyak kelapa sawit (Tabel 2 dan 3). Oleh karena itu, minyak biji karet diperkirakan memiliki rendemen polioliol yang lebih besar atau paling tidak sama dengan polioliol dari minyak kelapa sawit.

Semakin besar rasio mol pereaksi (HCOOH) akan meningkatkan transfer oksigen aktif dari fase air ke fase minyak sehingga dapat meningkatkan epoksida yang terbentuk (Nugrahani dkk., 2010). Semakin banyak epoksida yang terbentuk dan bereaksi dengan H_2O akan meningkatkan rendemen polioliol yang dihasilkan. Derawi and Salimon (2010) menggunakan rasio molar $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2 = 3/1$ pada suhu 45°C selama 150 menit untuk mendapatkan konversi ikatan rangkap pada minyak menjadi epoksida sebesar 91,3%. Sedangkan Budi dan Abidin (2007)

mensintesis poliol dengan rasio molar $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2 = 4/1$ pada suhu $50\text{ }^\circ\text{C}$ selama 2 jam. Diperoleh poliol dengan nilai bilangan hidroksil sebesar 148,296 yang menunjukkan terbentuknya gugus hidroksil pada masing-masing rantai karbon tidak jenuh dari asam lemak pada rasio molar $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2 = 4/1$ dengan suhu reaksi $50\text{ }^\circ\text{C}$ selama 2 jam. Saat kondisi optimum telah tercapai, HCOOH yang berlebih akan bereaksi dengan epoksida menghasilkan senyawa turunan hidroksi-formoksi. Sifat HCOOH sebagai asam yang kuat dapat membuka cincin epoksida sehingga rendemen poliol berkurang (Padmasiri *et al.*, 2009).

Kenaikan konsentrasi H_2SO_4 sebagai katalis akan mengaktifkan zat-zat pereaksi sehingga memperbesar peluang reaktan untuk saling bertumbukan dan menghasilkan poliol dengan konversi yang maksimal (Gala dan Mahfud, 2006). Sebagai agen protonasi, konsentrasi H_2SO_4 yang semakin meningkat akan memaksimalkan protonasi epoksida sehingga epoksida yang terprotonasi akan mengalami pembukaan cincin oleh nukleofil H_2O untuk menghasilkan poliol yang kaya gugus OH (Wulandari dkk., 2006). Ginting (2010) menggunakan H_2SO_4 pekat 4% v/v, rasio reaktan ($\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$) = 2/1 (v/v), suhu $40\text{-}45\text{ }^\circ\text{C}$, dan waktu reaksi 3 jam untuk mendapatkan poliol dengan nilai bilangan hidroksil sebesar 198,17. Sedangkan Sinaga (2009) melaporkan bahwa penggunaan H_2SO_4 pekat 3,5% v/v) dalam fase air dapat menjadi katalisator terjadinya reaksi hidrolisis epoksida hingga 100% per 1-4 jam pada suhu $65\text{-}100\text{ }^\circ\text{C}$. Pada penambahan H_2SO_4 yang melebihi kondisi optimum akan menyebabkan terjadinya reaksi samping pembentukan senyawa keton pada epoksida sehingga menurunkan produk poliol (Sinaga, 2007).

Fungsi kuadrat dapat digunakan untuk penentuan nilai optimum. Grafik fungsi kuadrat ditulis dengan notasi $y = ax^2 + bx + c$. Pada penelitian ini x adalah komposisi $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$ dan konsentrasi H_2SO_4 , sedangkan y adalah rendemen poliol hasil sintesis. Jika $a < 0$, maka diperoleh nilai optimum (rendemen optimum poliol hasil sintesis).

C. Hipotesis

Berdasarkan uraian diatas dapat diambil hipotesis/dugaan awal, yaitu :

1. Rendemen polioli minyak biji karet \geq polioli minyak kelapa sawit.
2. Komposisi $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$ menentukan besarnya rendemen polioli sesuai dengan fungsi kuadrat dari rasio molar $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$.
3. Konsentrasi H_2SO_4 menentukan besarnya rendemen polioli sesuai dengan fungsi kuadrat dari konsentrasi H_2SO_4 (% v/v).



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen secara kualitatif dan kuantitatif. Penelitian ini mempelajari pengaruh komposisi HCOOH/H₂O₂ dan konsentrasi H₂SO₄ terhadap rendemen poliol yang dihasilkan.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar Fakultas MIPA UNS, Sub Laboratorium Kimia Pusat UNS, Laboratorium MIPA Terpadu Fakultas MIPA UNS, dan Laboratorium Kimia Organik Fakultas MIPA UGM. Penelitian dilakukan selama 5 bulan, yaitu bulan September 2011 – Februari 2012.

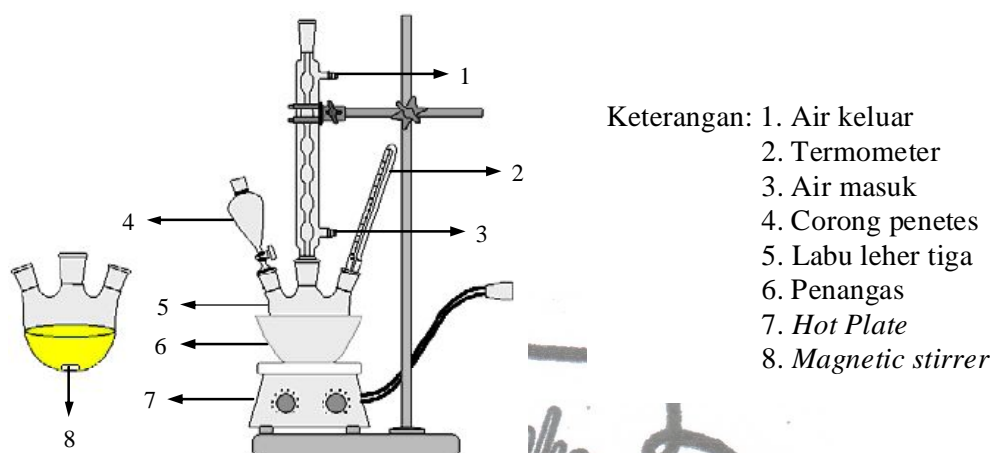
C. Alat dan Bahan

1. Alat-alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Peralatan gelas Pyrex
- b. Seperangkat alat refluks
- c. Oven Memmert ULE 500 (Max = 220 °C)
- d. Termometer 150 °C Pyrex
- e. *Stirring Hot Plate* Daiki (Max = 450 °C; max speed = 1.800 rpm)
- f. *Waterbath* Memmert (Resolusi = 0,1 °C)
- g. *Vacuum Rotary Evaporator* V-700 Buchi (Max = 180 °C)
- h. Neraca analitis Sartorius Bp-310 (Max = 310 g; d = 0,001 g)
- i. Piknometer 10 mL Iwaki
- j. Viskometer Ostwald 2 mL Schott Gerate
- k. Spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV mini-1240 (Resolusi = 1 nm)
- l. Spektrofotometer FT-IR Shimadzu IR Prestige-21 (Resolusi = 4 cm⁻¹)

commit to user



Gambar 5. Rangkaian alat sintesis polioli

2. Bahan-bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Biji karet (Jatirejo, Polokarto, Sukoharjo)
- b. Minyak kelapa sawit (Dalam kemasan)
- c. HCOOH 90% (Brataco)
- d. H₂O₂ 30% (Brataco)
- e. H₂SO₄ 98% (E. Merck)
- f. Polietilen Glikol-400 (E. Merck)
- g. Akuades (Laboratorium Kimia Dasar FMIPA UNS)
- h. n-heksana (Brataco)
- i. Metanol (Brataco)
- j. NaHCO₃ (E. Merck)
- k. Kertas saring (Brataco)

D. Prosedur Penelitian

1. Ekstraksi Minyak Biji Karet

Ekstraksi minyak biji karet dilakukan dengan memodifikasi metode Ketaren (2005) dan Ginting (2010).

Ditimbang dan dikupas biji karet yang berasal dari Jatirejo, Polokarto, Sukoharjo. Dilakukan pengovenan biji karet pada suhu 100 °C selama 1 jam. Biji

commit to user

karet yang telah kering diblender hingga menjadi serbuk halus. Serbuk halus yang diperoleh dimaserasi dengan pelarut n-heksana selama 2 hari. Hasil maserasi disaring, kemudian filtrat yang diperoleh diuapkan dengan *rotary evaporator*. Minyak yang diperoleh dihitung rendemennya, kemudian dilakukan karakterisasi dengan spektroskopi UV-Vis dan FT-IR. Selanjutnya dilakukan karakterisasi densitas dan viskositasnya.

2. Sintesis Polioliol

Sintesis polioliol dari minyak biji karet dan minyak kelapa sawit dilakukan dengan memodifikasi metode Ginting (2010) dan Sudradjat dkk. (2010).

a. Pengaruh Komposisi (HCOOH/H₂O₂)

Ke dalam labu leher tiga dimasukkan HCOOH 90%, dan ditambahkan H₂O₂ 30% dengan variasi rasio molar HCOOH/H₂O₂, yaitu 1/1, 2/1, 3/1, 4/1, dan 5/1 secara perlahan-lahan sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*. Melalui corong penetes ditambahkan 0,82 mL H₂SO₄ pekat sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu 40-45 °C selama 1 jam. Selanjutnya melalui corong penetes ditambahkan secara perlahan-lahan minyak sebanyak 20 mL. Dipertahankan suhu pemanasan 40-45 °C sambil diaduk selama 2 jam, kemudian hasil sintesis dibiarkan selama 1 malam. Larutan hasil sintesis dimasukkan ke dalam corong pisah, kemudian ditambahkan n-heksana dengan perbandingan (v/v) 1 : 1. Lapisan bagian bawah diuapkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 55-60 °C. Residu yang diperoleh ditambahkan dengan NaHCO₃ sampai pH netral, kemudian diuapkan kembali pada suhu 55-60 °C. Polioliol yang diperoleh dihitung rendemennya, kemudian dilakukan karakterisasi dengan spektroskopi UV-Vis dan FT-IR. Selanjutnya dilakukan karakterisasi densitas dan viskositasnya.

b. Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄

Ke dalam labu leher tiga dimasukkan 20,5 mL HCOOH 90%, dan ditambah 12,0 mL H₂O₂ 30% secara perlahan-lahan sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*. Melalui corong penetes ditambahkan H₂SO₄ pekat dengan variasi konsentrasi, yaitu 1, 2, 3, 4, dan 5% v/v minyak sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu 40-45 °C selama 1 jam. Selanjutnya melalui corong

penetes ditambahkan secara perlahan-lahan minyak sebanyak 20 mL. Dipertahankan suhu pemanasan pada suhu 40-45 °C sambil diaduk selama 2 jam, kemudian hasil sintesis dibiarkan selama 1 malam. Larutan hasil sintesis dimasukkan ke dalam corong pisah, kemudian ditambahkan n-heksana dengan perbandingan (v/v) 1 : 1. Lapisan bagian bawah diuapkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 55-60 °C. Residu yang diperoleh ditambahkan dengan NaHCO₃ sampai pH netral, kemudian diuapkan kembali pada suhu 55-60 °C. Polioliol yang diperoleh dihitung rendemennya, kemudian dilakukan karakterisasi dengan spektroskopi UV-Vis dan FT-IR. Selanjutnya dilakukan karakterisasi densitas dan viskositasnya.

Catatan: Sintesis polioliol minyak kelapa sawit dilakukan dengan metode yang sama seperti sintesis polioliol minyak biji karet baik pada variasi komposisi (HCOOH/H₂O₂) maupun pada variasi konsentrasi H₂SO₄. Minyak sawit yang digunakan adalah minyak kelapa sawit siap pakai dalam kemasan sehingga tidak diperlukan ekstraksi.

3. Standarisasi Alat Karakterisasi

a. Standarisasi Volume Piknometer 10 mL pada Suhu 30 °C

Standarisasi volume piknometer dilakukan dengan memodifikasi metode Rangkuti (2010).

- (1) Piknometer dibersihkan dan dikeringkan, kemudian ditimbang.
- (2) Akuadest dimasukkan ke dalam piknometer sampai penuh, lalu ditutup hingga meluap dan tidak ada gelembung udara.
- (3) Setelah ditutup, kemudian piknometer dengan isinya direndam di dalam *waterbath* pada suhu konstan 30 °C selama 30 menit.
- (4) Piknometer diangkat dari air dan dikeringkan, kemudian piknometer bersama isinya ditimbang. Lakukan pengulangan 3 kali.

b. Standarisasi Volume Pipet Ukur 2 mL pada Suhu 30 °C

Standarisasi volume pipet ukur dilakukan dengan memodifikasi metode Rangkuti (2010).

- (1) Flakon dibersihkan dan dikeringkan, kemudian ditimbang.

- (2) Dipipet 1 mL akuades dan dimasukkan kedalam flakon lalu ditutup.
- (3) Setelah ditutup, kemudian flakon dengan isinya direndam di dalam *waterbath* pada suhu konstan 30 °C selama 30 menit.
- (4) Flakon diangkat dari air dan dikeringkan, kemudian flakon bersama isinya ditimbang. Lakukan pengulangan 3 kali.

4. Karakterisasi Minyak dan Poliol

Karakterisasi ini dilakukan terhadap minyak dan poliol meliputi :

a. Identifikasi Panjang Gelombang Maksimum (λ_{max})

Sampel minyak diencerkan 100 kali dengan pelarut n-heksan, kemudian diukur panjang gelombangnya dengan spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV mini-1240 pada daerah 200-300 nm. Sedangkan untuk sampel poliol diencerkan 100 kali dengan pelarut metanol, kemudian diukur panjang gelombangnya dengan Spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV mini-1240 pada daerah 200-350 nm.

b. Identifikasi Gugus Fungsi

Identifikasi gugus fungsi dilakukan dengan menganalisis spektra FT-IR yang diperoleh dari spektrofotometer FT-IR Shimadzu IR Prestige-21 dengan plat KBr. Range bilangan gelombang dari 4000-400 cm^{-1} .

c. Densitas

1) Densitas Minyak

Karakterisasi densitas minyak ditentukan dengan piknometer mengikuti metode Rangkuti (2010).

- (a) Piknometer dibersihkan dan dikeringkan, kemudian ditimbang.
- (b) Piknometer diisi dengan sampel, lalu ditutup hingga meluap dan tidak ada gelembung udara.
- (c) Setelah ditutup, kemudian piknometer dengan isinya direndam di dalam *waterbath* pada suhu konstan 30 °C selama 30 menit.
- (d) Piknometer diangkat dari air dan dikeringkan, kemudian piknometer bersama isinya ditimbang. Lakukan pengulangan 3 kali.
- (e) Densitas minyak dihitung dengan persamaan 1.

2) Densitas Poliol

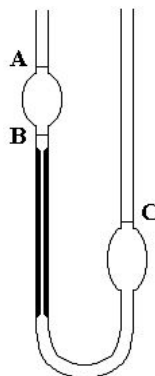
Karakterisasi densitas poliol dilakukan dengan memodifikasi metode Rangkuti (2010) yang disesuaikan dengan volume poliol yang dihasilkan.

- (a) Flakon dibersihkan dan dikeringkan, kemudian ditimbang.
- (b) Dipipet 1 mL akuades dan dimasukkan kedalam flakon lalu ditutup.
- (c) Setelah ditutup, kemudian flakon dengan isinya direndam di dalam *waterbath* pada suhu konstan 30 °C selama 30 menit.
- (d) Flakon diangkat dari air dan dikeringkan, kemudian flakon bersama isinya ditimbang. Lakukan pengulangan 3 kali.
- (e) Densitas poliol dihitung dengan persamaan 1.

d. Viskositas

Karakterisasi viskositas minyak dan poliol ditentukan dengan viskometer Ostwald mengikuti metode ASTM D 445.

- (1) Digunakan viskometer Ostwald yang bersih.
- (2) Viskometer diletakkan dalam termostat pada posisi vertikal.
- (3) Dipipet 2 mL sampel.
- (4) *Waterbath* diatur pada suhu 30 °C, dibiarkan viskometer dan isinya selama 5 menit untuk mencapai suhu termostat.
- (5) Sampel dihisap dengan *drugball* sampai sedikit diatas garis A, kemudian sampel dialirkan secara bebas. Catat waktu yang diperlukan cairan untuk mengalir dari A ke B. Lakukan pengulangan tiga kali.
- (6) Viskositas sampel dihitung dengan persamaan 2.



Gambar 6. Viskometer Ostwald

E. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian yang dilakukan melibatkan variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

1. Variasi komposisi HCOOH/H₂O₂, dimana variasi komposisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1/1, 2/1, 3/1, 4/1, dan 5/1 mol/mol.
2. Variasi konsentrasi H₂SO₄, dimana variasi konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1, 2, 3, 4, dan 5% v/v minyak.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian adalah variabel terikat, yaitu rendemen polioliol hasil sintesis.

Dari analisis menggunakan UV-Vis diperoleh data panjang gelombang maksimum minyak dan polioliol dan dari analisis menggunakan FT-IR diperoleh data spektra minyak dan polioliol.

F. Teknik Analisis Data

1. Analisis Data Kualitatif

Analisis kualitatif dilakukan untuk mengetahui keberhasilan sintesis polioliol. Data yang digunakan adalah spektra UV-Vis maupun FTIR. Dengan membandingkan kemiripan spektra antara sampel dan standar yang dipilih (PEG-400) dapat disimpulkan keberhasilan sintesis polioliol.

Untuk spektra FT-IR selain dibandingkan dengan PEG-400 juga dibandingkan dengan spektra FT-IR polioliol hasil sintesis minyak kelapa sawit yang dilaporkan oleh Suryani (2009). Adapun perubahan gugus-gugus yang terjadi diamati dari perubahan gugus-gugus fungsi pada minyak, yaitu gugus C=C menjadi C-OH berdasarkan pada literatur (Suryani, 2009; Chuayjuljit *et al.*, 2007; dan Wulandari dkk., 2006).

2. Analisis Data Kuantitatif

- a. Pengaruh variabel bebas (X) terhadap variabel terikat (Y) dan nilai optimum ditentukan dengan metode grafik (*trendline*). Metode ini dapat digunakan secara langsung untuk menentukan hubungan dua variabel melalui kecenderungan garis yang terbentuk dari penyebaran data X dan Y. Metode

commit to user

ini mampu memberikan gambaran umum hubungan linier, non-linier, dan ada tidaknya titik optimum.

- b. Ada tidaknya perbedaan rendemen pada sintesis polioliol dari minyak biji karet dan minyak kelapa sawit ditentukan dengan menggunakan uji-t terhadap hipotesis :

H_0 = tidak ada perbedaan rendemen antara polioliol yang berasal dari minyak biji karet dan minyak kelapa sawit.

H_1 = terdapat perbedaan rendemen antara polioliol yang berasal dari minyak biji karet dan minyak kelapa sawit.

Jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ maka H_0 diterima, berarti tidak ada perbedaan rendemen polioliol yang berasal dari minyak biji karet dan minyak kelapa sawit (Rendemen kedua polioliol sama). Sebaliknya jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, berarti terdapat perbedaan rendemen polioliol yang berasal minyak biji karet dan minyak kelapa sawit (rendemen polioliol dari minyak biji karet lebih besar atau lebih kecil dari minyak kelapa sawit dilihat dari data rendemen hasil penelitian pada lampiran 4).

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Ekstraksi Minyak Biji Karet

Minyak biji karet dalam penelitian ini diperoleh dengan metode ekstraksi maserasi menggunakan pelarut n-heksana. Dari biji karet kering sebanyak 2.368,044 gram dihasilkan minyak biji karet sebanyak 365,446 gram sehingga rendemen minyak biji karet yang diperoleh sebesar 15,432% b/b (Lampiran 4). Minyak hasil ekstraksi berwarna coklat tua dan belum melalui proses pemurnian, yaitu pemucatan, netralisasi, dan deodorasi (Gambar 26a). Sebagai pembanding pada penelitian ini digunakan minyak sawit dalam kemasan (Gambar 26b).

B. Sintesis Polioliol

Sintesis polioliol dari minyak biji karet dan minyak kelapa sawit diawali dengan pembuatan *peracid* untuk reaksi epoksidasi. *Peracid* dihasilkan dari reaksi antara HCOOH dengan H₂O₂ dengan katalis asam H₂SO₄ (Gambar 1). HCOOH dalam reaksi pembentukan *peracid* berfungsi sebagai pembawa oksigen dari H₂O₂ yang merupakan pendonor oksigen untuk bereaksi dengan ikatan rangkap pada minyak. *Peracid* diperlukan untuk menghantarkan oksigen aktif dari fase air ke fase minyak pada reaksi epoksidasi.

Tahapan selanjutnya adalah reaksi epoksidasi antara *peracid* dengan ikatan rangkap dari asam lemak tidak jenuh yang terdapat pada minyak (Gambar 2). Pada reaksi epoksidasi akan dihasilkan epoksida. Epoksida yang terbentuk akan bereaksi dengan H₂O membentuk polioliol melalui reaksi pembukaan cincin secara hidrolisis dengan katalis H₂SO₄ (Gambar 3).

Setelah larutan hasil sintesis didiamkan selama 1 malam diperoleh larutan dengan dua lapisan (Gambar 27a dan 27b). Lapisan atas yang berwarna coklat pada minyak biji karet dan kuning pada minyak kelapa sawit diperkirakan adalah sisa minyak yang tidak bereaksi dengan reaktan karena larutan larut dalam n-heksana dan tidak larut dalam air, sedangkan lapisan bening bagian bawah diperkirakan adalah polioliol dan sisa reaktan non-minyak.

commit to user

Pemisahan polioliol dari minyak dilakukan dengan metode ekstraksi dengan pelarut n-heksana 1 : 1 terhadap volume minyak awal (20 mL). Lapisan atas dipisahkan dan setelah didiamkan selama 1 malam pada larutan terdapat padatan agak kenyal yang diperkirakan adalah sisa minyak yang mengandung asam lemak jenuh (Gambar 27c dan 27d). Lapisan bawah yang diperoleh kemudian dipisahkan dengan evaporasi dari sisa reaktan non-minyak diantaranya HCOOH, H₂O, dan H₂SO₄ pada suhu 55-60 °C .

Hasil evaporasi diperkirakan adalah polioliol karena larutan larut sempurna dalam metanol dan tidak larut sempurna dalam n-heksana (Larutan diambil 1 mL dan ditambahkan dengan n-heksana, kemudian diaduk selama 1 menit dalam keadaan tertutup dengan pengaduk biasa, n-heksana yang tidak bereaksi dengan larutan diambil dengan pipet ukur 1 mL, diperoleh 0,71 mL. Perlakuan yang sama sebagai pembanding juga dilakukan pada PEG-400 (polioliol komersial), dimana PEG larut sempurna dalam metanol dan tidak larut sempurna dalam n-heksana (Dalam 1 mL PEG, n-heksana yang tidak bereaksi sebanyak 0,83 mL). Dari perhitungan angka HLB juga menunjukkan bahwa polioliol merupakan *emulsifier* yang cenderung bersifat polar (Lampiran 5).

Hasil evaporasi yang diperkirakan masih mengandung H₂SO₄ kemudian dinetralkan dengan larutan jenuh NaHCO₃ hingga netral seperti persamaan reaksi sebagai berikut:



Larutan yang telah dinetralkan diuapkan kembali untuk memisahkan polioliol dengan senyawa hasil penetralan (Na₂SO₄ dan H₂O). Polioliol hasil sintesis dapat dilihat pada gambar 28-31.

C. Pengaruh Komposisi HCOOH/H₂O₂ dan Konsentrasi H₂SO₄

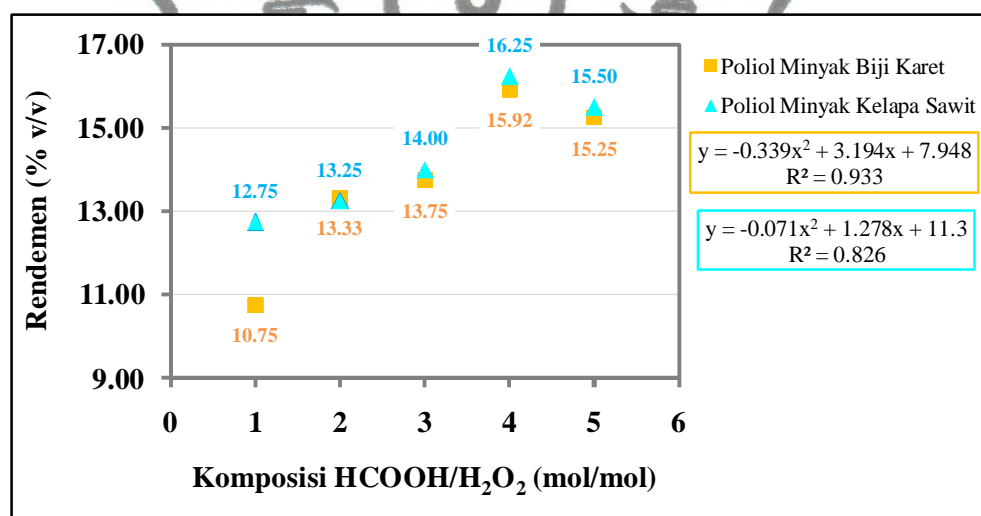
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi HCOOH/H₂O₂ dan konsentrasi H₂SO₄ terhadap rendemen polioliol.

1. Pengaruh Variasi Komposisi HCOOH/H₂O₂ terhadap Rendemen Polioliol

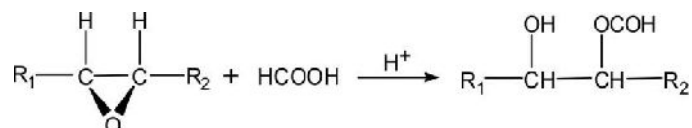
Gambar grafik 7 menunjukkan bahwa rendemen polioliol dari minyak biji karet dan minyak kelapa sawit mengalami peningkatan hingga rasio molar

$\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2 = 4/1$ seterusnya mengalami penurunan. Data pada grafik 7 mengikuti grafik fungsi kuadrat dengan nilai $a < 0$ (-0,339 untuk polioliol minyak biji karet dan -0,071 untuk polioliol minyak kelapa sawit) dan diperoleh nilai optimum, yaitu rendemen optimum polioliol dari minyak biji karet sebesar $(15,92 \pm 0,29)\%$ v/v dan minyak kelapa sawit sebesar $(16,25 \pm 0,00)\%$ v/v.

Dari rendemen yang diperoleh (Lampiran 6) dapat dilihat semakin besar rasio pereaksi akan meningkatkan transfer oksigen aktif dari fase air ke fase minyak sehingga akan meningkatkan epoksida yang terbentuk, sehingga dihasilkan polioliol yang maksimal. Setelah komposisi optimum = 4/1 mol/mol terjadi penurunan rendemen karena reaksi samping pembentukan senyawa turunan hidroksi-formoksi (Padmasiri *et al.*, 2009). Reaksi pembentukan senyawa turunan hidroksi-formoksi dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 7. Grafik hubungan pengaruh komposisi $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$ terhadap rendemen polioliol



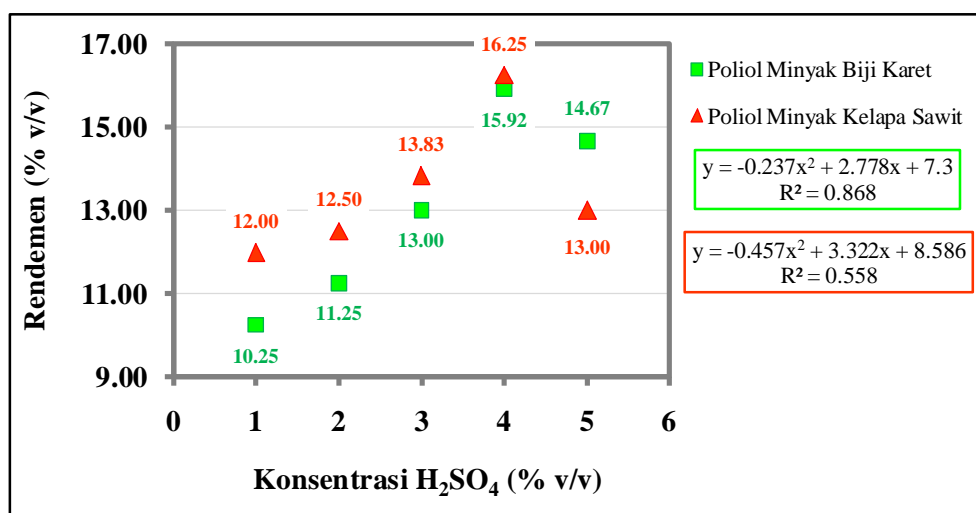
Gambar 8. Reaksi pembentukan senyawa turunan hidroksi-formoksi

2. Pengaruh Variasi Konsentrasi H_2SO_4 terhadap Rendemen Polioliol

Konsentrasi H_2SO_4 merupakan salah satu faktor lain yang berpengaruh terhadap rendemen polioliol selain rasio molar $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$.

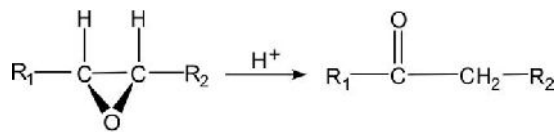
Dari grafik pada gambar 9 dapat diketahui bahwa rendemen minyak biji karet dan minyak biji sawit bertambah besar pada konsentrasi H_2SO_4 yang semakin meningkat hingga konsentrasi H_2SO_4 4% v/v dan mengalami penurunan rendemen pada konsentrasi H_2SO_4 5% v/v. Data pada grafik 9 mengikuti grafik fungsi kuadrat dengan nilai $a < 0$ (-0,237 untuk polioliol minyak biji karet dan -0,457 untuk polioliol minyak kelapa sawit), sehingga diperoleh nilai optimum, yaitu rendemen optimum polioliol minyak biji karet sebesar $(15,92 \pm 0,29)\%$ v/v dan minyak kelapa sawit sebesar $(16,25 \pm 0,00)\%$ v/v.

Penambahan jumlah katalis akan semakin mengaktifkan zat-zat pereaksi sehingga semakin memperbesar peluang reaktan untuk saling bertumbukan menghasilkan produk. Selain itu, semakin meningkat konsentrasi H_2SO_4 maka protonasi epoksida akan berjalan maksimal sehingga epoksida yang terprotonasi akan mengalami pembukaan cincin oleh nukleofil H_2O untuk menghasilkan polioliol. Pada penambahan H_2SO_4 yang melebihi kondisi optimum akan menyebabkan terjadinya reaksi samping pembentukan senyawa keton seperti pada gambar 10 sehingga menurunkan produk polioliol (Sinaga, 2007).



Gambar 9. Grafik hubungan pengaruh variasi konsentrasi H_2SO_4 terhadap rendemen polioliol

commit to user



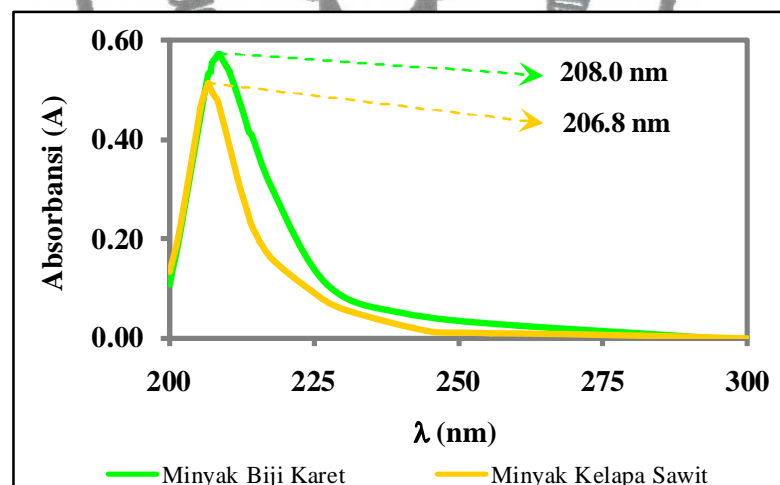
Gambar 10. Reaksi pembentukan senyawa keton

Dari hasil uji-t (Lampiran 5) diperoleh $t_{\text{hitung}} (4,000) \leq t_{\text{tabel}} (4,303)$ maka H_0 diterima, berarti rendemen polioliol minyak biji karet tidak berbeda atau sama dengan rendemen polioliol minyak kelapa sawit. Oleh karena itu minyak biji karet dapat digunakan sebagai sumber alternatif polioliol.

D. Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis

1. Identifikasi Panjang Gelombang Maksimum dengan UV-Vis

Karakterisasi dengan UV-Vis dilakukan untuk mengetahui panjang gelombang maksimum (λ_{max}) pada minyak dan senyawa hasil sintesis.

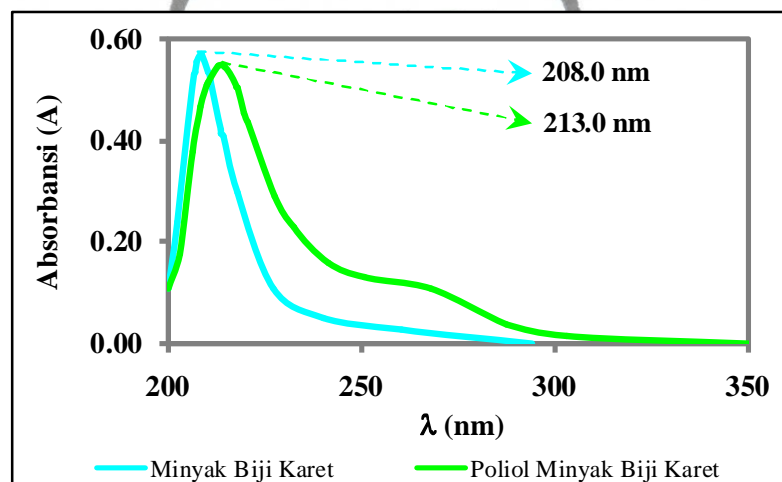


Gambar 11. Spektra UV-Vis minyak biji karet dan minyak kelapa sawit

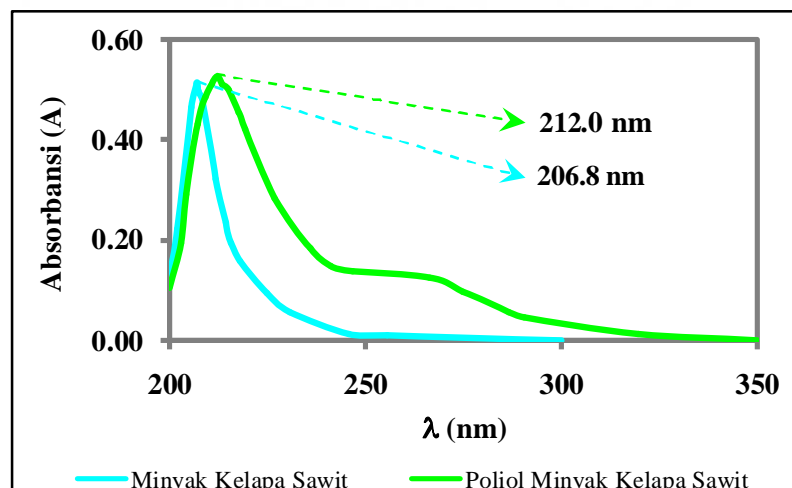
Gambar 11 menunjukkan adanya kemiripan spektra UV-Vis minyak biji karet dengan minyak kelapa sawit, yaitu keduanya memiliki satu puncak. Minyak biji karet memiliki λ_{max} pada 208,0 nm, sedangkan minyak kelapa sawit memiliki λ_{max} pada 206,8 nm.

Terjadinya pergeseran serapan λ_{max} pada spektra UV-Vis minyak dan senyawa hasil sintesis mengindikasikan bahwa minyak telah terkonversi menjadi polioliol. Gambar 12 dan 13 menunjukkan terjadinya pergeseran λ_{max} ke arah panjang

gelombang yang lebih besar. Pada minyak biji karet diperoleh λ_{\max} sebesar 208,0 nm dan mengalami pergeseran λ_{\max} menjadi 213,0 nm setelah minyak melalui proses epoksidasi dan hidrolisis (Gambar 12). Sedangkan pada minyak kelapa sawit terjadi pergeseran λ_{\max} dari 206,8 nm menjadi 212,0 nm (Gambar 13). Pergeseran ini diperkirakan karena terjadinya perubahan gugus fungsi C=C pada asam lemak tidak jenuh dari minyak menjadi poliol yang mengandung gugus hidroksil (-OH).

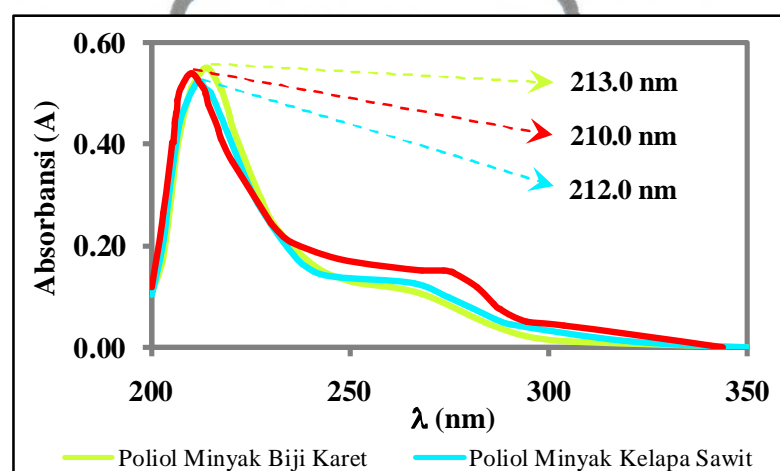


Gambar 12. Spektra UV-Vis minyak biji karet dan poliol minyak biji karet pada kondisi optimum



Gambar 13. Spektra UV-Vis minyak kelapa sawit dan poliol minyak kelapa sawit pada kondisi optimum

Spektra UV-Vis polioli minyak biji karet dan minyak kelapa sawit dibandingkan dengan spektra UV-Vis PEG-400. PEG-400 merupakan salah satu jenis polioli komersial yang berbentuk cairan kental seperti polioli minyak nabati. Dari gambar 14 memberikan informasi bahwa polioli minyak biji karet, polioli minyak kelapa sawit, dan PEG-400 memiliki bentuk spektra (sama-sama memiliki satu puncak) dan serapan λ_{\max} yang hampir sama, dimana λ_{\max} untuk ketiga senyawa tersebut berturut-turut adalah 213,0 nm; 212,0 nm; dan 210,0 nm.

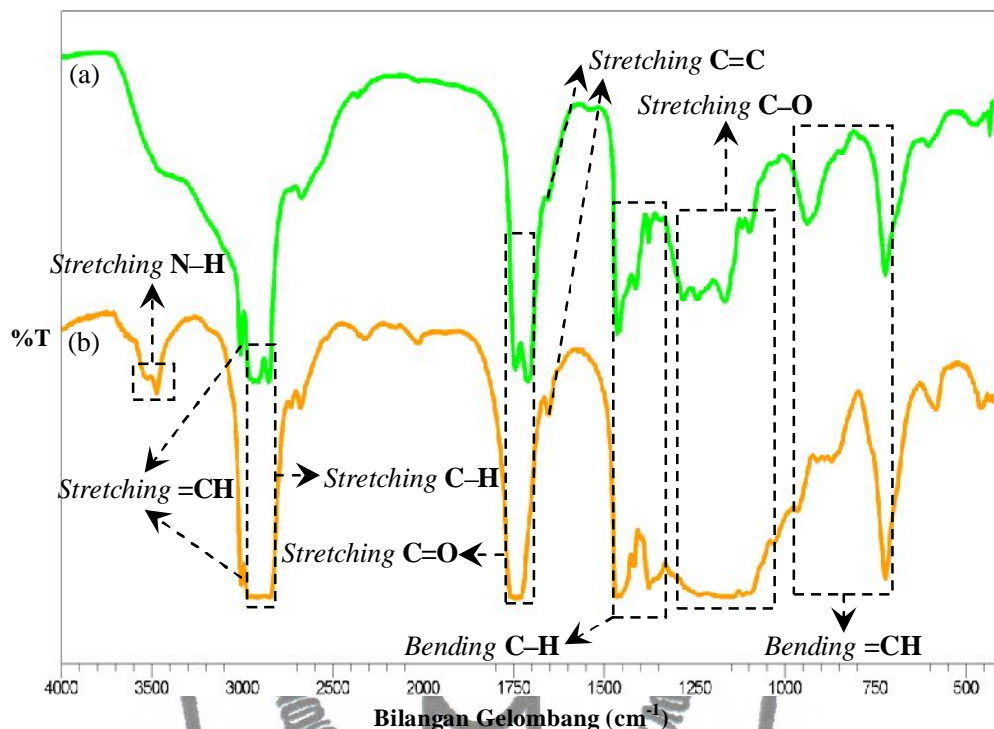


Gambar 14. Spektra UV-Vis polioli minyak biji karet (kondisi optimum), polioli minyak kelapa sawit (kondisi optimum), dan PEG-400

2. Identifikasi Gugus Fungsi dengan FT-IR

Karakterisasi dengan FT-IR dilakukan untuk mengetahui gugus-gugus fungsi yang terdapat pada minyak dan senyawa hasil sintesis.

Pada gambar 15 dapat dilihat adanya kesamaan spektra FT-IR dari minyak biji karet dengan minyak kelapa sawit. Dari analisis spektra FT-IR diketahui bahwa minyak biji karet dan minyak kelapa sawit memiliki gugus-gugus fungsi yang sama (Tabel 7).



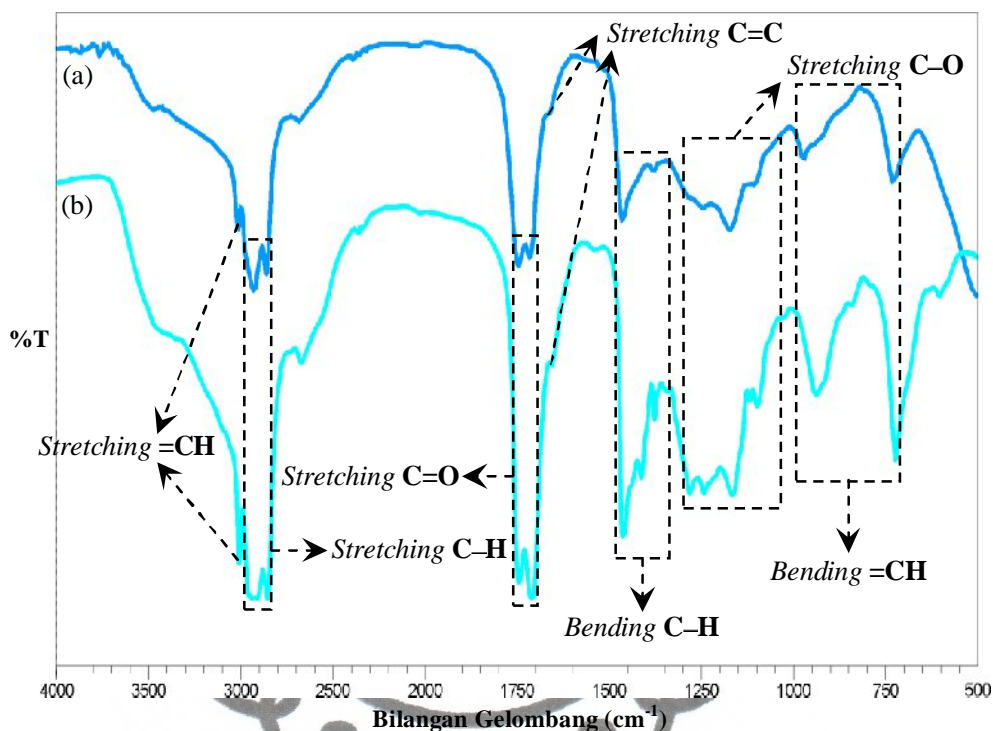
Gambar 15. Spektra FT-IR (a) minyak biji karet hasil ekstraksi dan (b) minyak kelapa sawit dalam kemasan

Tabel 7. Tabulasi Serapan Gugus Fungsi dari Minyak Biji Karet Hasil Ekstraksi dan Minyak Kelapa Sawit dalam Kemasan

No.	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	
		Minyak Biji Karet Hasil Ekstraksi	Minyak Kelapa Sawit dalam Kemasan
1.	<i>Stretching</i> N-H	—	3473,80- 3522,02
2.	<i>Stretching</i> =CH alkena	3008,95	3016,10
3.	<i>Stretching</i> C-H alkana	2854,65-2941,65	2850,79-2958,80
4.	<i>Stretching</i> C=C alkena	1654,92	1654,92
5.	<i>Stretching</i> C=O	1710,86-1745,58	1730,15
6.	<i>Bending</i> C-H alkana	1342,46-1458,18	1377,17-1467,83
7.	<i>Stretching</i> C-O	1039,50-1282,66	1033,85-1170,79
8.	<i>Bending</i> =CH alkena	723,31-939,33	721,38-966,34

Gambar 16 menunjukkan adanya kesamaan serapan gugus fungsi dari minyak biji karet hasil ekstraksi dengan literatur (Rangga dkk., 2010). Pada tabel 8 serapan gugus C=C alkena minyak biji karet literatur tidak terbaca bilangan gelombangnya, namun dari spektra (gambar 16) dapat dilihat adanya serapan khas gugus C=C alkena dengan intensitas yang lemah. Untuk serapan beberapa gugus

fungsi sepertigugus =CH alkena, C–H alkana, C=O, dan C–O mempunyai kisaran daerah serapan yang hampir sama (Tabel 8).

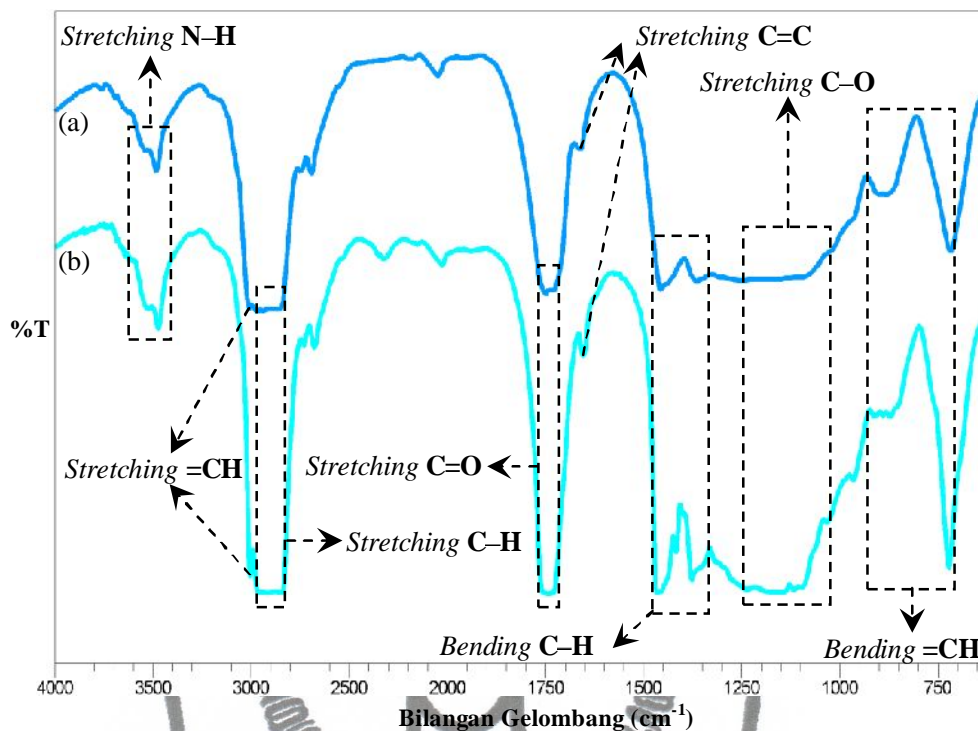


Gambar 16. Spektra FT-IR (a) minyak biji karet (Rangga dkk., 2010) dan (b) minyak biji karet hasil ekstraksi

Tabel 8. Tabulasi Serapan Gugus Fungsi dari Minyak Biji Karet Literatur dan Minyak Biji Karet Hasil Ekstraksi

No.	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	
		Minyak Biji Karet Literatur	Minyak Biji Karet Hasil Ekstraksi
1.	<i>Stretching</i> =CH alkena	3008,95 ^a	3008,95
2.	<i>Stretching</i> C–H alkana	2854,65-2924,09 ^a	2854,65-2941,65
3.	<i>Stretching</i> C=C alkena	–	1654,92
4.	<i>Stretching</i> C=O	1712,79-1743,65 ^a	1710,86-1745,58
5.	<i>Bending</i> C–H alkana	1373,32-1458,18 ^a	1342,46-1458,18
6.	<i>Stretching</i> C–O	1103,28-1242,16 ^a	1039,50-1282,66
7.	<i>Bending</i> =CH alkena	725,23-964,41 ^a	723,31-939,33

Sumber: ^aRangga dkk. (2010)



Gambar 17. Spektra FT-IR (a) minyak kelapa sawit (Mahmud,2010) dan (b) minyak kelapa sawit dalam kemasan

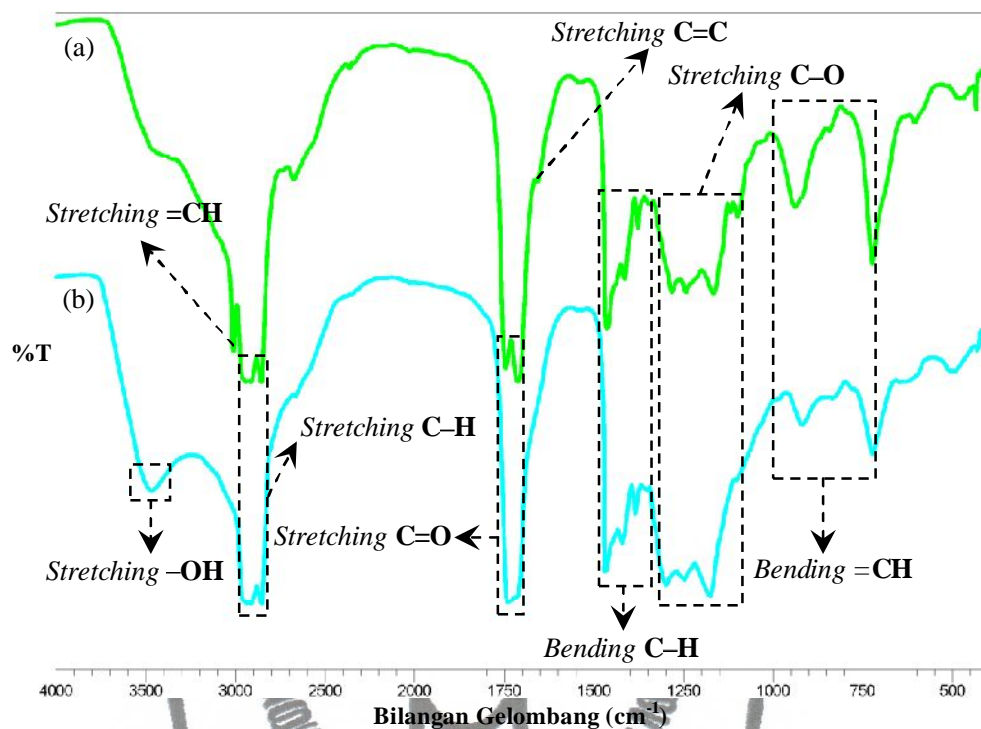
Tabel 9. Tabulasi Serapan Gugus Fungsi dari Minyak Kelapa Sawit Literatur dan Minyak Kelapa Sawit dalam Kemasan

No.	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	
		Minyak Kelapa Sawit Literatur	Minyak Kelapa Sawit dalam Kemasan
1.	<i>Stretching</i> N-H	3467,0 ^a	3473,80-3522,02
2.	<i>Stretching</i> =CH alkena	3016,2 ^a	3016,10
3.	<i>Stretching</i> C-H alkana	2856,6-2925,9 ^a	2850,79-2958,80
4.	<i>Stretching</i> C=C alkena	1654,2 ^a	1654,92
5.	<i>Stretching</i> C=O	1747,6 ^a	1730,15
6.	<i>Bending</i> C-H alkana	1369,5-1457,3 ^a	1377,17-1467,83
7.	<i>Stretching</i> C-O	1034,4-1243,8 ^a	1033,85-1170,79
8.	<i>Bending</i> =CH alkena	717,6-881,8 ^a	721,38-966,34

Sumber: ^aMahmud (2010)

Spektra FT-IR minyak kelapa sawit dalam kemasan dan minyak kelapa sawit dari literatur dapat dilihat pada gambar 17. Dari tabel 9 dapat dijelaskan bahwa baik minyak kelapa sawit dalam kemasan maupun minyak kelapa sawit dari literatur mempunyai kisaran daerah serapan beberapa gugus fungsi yang hampir sama, yaitu gugus =CH alkena, C-H alkana, C=C alkena, C=O, dan C-O.

commit to user



Gambar 18. Spektra FT-IR (a) minyak biji karet dan (b) poliol minyak biji karet pada kondisi optimum

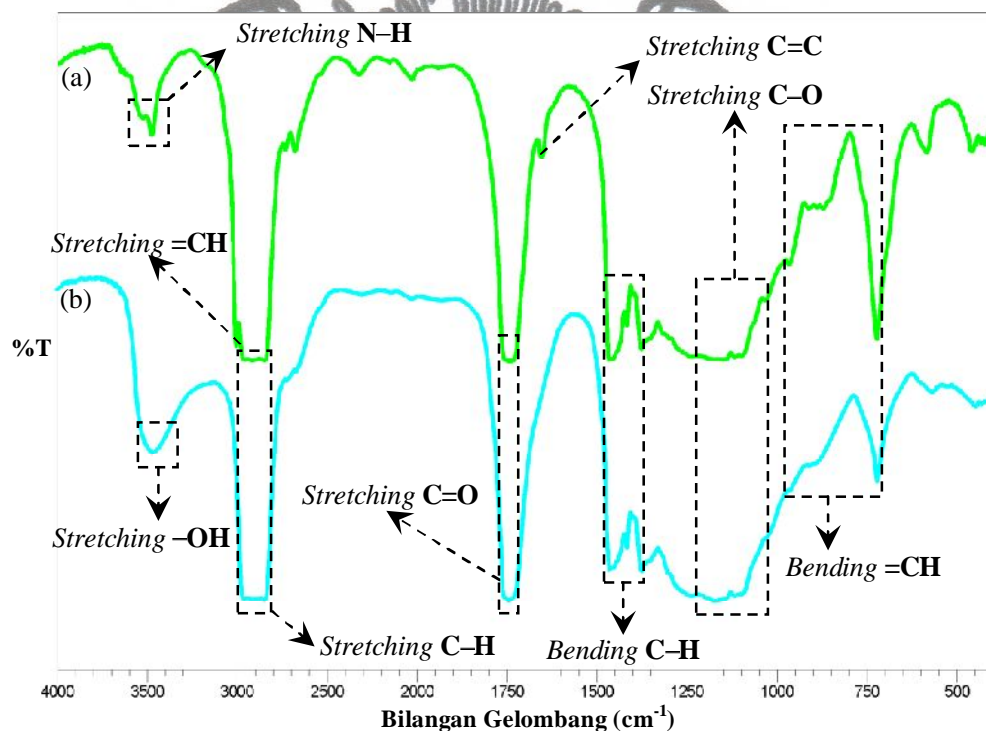
Tabel 10. Tabulasi Serapan Gugus Fungsi (a) Minyak Biji Karet dan (b) Poliol Minyak Biji Karet pada Kondisi Optimum

No.	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	
		Minyak Biji Karet	Poliol Minyak Biji Karet
1.	<i>Stretching</i> -OH alkohol (berikatan hidrogen)	-	3469,94
2.	<i>Stretching</i> =CH alkena	3008,95	-
3.	<i>Stretching</i> C-H alkana	2854,65-2941,65	2854,65-2939,52
4.	<i>Stretching</i> C=C alkena	1654,92	-
5.	<i>Stretching</i> C=O	1710,86-1745,58	1714,72-1741,72
6.	<i>Bending</i> C-H alkana	1342,46-1458,18	1350,17-1469,76
7.	<i>Stretching</i> C-O	1039,50-1282,66	1103,28-1298,09
8.	<i>Bending</i> =CH alkena	723,31-939,33	723,31-981,77

Terjadinya pergeseran serapan gugus fungsi pada spektra FT-IR mengindikasikan terjadinya perubahan struktur minyak yang telah terkonversi menjadi poliol.

Pada gambar 18 dapat dilihat pergeseran serapan gugus fungsi dari minyak biji karet menjadi poliol. Hilangnya puncak pada daerah bilangan gelombang

3008,95 cm^{-1} (gugus =CH) dan 1654,92 cm^{-1} (gugus C=C) membuktikan terjadinya perubahan ikatan rangkap pada asam lemak tidak jenuh minyak biji karet menjadi ikatan tunggal. Puncak *bending* =CH (723,31-981,77 cm^{-1}) masih terdapat pada spektra FT-IR polioliol, tetapi intensitasnya berkurang berarti masih terdapat asam lemak tidak jenuh dari minyak yang belum terkonversi sempurna menjadi polioliol. Munculnya puncak pada daerah bilangan gelombang 3469,94 cm^{-1} yang merupakan serapan khas pada gugus -OH mengindikasikan terbentuknya polioliol.



Gambar 19. Spektra FT-IR (a) minyak kelapa sawit dan (b) polioliol minyak kelapa sawit pada kondisi optimum

Pada spektra FT-IR polioliol minyak kelapa sawit dapat dilihat hilangnya puncak pada daerah bilangan gelombang 3005,10 cm^{-1} (gugus =CH) dan 1654,92 cm^{-1} (gugus C=C) kemudian munculnya puncak pada daerah bilangan gelombang 3473,80 cm^{-1} membuktikan bahwa asam lemak tidak jenuh dari minyak kelapa sawit telah terkonversi menjadi polioliol. Puncak *bending* =CH (723,31-962,48 cm^{-1}) juga masih terdapat pada spektra FT-IR polioliol, namun intensitasnya berkurang, berarti masih terdapat asam lemak tidak jenuh dari

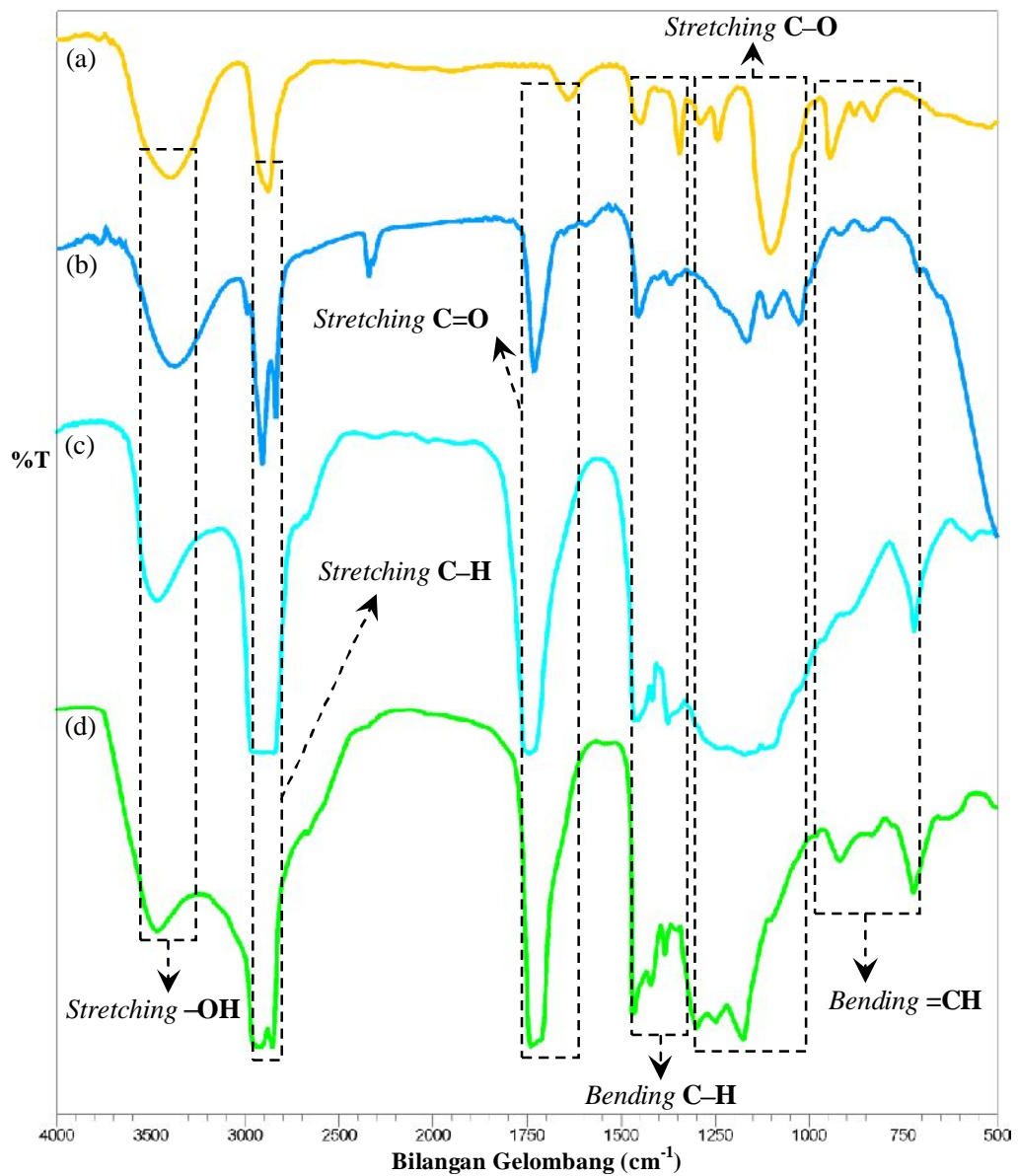
minyak yang belum terkonversi sempurna menjadi polioliol (Gambar 19). Tabulasi serapan gugus fungsi minyak dan polioliol hasil sintesis dapat dilihat pada tabel 10 dan 11.

Tabel 11. Tabulasi Serapan Gugus Fungsi (a) Minyak Kelapa Sawit dan (b) Polioliol Minyak Kelapa Sawit pada Kondisi Optimum

No.	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	
		Minyak Kelapa Sawit	Polioliol Minyak Kelapa Sawit
1.	<i>Stretching</i> N–H	3473,80- 3522,02	–
2.	<i>Stretching</i> –OH alkohol (berikatan hidrogen)	–	3473,80
3.	<i>Stretching</i> =CH alkana	3005,10	–
4.	<i>Stretching</i> C–H alkana	2850,79-2958,80	2850,79- 2964,59
5.	<i>Stretching</i> C=C alkana	1654,92	–
6.	<i>Stretching</i> C=O	1730,15	1743,65
7.	<i>Bending</i> C–H alkana	1377,17-1467,83	1375,25-1465,90
6.	<i>Stretching</i> C–O	1033,85-1170,79	1029,98- 1172,72
8.	<i>Bending</i> =CH alkana	721,38-966,34	723,31-962,48

Spektra FT-IR beberapa jenis polioliol dapat dilihat pada gambar 20. Spektra FT-IR polioliol minyak kelapa sawit dalam kemasan (gambar 20c) dan polioliol minyak kelapa sawit dari literatur (Suryani, 2009) pada gambar 20b mempunyai kisaran serapan gugus fungsi yang hampir sama (Tabel 12).

Menurut teori PEG-400 tidak memiliki gugus C=O pada strukturnya, tetapi pada hasil karakterisasi PEG-400 dengan FT-IR dapat dilihat munculnya serapan pada daerah bilangan gelombang $1643,35 \text{ cm}^{-1}$ dengan intensitas tajam yang merupakan serapan khas dari gugus C=O (gambar 20a), hal ini juga ditemui pada spektra FT-IR hasil penelitian Roy-Choudhury *et al.* (2012) yang menunjukkan serapan gugus C=O pada kisaran daerah serapan yang hampir sama, yaitu $1643,24 \text{ cm}^{-1}$ (Tabel 6). Oleh karena itu PEG-400 dapat digunakan sebagai pembandingan untuk membuktikan bahwa senyawa hasil sintesis adalah polioliol.



Gambar 20. Spektra FT-IR (a) PEG-400, (b) polioli minyak kelapa sawit (Suryani, 2009), (c) polioli minyak kelapa sawit (kondisi optimum), dan (d) polioli minyak biji karet (kondisi optimum)

Tabel 12. Tabulasi Serapan Gugus Fungsi Beberapa Jenis Polioliol

No.	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)			
		PEG-400	Polioliol Minyak Kelapa Sawit Literatur	Polioliol Minyak Kelapa Sawit Optimum	Polioliol Minyak Biji Karet Optimum
1.	<i>Stretching</i> –OH alkohol (berikatan hidrogen)	3398,57	3337,00-3385,00 ^{a,b,c}	3473,80	3469,94
2.	<i>Stretching</i> C–H alkana	2877,79	2855,32-2926,14 ^a	2850,79-2964,59	2854,65-2939,52
3.	<i>Stretching</i> C=O	1643,35	1699,00-1741,00 ^{a,c}	1743,65	1714,72-1741,72
4.	<i>Bending</i> C–H alkana	1346,04-1456,26	1462,93 ^a	1375,25-1465,90	1350,17-1469,76
5.	<i>Stretching</i> C–O	1103,28-1290,45	1039,89-1174,19 ^a	1029,98-1172,72	1103,28-1298,09
6.	<i>Bending</i> =CH alkana	831,32-945,12	–	723,31-962,48	723,31-981,77

Sumber: ^aSuryani (2009), ^bChuayjuljit *et al.* (2007), ^cWulandari dkk. (2006)

3. Densitas

Pada tabel 13 dapat dilihat kenaikan densitas dari minyak menjadi polioliol. Densitas polioliol lebih besar dibandingkan dengan minyaknya, hal ini dikarenakan berat molekul tinggi dan struktur yang lebih polar (gugus –OH). Gugus –OH menyebabkan adanya interaksi antar molekul sehingga pada polioliol mengalami peningkatan densitas.

Tabel 13. Hasil Karakterisasi Densitas Minyak dan Polioliol

Sampel	Densitas ± 2Sd (g/mL)
Minyak	
Minyak biji karet	0,896 ± 0,001
Minyak kelapa sawit	0,905 ± 0,001
Polioliol pada kondisi optimum	
Polioliol minyak biji karet	0,997 ± 0,002
Polioliol minyak kelapa sawit	0,998 ± 0,003

Polioliol minyak biji karet pada kondisi optimum memiliki densitas yang hampir sama dengan densitas polioliol minyak kelapa sawit pada kondisi optimum. Densitas dari kedua polioliol juga hampir sama dengan densitas hasil karakterisasi

yang telah dilakukan oleh Ginting (2010) pada polioli minyak kemiri sebesar 0,988 g/mL dan Ghosh *et al.* (2010) pada polioli minyak kedelai dengan densitas sebesar 1,02 g/mL. Oleh karena itu polioli hasil sintesis sudah sesuai dengan standar polioli yang telah digunakan.

4. Viskositas

Pada tabel 14 dapat dilihat kenaikan yang signifikan dari viskositas minyak menjadi polioli. Viskositas polioli minyak biji karet pada kondisi optimum hampir sama dengan viskositas polioli minyak kelapa sawit pada kondisi optimum. Viskositas keduanya berbeda dengan viskositas polioli minyak kedelai yang telah dikarakterisasi oleh Bandyopadhyay-Ghosh *et al.* (2010) sebesar 12.000 cP dan polioli minyak kanola yang dikarakterisasi oleh Narine *et al.* (2007) sebesar 906,7 cP. Perbedaan ini dikarenakan minyak kedelai mempunyai kandungan asam lemak tidak jenuh sebesar 84% (Ghosh-Roy, 2009) dan minyak kanola mempunyai kandungan asam lemak tidak jenuh sebesar 90% (Narine *et al.*, 2007).

Tabel 14. Hasil Karakterisasi Viskositas Minyak dan Polioli

Sampel	Viskositas \pm 2Sd (cP)
Minyak	
Minyak biji karet	42,627 \pm 0,243
Minyak kelapa sawit	43,416 \pm 0,128
Polioli pada kondisi optimum	
Polioli minyak biji karet	563,961 \pm 0,188
Polioli minyak kelapa sawit	569,355 \pm 0,256

Viskositas sangat sensitif terhadap berat molekul. Kenaikan viskositas pada polioli karena keberadaan gugus polar ($-OH$) yang meningkatkan interaksi antarmolekul (Ghosh *et al.*, 2010).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Bedasarkan data hasil penelitian dan uraian pembahasan, disimpulkan sebagai berikut :

1. Rendemen polioli minyak biji karet sama dengan rendemen polioli minyak kelapa sawit.
2. Komposisi $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$ menentukan rendemen polioli hasil sintesis baik dari minyak biji karet maupun minyak kelapa sawit sesuai dengan fungsi kuadrat dan menghasilkan rendemen optimum pada rasio mol $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2 = 4/1$.
3. Konsentrasi H_2SO_4 menentukan rendemen polioli hasil sintesis baik dari minyak biji karet maupun minyak kelapa sawit sesuai dengan fungsi kuadrat dan menghasilkan rendemen optimum pada konsentrasi $\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\% \text{ v/v}$.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pemisahan larutan NaSO_4 yang masih terdapat dalam polioli hasil sintesis.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh parameter lain yang dapat menentukan rendemen polioli seperti : kecepatan pengadukan, pH, variasi katalis, variasi minyak yang digunakan.