PEMBUATAN POLIURETAN DARI ETILEN GLIKOL DAN *POLYMER 4,4 DIPHENYL METHANE DIISOCYANATE* (pMDI)

DI LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (LIPI) BIOMATERIAL

(Februari-Juli 2020)

TUGAS AKHIR

Oleh
MEITA ALVIRA PRAMESTI
NIM: 1516006

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

Dipindai dengan CamScanner

No. Dok: 6055
Copy : 1.

D
660.9
PRA
P

PEMBUATAN POLIURETAN DARI ETILEN GLIKOL DAN *POLYMER 4,4 DIPHENYL METHANE DIISOCYANATE* (pMDI)

DI LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (LIPI) BIOMATERIAL (Februari-Juli 2020)

TUGAS AKHIR

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

Oleh

MEITA ALVIRA PRAMESTI
NIM: 1516006

DATA BUKU PERPUSTAKAAN

Tgl Terima	12/04/2022
No Induk Buku	176/H06/SD/IV/22

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
2020

SUMBANGAN ALUMNI

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

PEMBUATAN POLIURETAN DARI ETILEN GLIKOL DAN *POLYMER 4,4 DIPHENYL METHANE DIISOCYANATE* (pMDI)

Oleh
Meita Alvira Pramesti
NIM: 1516006
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Poliuretan merupakan salah satu material polimer yang banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti bahan pembungkus dan perekat. Poliuretan terbentuk dari hasil reaksi antara poliol dan isosianat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu reaksi polimerisasi, penambahan pMDI dan laju pengadukan terhadap perolehan *yield*, gugus fungsi. Metode pembuatan poliuretan yang digunakan yaitu metode reaksi polimerisasi antarmuka antara Polimer 4,4 *diphenyl methane diisocyanate* (pMDI) dan pelarut etilen glikol dengan variasi suhu reaksi polimerisasi yaitu sebesar 25, 40, 60, dan 80 (°C). Variasi laju pengadukan masing-masing sebesar 300, 400, 500 dan 600 (rpm). Serta variasi penambahan pMDI sebesar 3, 5, 7, dan 9 (ml). Alat yang digunakan proses mikroenkapsulasi menggunakan gelas beker, *hot plate* dan *magnetic stirrer*. Hasil pembentukan poliuretan tersebut akan menghasilkan mikrokapsul. Mikrokapsul yang terbentuk dilakukan perhitungan *yield*, analisis gugus fungsi menggunakan FTIR, dan pengukuran diameter mikrokapsul menggunakan *Digital Microscope Keyence*. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh *yield* terbesar pada variasi suhu 60 °C sebesar 3,81%, penambahan pMDI 5 ml sebesar 20,22% dan laju pengadukan 600 rpm sebesar 15,23%. Hasil FTIR terlihat adanya gugus uretan pada permukaan mikrokapsul yang terbentuk dari reaksi antara isosianat dan gugus hidroksil sehingga menghasilkan reaksi ikatan yang diinginkan. Hasil pengukuran dengan mikroskop menunjukkan diameter mikrokapsul sebesar 30,6 µm dan 35,3 µm.

Kata kunci: Isosianat, poliuretan, mikrokapsul, perekat, *yield*, gugus fungsi, diameter

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PEMBUATAN POLIURETAN DARI ETILEN GLIKOL DAN *POLYMER 4,4 DIPHENYL METHANE DIISOCYANATE* (pMDI)

Meita Alvira Pramesti
NIM: 1516006
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, Agustus 2020

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng.	**Andi Rusnaenah, S.T, M.T, M.Si**
NIP: 198505112014022001	NIP. 197407192011012001

Menyetujui,
Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer

Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng.
NIP: 198505112014022001

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

GUGUS FUNGSI DAN RENDEMEN MIKROKAPSUL ISOSIANAT DENGAN PELARUT ETILEN GLIKOL

Meita Alvira Pramesti
NIM: 1516006
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Cibinong, Juli 2020

Pembimbing



Dr. Lisman Suryanegara, M. Agr.
NIP. 197502092000121002

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS AKHIR

PEMBUATAN POLIURETAN DARI ETILEN GLIKOL DAN *POLYMER 4,4 DIPHENYL METHANE DIISOCYANATE* (pMDI)

Meita Alvira Pramesti
NIM: 1516006
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, September 2020

Penguji 1	Penguji 2
Ir. Untung Prayudie, MTA	**Reviana Inda D.S.,S.T., M.Eng**
NIP. 196102081991031001	NIP. 198911202018012001

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng.	**Andi Rusnaenah, S.T, M.T, M.Si**
NIP. 198505112014022001	NIP. 197407192011012001

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR

PEMBUATAN POLIURETAN DARI ETILEN GLIKOL DAN *POLYMER 4,4 DIPHENYL METHANE DIISOCYANATE* (pMDI)

Meita Alvira Pramesti
NIM: 1516006
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, Oktober 2020

Penguji 1	Penguji 2
Ir. Untung Prayudie, MTA	**Dr. Ir. Lintong Sopandi H, MSc**
NIP. 196102081991031001	NIP. 195803221986031002

Penguji 3	Dosen Pembimbing
Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.	**Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng.**
NIP.198210012014022001	NIP. 198505112014022001

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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

Nama	: Meita Alvira Pramesti
NIM	: 1516006
Program Studi	: Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya yang buat dengan judul Pembuatan Poliuretan dari Etilen Glikol dan *Polymer 4,4 Diphenyl methane diisocyanate* (pMDI)

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

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

Jakarta, Agustus 2020



Meita Alvira Pramesti

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir. Penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan tugas akhir ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Mustofa, S.T, M.T, selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
2. Fitria Ika Aryanti, S.T, M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta serta Selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam menyusun laporan penelitian tugas akhir.
3. Andi Rusnaenah, S.T, M.T, M.Si selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam menyusun laporan penelitian tugas akhir.
4. Ella Melyna S.T, M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer
5. Dr. Lisman Suryanegara M.Agr selaku pembimbing 1 penelitian tugas akhir di LIPI Biomaterial yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam menyusun laporan penelitian tugas akhir.
6. Dr. Muhammad Adly Rahandi Lubis S.Hut selaku pembimbing 2 penelitian tugas akhir di LIPI Biomaterial yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam menyusun laporan penelitian tugas akhir.
7. Kedua orangtua, dan kakak yang telah memberi dukungan dalam bentuk apapun dalam penyusunan laporan penelitian tugas akhir ini
8. Sahabat serta teman-teman yang telah memberi dukungan dalam bentuk apapun dalam penyusunan laporan penelitian tugas akhir

Dipindai dengan CamScanner

Penulis juga menyadari bahwa di dalam pelaksanaan penelitian maupun penyusunan laporan ini terdapat banyak kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan sebagai manusia yang masih dalam tahap belajar. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga laporan penulis selanjutnya dapat menjadi lebih baik. Akhir kata semoga laporan ini dapat memberi manfaat untuk memberikan informasi dalam mengembangkan teknologi penggunaan mikrokapsul isosianat

Jakarta, Agustus 2020

Penulis

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR ISI

ABSTRAK iii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING iv
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR v
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS AKHIR vi
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR vii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR viii
KATA PENGANTAR ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR LAMPIRAN xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR SINGKATAN xvii
Bab I Pendahuluan 1
I.1 Latar Belakang 1
I.2 Rumusan Masalah 1
I.3 Batasan Masalah 2
I.4 Tujuan 2
I.5 Manfaat 3
Bab II Tinjauan Pustaka 4
II.1 Poliuretan 4
II.1.1 Isosianat 5
II.1.2 Poliol 6
II.2 Surfaktan 8
II.3 Mikrokapsul 9
II.3.1 Teknik Mikroenkapsulasi 11
II.3.2 Polimerisasi Antarmuka 12
II.3.3 Tahap Polimerisasi Antarmuka dalam Pembuatan Mikrokapsul 13
II.3.4 Aplikasi Mikrokapsul 14
II.4 Perhitungan *Yield* 15
II.5 Karakterisasi Gugus Fungsi 16
II.6 Pengukuran Diameter Mikrokapsul Isosianat 20
Bab III Metode 21
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian 21
III.2 Alat dan Bahan Penelitian 21

Dipindai dengan CamScanner

III.2.1 Alat yang digunakan 21
III.2.2 Bahan yang digunakan 22
III.3 Variabel Penelitian 22
III.3.1 Variabel Tetap 22
III.3.2 Variabel Bebas 22
III.4 Prosedur Penelitian 23
III.4.1 Persiapan Bahan 23
III.4.2 Proses Pembuatan Mikrokapsul Isosianat dengan Variasi Beberapa Parameter 24
III.4.3 Perhitungan *Yield* 25
III.4.4 Karakterisasi Gugus Fungsi 25
III.4.5 Pengukuran Diameter Mikrokapsul Isosianat 27
Bab IV Hasil dan Pembahasan 28
IV.1 Mikrokapsul dengan Variasi Suhu Reaksi Polimerisasi 28
IV.1.1 Pengaruh Suhu Reaksi Polimerisasi terhadap Perhitungan *Yield* 28
IV.1.2 Pengaruh Suhu Reaksi Polimerisasi terhadap Gugus Fungsi 29
IV.2 Mikrokapsul dengan Variasi Penambahan pMDI 30
IV.2.1 Pengaruh Penambahan pMDI terhadap Perhitungan *Yield* 30
IV.2.2 Pengaruh Penambahan pMDI terhadap Gugus Fungsi 31
IV.3 Mikrokapsul dengan Variasi Laju Pengadukan 32
IV.3.1 Pengaruh Laju Pengadukan terhadap Perhitungan *Yield* 33
IV.3.2 Pengaruh Laju Pengadukan terhadap Gugus Fungsi 33
IV.4 Pengukuran Diameter Mikrokapsul Isosianat 35
Bab V Penutup 36
V.1 Kesimpulan 36
Berdasarkan hasil karakterisasi serta analisis data maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut: 36
V.2 Saran 36
DAFTAR PUSTAKA 37

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Lembar Permohonan Tugas Akhir	41
Lampiran B	Lembar Keterangan Penerimaan Tugas Akhir	42
Lampiran C	Lembar Surat Tugas Dosen Pembimbing Tugas Akhir	43
Lampiran D	Gambar Bahan	45
Lampiran E	Gambar Alat	46
Lampiran F	Gambar Sampel Mikrokapsul	49
Lampiran G	Perhitungan *Yield*	50

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Reaksi Pembentukan Poliuretan 4
Gambar II.2 Struktur Molekul Isosianat.....5
Gambar II.3 Struktur Kimia dari *Polymer 4, 4 diphenyl methane diisocyanate* (pMDI).....6
Gambar II.4 Struktur Poliester Poliol (a) dan Polieter Poliol (b).....7
Gambar II.5 Strtuktur Poliol 7
Gambar II.6 Struktur Tween 80 9
Gambar II.7 Sistematik Mikrokapsul.....9
Gambar II.8 Ilustrasi Skematik Polimerisasi Antarmuka 13
Gambar II.9 Tahapan Polimerisasi Antarmuka pada Pembuatan Mikrokapsul Isosianat 14
Gambar II.10 Komponen Dasar pada FTIR.....17
Gambar II.11 Spektra FTIR dari Mikrokapsul Isosianat 19
Gambar II.12 Spektra FTIR dari Mikrokapsul Isosianat 20
Gambar III.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian Pembuatan Mikrokapsul Isosianat 23
Gambar III.2 *Fourier Transform Infrared* (FTIR).....25
Gambar III.4 Mikroskop Digital Keyence 27
Gambar IV.1 Mikrokapsul Isosianat Variasi Suhu Reaksi Polimerisasi (a) M-pMDI 5 ml-25°C- 600 rpm, (b) M-pMDI 5 ml-40°C- 600 rpm, (c) M-pMDI 5 ml-60°C- 600 rpm, dan (d) M-pMDI 5 ml-80°C- 600 28
Gambar IV.2 Spektra FTIR dari Mikrokapsul Isosianat dengan Variasi Suhu Reaksi Polimerisasi.....29
Gambar IV.3 Mikrokapsul Isosianat Variasi Penambahan pMDI (a) M-pMDI 3 ml-60°C- 600 rpm, (b) M-pMDI 5 ml-60°C- 600 rpm, (c) M-pMDI 7 ml 60°C- 600 rpm, (d) M-pMDI 9 ml-60°C- 600 rpm.....30
Gambar IV.4 Spektra FTIR dari Mikrokapsul Isosianat dengan Variasi Penambahan pMDI 31
Gambar IV.5 Mikrokapsul Isosianat Variasi Laju Pengadukan (a) M-pMDI 5 ml-60°C- 300 rpm, (b) M-pMDI 5 ml -60°C- 400 rpm, (c) M-pMDI 5 ml-60°C- 500 rpm, (d) M-pMDI 5 ml -60°C- 600 rpm 32
Gambar IV.6 Spektra FTIR Mikrokapsul Isosianat Variasi Laju Pengadukan 34
Gambar IV.7 Mikrokapsul diamati Menggunakan Mikroskop.....35

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Sifat Fisik dari Etilen Glikol	8
Tabel II.2	Metode Utama Mikroenkapsulasi	12
Tabel II.3	Jenis Ikatan dan Absorpsi Inframerah	18
Tabel III.1	Variabel Bebas dalam Pembuatan Mikrokapsul Isosianat	22
Tabel IV.1	Perhitungan *Yield* pada Variasi Suhu Reaksi Polimerisasi	28
Tabel IV.2	Data Spektra FTIR dari Mikrokapsul Isosianat dengan Variasi Suhu Reaksi Polimerisasi .	29
Tabel IV.3	Perhitungan *Yield* pada Variasi Penambahan pMDI	31
Tabel IV.4	Data Spektra FTIR Mikrokapsul Isosianat Variasi Penambahan pMDI	32
Tabel IV.5	Perhitungan *Yield* Mikrokapsul Isosianat Variasi Laju Pengadukan	33
Tabel IV.6	Data Spektra FTIR Mikrokapsul Isosianat Variasi Laju Pengadukan.	34

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
FTIR	*Fourier Transform Infrared*	3
HDI	Heksametilen Diisosianat	5
IPDI	Isoforon Diisosianat	5
IR	*Infrared*	17
MDI	*Diphenyl methane diisocyanate*	5
MpMDI	Mikrokapsul pMDI	18
PAPI	*Polyaryl polymethylene isocyanates*	2
pMDI	Polimer 4,4 *diphenyl methane diisocyanate*	2
TDI	Toluen Diisosianat	5
UF	*Urea Formaldehyde*	15

Dipindai dengan CamScanner

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah, Mengambil : Dosa

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Kebutuhan dan penggunaan poliuretan di dunia semakin meningkat, termasuk di Indonesia. Poliuretan banyak digunakan karena proses pembuatan yang mudah serta harganya murah. Dalam kehidupan sehari-hari poliuretan biasa diaplikasikan dalam pembuatan busa (*foam*), perekat, pelapis (*coating*), dan lain-lain (Chattopadhyay dan Raju, 2007).

Poliuretan mulai digunakan pada teknologi mikroenkapsulasi sebagai bahan pelapis (*shell*) (Triwulandari, 2012). Proses mikroenkapsulasi dilakukan dengan metode polimerisasi antarmuka. Secara umum, pembuatan emulsi diawali dari dua fase yang tidak saling larut, masing-masing fase mengandung monomer komplementer. Setelah terjadi emulsifikasi, selanjutnya kulit (*shell*) polimer dari mikrokapsul akan terbentuk pada permukaan *droplet* (Pense dkk., 1994).

Pembuatan mikrokapsul berbahan dasar pMDI yang dilakukan oleh Lubis dkk., (2020) melalui metode polimerisasi antarmuka menghasilkan mikrokapsul yang mengenkapsulasi bahan inti dengan pelapis poliuretan. Ma dkk., (2017) telah mengembangkan mikrokapsul isosianat dibuat menggunakan metode polimerisasi antarmuka dengan bahan *Polyaryl polymethylene isocyanates* (PAPI) dan 1,4-butanediol. Reaksi pembentukan mikrokapsul menghasilkan jumlah *yield* berfluktuasi.

Berdasarkan penjelasan di atas penelitian ini menggunakan bahan isosianat berupa pMDI dengan metode antarmuka yang menghasilkan mikrokapsul isosianat. Mikrokapsul yang terbentuk dilakukan perhitungan *yield,* karakterisasi gugus fungsi, dan pengukuran diameter.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

Dipindai dengan CamScanner

1. Bagaimana pengaruh suhu reaksi polimerisasi terhadap gugus fungsi dan *yield* mikrokapsul?
2. Bagaimana pengaruh penambahan pMDI terhadap gugus fungsi dan *yield* mikrokapsul?
3. Bagaimana pengaruh laju pengadukan terhadap gugus fungsi dan *yield* mikrokapsul?

I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Isosianat yang digunakan berupa Polimer 4, 4 *diphenyl methane diisocyanate* (pMDI) diperoleh dari PT Koyolem Indonesia.
2. Aseton diperoleh dari Merck.
3. Poliol yang digunakan berupa etilen glikol diperoleh dari Merck.
4. Surfaktan yang digunakan berupa Tween 80 diperoleh dari PT Brataco.
5. Suhu reaksi polimerisasi pada pembuatan mikrokapsul yang divariasikan adalah 25 °C, 40 °C, 60 °C, 80 °C.
6. Isosianat berupa pMDI pada pembuatan mikrokapsul divariasikan sebesar 3 ml, 5 ml, 7 ml, dan 9 ml.
7. Laju pengadukan pada pembuatan mikrokapsul divariasikan yaitu 300 rpm, 400 rpm, 500 rpm, 600 rpm.
8. Karakterisasi gugus fungsi menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) tipe *Spectrum Two*
9. Pengukuran mikrokapsul menggunakan *Digital Microscope Keyence* (VHX-6000)

I.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh suhu reaksi polimerisasi terhadap gugus fungsi dan *yield* mikrokapsul.
2. Mengetahui pengaruh penambahan pMDI terhadap gugus fungsi dan *yield* mikrokapsul.

Dipindai dengan CamScanner

3. Mengetahui pengaruh laju pengadukan terhadap gugus fungsi dan *yield* mikrokapsul.

I.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan ilmu pengetahuan secara lebih mendalam kepada mahasiswa mengenai perkembangan mikrokapsul isosianat.
2. Memberikan informasi tambahan kepada perguruan tinggi mengenai perkembangan mikrokapsul isosianat yang relatif baru dan belum dikembangkan.
3. Memberikan informasi kepada industri mengenai perkembangan mikrokapsul isosianat yang relatif baru dan belum dikembangkan

Dipindai dengan CamScanner

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah, Mengambil : Dosa

Bab II Tinjauan Pustaka

II.1 Poliuretan

Poliuretan merupakan suatu jenis hasil reaksi polikondensasi antara dua atau lebih gugus isosianat (Bouchemal dkk., 2004). Poliuretan juga sering disebut poliisosianat, dimana gugus isosianat (-NCO) bersifat sangat reaktif membentuk uretan dengan alkohol (Lase, 2009). Berdasarkan jenisya, poliuretan berupa termoplastik atau termoset yang merupakan produk reaksi isosianat polifungsi dan alkohol polihidroksi atau poliester tertentu (Hasibuan, 2014). Reaksi pembentukan poliuretan dapat dilihat pada Gambar II.1.



Gambar II.1 Reaksi Pembentukan Poliuretan
Sumber: Triwulandari, 2012

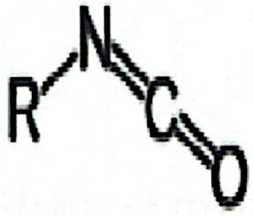
Poliuretan dapat disintesis dengan densitas yang bervariasi mulai dari 6 kg/m^3 hingga 1220 kg/m^3 serta kekakuan bervariasi pula mulai dari elastomer bersifat fleksibel hingga plastik kaku dan rigid. Dengan demikian produk poliuretan berbentuk elastomer termoplastik linier lunak sampai busa termoset keras (Rohaeti, 2005)

Poliuretan memiliki beberapa kelebihan seperti memiliki kekuatan, daya kekerasan, modulus, dan juga elongasi yang tinggi (Priscaria, 2011). Dikarenakan kelebihan tersebut, poliuretan banyak di aplikasikan diberbagai bidang seperti kedokteran, poliuretan digunakan sebagai bahan pelindung muka, kantung darah, dan bahan tabung, di bidang otomotif, poliuretan dapat dijumpai sebagai komponen kendaraan meliputi bagian eksterior serta interior misalnya bumper, panel-panel *body*, dan tempat duduk. Selain itu poliuretan juga digunakan untuk furnitur, bangunan konstruksi, pabrik pelapis, serta bahan pembungkus (Rohaeti, 2005).

Dipindai dengan CamScanner

II.1.1 Isosianat

Isosianat adalah senyawa yang sangat reaktif dikarenakan berikatan gugus -NCO (Six dan Richter, 2003). Senyawa isosianat salah satu bahan baku dalam pembentukan poliuretan. Struktur molekul isosianat dapat dilihat pada Gambar II.2.



Gambar II.2 Struktur Molekul Isosianat
Sumber: Donda dkk., 2012

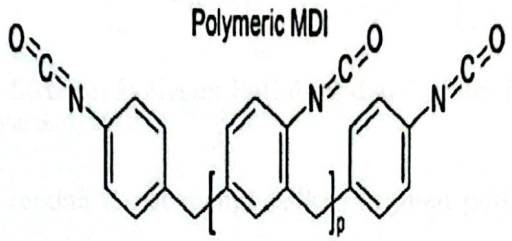
Isosianat dapat diklasifikasikan sebagai isosianat aromatik yaitu metilen diisosianat (MDI), dan toluen diisosianat (TDI) (Prihastuti, 2008). Isosianat alifatik misalnya heksametilen diisosianat (HDI) atau isoforon diisosianat (IPDI). Isosianat yang paling banyak digunakan dalam pembuatan poliuretan yaitu TDI dan MDI.

TDI biasa digunakan untuk membuat busa fleksibel atau isolasi, sedangkan MDI sebagai bahan pembuatan busa kaku, insulasi di gedung-gedung, peralatan industri dan kendaraan (Triwulandari, 2012). Isosianat termasuk perekat memiliki kekuatan lebih tinggi dibanding perekat lainnya (Darwis dkk., 2014). Isosianat bereaksi bukan hanya dengan *aquaeus* tetapi juga kayu menghasilkan ikatan kimia yang kuat (*chemical bonding*). Perekat jenis isosianat mempunyai kelebihan antara lain mudah dan aman serta ramah lingkungan, memiliki kuat ikat tinggi, tahan terhadap air panas, tahan lama, pH netral, serta waktu pematangan cepat pada suhu kamar (Sari dkk., 2016).

Perekat ini diaplikasikan untuk penggunaan eksterior seperti industri kayu lapis, furnitur, papan laminasi dengan proses tekan panas maupun dingin dari alat kempa dan juga pemanasan suhu tinggi. Jenis isosianat yang digunakan dalam penelitian ini berupa Polimer 4,4 *diphenyl methane diisocyanate* (pMDI). pMDI merupakan

Dipindai dengan CamScanner

campuran monomer MDI dan metilena polifenil poliisosianat (Nuryawan dan Alamsyah, 2018). Struktur kimia dari pMDI dapat dilihat pada Gambar II.3.



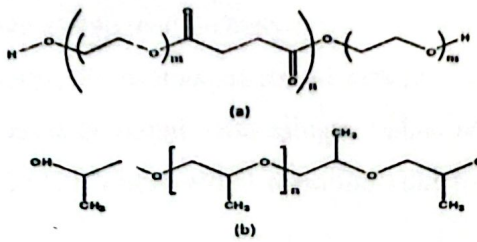
Gambar II.3 Struktur Kimia dari Polimer 4,4 *diphenyl methane diisocyanate* (pMDI)
Sumber: Nuryawan dan Alamsyah, 2018.

pMDI berbentuk cairan berwarna cokelat jernih dengan viskositas sebesar 0,5 Pa.s, bertekanan uap rendah mengandung 25-80% monomer MDI serta oligomer yang mengandung 3-6 cincin dan isomer minor lainnya (Nuryawan dan Alamsyah, 2018). pMDI bereaksi dengan beberapa bahan kimia seperti polieter, poliester, dan poliol untuk membentuk prapolimer sehingga dapat meningkatkan penanganan keragaman sifat dalam polimer.

II.1.2 Poliol

Poliol adalah suatu senyawa yang memiliki beberapa gugus fungsi hidroksil dalam molekulnya. Molekul dengan dua gugus hidroksil disebut diol, sedangkan tiga gugus hidroksil biasa disebut triol. Poliol paling sederhana misalnya etilen glikol, 1, 4-butandiol, dan 1, 6-heksandiol (Triwulandari, 2012). Sekitar 75% dari semua poliol adalah polieter poliol, dan 25% adalah poliester dan poliol lainnya. Poliester poliol lebih stabil terhadap hidrolisis, tetapi kurang stabil terhadap oksidasi dibandingkan dengan poliester poliol. Oleh karena itu, polieter poliol sebagian besar distabilkan oleh antioksidan. Poliester poliol umumnya lebih kental dan kurang stabil terhadap hidrolisis, tetapi poliuretan yang dihasilkan sering menunjukkan sifat fisik lebih baik (Avar dkk, 2012). Contoh struktur poliester poliol dan polieter alkohol dapat dilihat pada Gambar II.4.

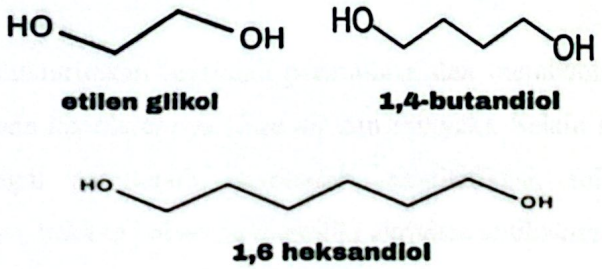
Dipindai dengan CamScanner



Gambar II.4 Struktur Poliester Poliol (a) dan Polieter Poliol (b)
Sumber: Triwulandari, 2012

Reaktan berat molekul rendah dapat menghasilkan segmen polimer yang keras dan kaku karena tingginya konsentrasi gugus uretan terbentuk dalam cincin polimer. Berat molekul dari poliol lebih besar sebagai reaktan utama yang menghasilkan rantai polimer gugus uretan lebih besar dan rantai alkil lebih fleksibel. Kebanyakan poliol dengan berat molekul tinggi diperoleh dari proses polimerisasi. Contoh molekul tinggi poliol berupa polieter dan poliester. Poliol dengan rantai lebih pendek memberikan produk polimer lebih kaku seperti busa kaku dan pelapis berkinerja tinggi (*high performance coating*). Adapun poliol berantai panjang menghasilkan produk polimer lembut, serta lentur seperti busa fleksibel dan elastomer (Triwulandari, 2012).

Pada pembuatan mikrokapsul perlu diperhatikan berat poliol yang digunakan karena perbedaan berat poliol mempengaruhi distribusi ukuran rata-rata kapsul dan membuat lebar distribusi ukuran partikel (Hong dan Park, 1999). Struktur poliol dapat dilihat pada Gambar II.5.



Gambar II.5 Strtuktur Poliol
Sumber: Triwulandari, 2012

Poliol berupa etilen glikol (1, 2-etanadiol) pertama kali ditemukan oleh seorang ahli kimia dari Prancis bernama Charles Adolphe Wurtz pada tahun 1859, memiliki rumus molekul $HOCH_2CH_2OH$. Etilen glikol bersifat mudah larut dengan banyak jenis pelarut

Dipindai dengan CamScanner

polar seperti air, alkohol dan aseton, namun hanya sedikit larut dalam jenis pelarut non polar seperti benzena, toluena, diklorometana dan kloroform. Etilen glikol digunakan sebagai *antifreeze* dalam radiator mobil serta sebagai bahan baku untuk pembuatan serat poliester (Yue dkk, 2012). Etilen glikol memiliki sifat fisik yang dapat dilihat pada Tabel II.1.

Tabel II.1 Sifat fisik dari etilen glikol (Yue dkk., 2012)

Keadaan fisik	Cair
Warna	Jernih, tidak berwarna
Bau	Tidak berbau
Berat molekul	62.1 $g.mol^{-1}$
Densitas	1113.5 x 10^{-9} $g.m^{-3}$
Viskositas	19.8 x 10^{-3} Pa.s
Titik didih	197.6 °C
Titik beku	-13.0°C
Tekanan uap	7.5 Pa

II.2 Surfaktan

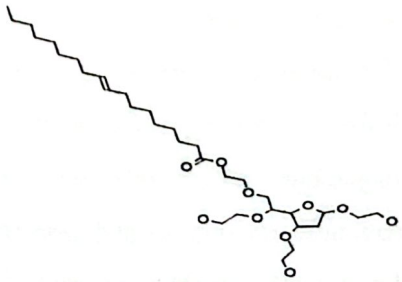
Surfaktan atau *surface active agent* adalah suatu kelompok senyawa yang memiliki gugus hidrofilik (suka air) dan hidrofobik (tidak suka air), atau disebut juga ampifilik karena surfaktan bisa berikatan dengan air dan minyak sekaligus (Alfauziyah, 2018). Surfaktan diklasifikasikan berdasarkan gugus hidrofiliknya menjadi anionik, kationik, amfoterik, dan nonionik.

Surfaktan dapat menurunkan tegangan permukaan dan membentuk emulsi dari dua cairan yang berbeda kepolarannya (fase air dan minyak). Selain itu fungsi surfaktan diantaranya sebagai pembersih, pembasah, emulsifikasi, solubilisasi, dispersi, peningkat penetrasi, bahkan beberapa memiliki aktivitas antibakteri (Alfauziah, 2018).

Surfaktan berupa Tween 80 atau bernama lain *polysorbate 80* adalah ester asam lemak polioksietilen sorbitan sebagai pengemulsi nonionik tidak berbau dan berasa yang memiliki rumus molekul $C_{62}H_{124}O_{26}$, berat molekul 1310 g/mol, serta pH-nya 8.

Dipindai dengan CamScanner

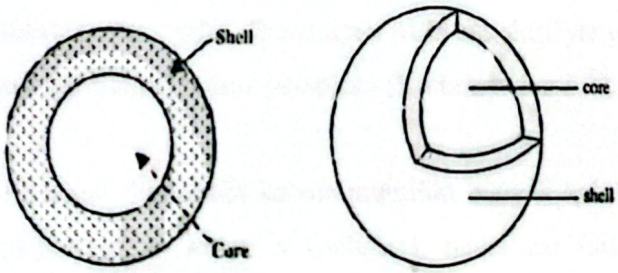
Tween 80 berwujud cair, berwarna kekuningan dan berminyak. Tween 80 larut di dalam air dan etanol, namun tidak larut dalam minyak mineral. Struktur dari Tween 80 dapat dilihat pada Gambar II.6 (Karjiban dkk, 2012).



Gambar II.6 Struktur Tween 80
Sumber: Rowe dkk., 2009

II.3 Mikrokapsul

Mikroenkapsulasi merupakan suatu proses penyalutan partikel padatan berukuran mikron, *droplet*, cairan, atau gas dalam suatu kulit penyalut yang *inert*, untuk mengisolasi dan melindungi dari lingkungan ekstrenal (Septevani dkk., 2012). Produk akhir dari proses mikroenkapsulasi disebut sebagai mikrokapsul. Mikrokapsul berupa partikel, biasanya memiliki rentang ukuran partikel antara 1-5000 µm (Lachman dan Lieberman, 1994). Mikrokapsul terbagi menjadi dua bagian antara lain inti (*core*) biasanya dari isosianat dan bagian penyalut (*shell*) seperti poliuretan yang terbentuk oleh reaksi antara isosianat dan juga poliol (Ghosh, 2009). Sistematik mikrokapsul dapat dilihat pada Gambar II.7.



Gambar II.7 Sistematik Mikrokapsul
Sumber: Ghosh, 2006

Beberapa jenis material inti yang dapat dienkapasulasi diantaranya yaitu pigmen, pewarna, monomer, katalis, *curing agent*, *flame retardant*, *plasticizer*, dan nanopartikel

Dipindai dengan CamScanner

(Ghosh, 2006). Melimpahnya polimer alam dan polimer buatan telah memberikan ruang lingkup yang luas dalam pemilihan material penyalut (*shell*), dapat ditembus (*permeable*), setengah dapat ditembus (*semipermeable*) atau tidak bisa ditembus (*impermeable*). Kulit penyalut *permeable* digunakan untuk aplikasi pelepasan (*release*), sedangkan kapsul *semipermeable* biasanya kedap terhadap bahan inti (*core*) tetapi *permeable* terhadap cairan dengan berat molekul rendah. Oleh karena itu kapsul tersebut digunakan untuk menyerap zat dari lingkungan dan membebaskannya kembali ketika dibawa ke media lain. Kapsul *impermeable* membungkus bahan inti (*core*) dan melindunginya dari lingkungan eksternal. Cara untuk melepaskan material isi dari kapsul harus dipecah oleh tekanan luar, dilelehkan, dikeringkan, atau dilarutkan dalam pelarut (Ghosh, 2006).

Pembentukan mikrokapsul dipengaruhi oleh komponen di dalamnya, yaitu:

a. Bahan inti

Bahan inti adalah bahan spesifik yang dilapisi berupa cairan, padatan, atau gas. Bagian di dalam mikrokapsul sering disebut materi inti, bahan pengisi, bahan aktif, dan fasa internal (Hidayah, 2016).

b. Bahan Pelapis

Bahan pelapis yaitu bahan untuk melapisi bagian inti atau sering disebut kulit, membran, fase luar dan matriks (Hidayah, 2016). Tujuan dari penggunaan bahan pelapis yaitu untuk menutupi rasa bau, perlindungan terhadap pengaruh lingkungan, meningkatkan stabilitas, pencegahan penguapan pada zat aktif yang mudah menguap dan dapat berhubungan dengan proses pelapisan (Lachman dan Lieberman, 1994).

Mikroenkapsulasi banyak digunakan karena memiliki banyak kelebihan diantaranya adanya lapisan pada dinding penyalut (polimer), maka zat inti terlindungi dari pengaruh lingkungan yang mencegah terjadinya perubahan warna dan bau, menjaga stabilitas bahan inti dalam waktu lama, dapat dicampur komponen lain sehingga bisa berinteraksi. Adapun beberapa kekurangan diantaranya penyalutan bahan inti kurang merata, pemilihan polimer sebagai penyalut dan pelarut harus sesuai bahan inti agar

Dipindai dengan CamScanner

diperoleh hasil mikrokapsul yang baik (Lachman dan Lieberman, 1994). Pemilihan polimer sebagai penyalut dan pelarut didasari faktor kelarutan, pertimbangan lain dalam pemilihan polimer ialah pengaruh polimer terhadap stabilitas bahan aktif, dan bersifat *inert* (Saifullah, 2007).

Untuk menghasilkan mikrokapsul sesuai dengan yang diinginkan, terdapat beberapa faktor penentu pembentukan mikrokapsul, antara lain:

a. Konsentrasi

Ketebalan cangkang dari mikrokapsul cenderung meningkat dengan adanya peningkatan konsentrasi amina atau poliol serta konsentrasi isosianat (Polenz dkk., 2014).

b. Suhu Sintesis

Suhu sintesis yang lebih tinggi dapat mempercepat pembentukan cangkang, meningkatkan reaktivitas bahan, pembentukan cangkang lebih padat dan mikrokapsul lebih stabil secara termal (Attaei, 2017). Peningkatan suhu digunakan dalam pembuatan mikrokapsul yang berpengaruh terhadap diameter mikrokapsul (Lubis dkk., 2020).

c. Tingkat Pengadukan

Perubahan dari laju pengadukan dalam pembentukan mikrokapsul berpengaruh terhadap ukuran mikrokapsul, dan ketebalahan cangkang (Attaei, 2017).

II.3.1 Teknik Mikroenkapsulasi

Teknik pembuatan mikrokapsul secara umum terbagi menjadi dua kelompok. Kelompok pertama adalah metode kimia dan kelompok kedua adalah metode fisika dapat dilihat di Tabel II.2. Pada kelompok metode kimia meliputi bahan awal (*starting material*) yang digunakan adalah prapolimer atau monomer, pada metode tersebut melibatkan reaksi kimia dalam proses pembuatan mikrokapsul. Sedangkan untuk metode fisika terdiri dari metode dengan bahan awal polimer yang tidak melibatkan terjadinya reaksi kimia dan hanya terjadi fabrikasi bentuk. Pembentukan mikrokapsul pada umumnya pemilihan metode tergantung hasifat dari bahan polimer atau monomer

Dipindai dengan CamScanner

yang digunakan, sehingga kombinasi tepat antara bahan awal dan metode sintesis dapat dipilih untuk menghasilkan produk mikrokapsul dengan berbagai karakteristik morfologi (Dubey dkk., 2009).

Tabel II.2 Metode Utama Mikroenkapsulasi (Dubey dkk, 2009)

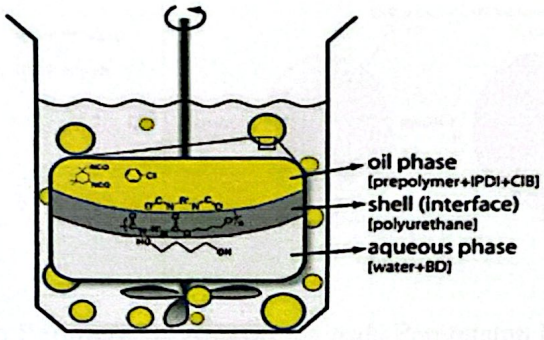
Metode Mikroenkapsulasi	Material Kulit Penyalut (*Shell*)	Aplikasi
Metode Kimia		
Polimerisasi Suspensi	Polistiren	Tekstil
Polimerisasi Emulsi	Poli (alkil akrilat)	*Drug Delivery*
Dispersi	Poli (2-hidroksoetil-co-glisidil metakrilat)	Biosains
Polimerisasi Antarmuka	Poliurea, Poliamida, Poliuretan, Poliester	Perlindungan tanaman, katalis, *Drug Delivery*
Metode Fisika		
Suspensi Crosslinking	Protein, Albumin, Polisakarida	*Drug Delivery*
Evaporasi Pelarut/Ekstraksi	Poli laktida, Poly (laktida-coglikolida)	*Drug Delivery*
Konservasi/Pemisahan Fasa	Protein, Polisakarida, etil selulosa, gelatin	*Drug Delivery*
Pengeringan semprot *(Spray drying)*	Polimer	Teknologi Makanan
Fluidized bed Coating	Gelatin, Karbohidrat, lipid	Teknologi Makanan
Melt solidification	Polianhidrida	Teknologi Makanan
Presipitasi	Polimer fenotik	Biokatalis
Co-eksternal	Poliakrilonitril	Biomedikal
Layer by Layer deposition	Polielektrolit	Biosensor
Supercritical fluid expansion	Poli (etilen glikol)	*Drug Delivery*
Spinning disk	Parafin	Rekayasa Pangan

II.3.2 Polimerisasi Antarmuka

Polimerisasi antarmuka merupakan suatu teknik polimerisasi kondensasi dari dua monomer cairan yang tidak larut untuk membentuk film polimer dan dapat mengenkapsulasi fasa terdispersi (Dubey dkk., 2009). Pada umumnya kedua monomer bekerja sama dengan salah satu cairan terlarut dalam fasa cair dan lainnya yang mbalarut dalam fasa organik. Ketika kedua fasa diemulsikan untuk membentuk sebuah

Dipindai dengan CamScanner

emulsi minyak dalam air, lalu monomer berdifusi bersama secara cepat dan terpolimerisasi pada dua fasa untuk membentuk suatu lapisan tipis (Yan dkk., 1992). Monomer atau reaktan tidak saling larut yang digunakan adalah pMDI sebagai monomer larut minyak, dan etilen glikol sebagai monomer penyalut (mengenkapsulasi) fasa terdispersi, ilustrasi skematik polimerisasi antarmuka dapat dilihat pada Gambar II.8.



Gambar II.8 Ilustrasi Skematik Polimerisasi Antarmuka
Sumber: Yang dkk, 2008

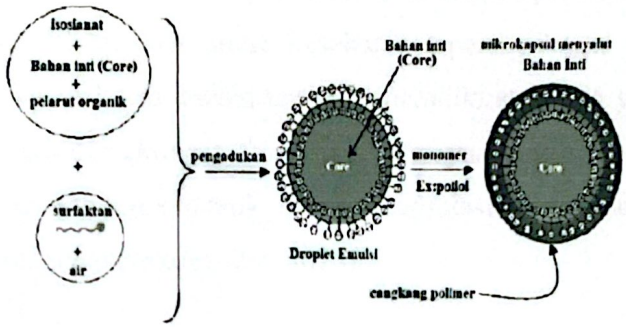
II.3.3 Tahap Polimerisasi Antarmuka dalam Pembuatan Mikrokapsul

Polimerisasi antarmuka dalam pembuatan mikrokapsul merupakan proses polimerisasi monomer reaktif, karena kulit kapsul dibentuk pada permukaan *droplet* atau partikel. Perkembangan enkapsulasi ini menjadi teknologi serbaguna yang mampu mengenkapsulasi berbagai bahan inti baik itu berupa cairan atau padatan (Benita, 1996). Secara umum proses polimerisasi antarmuka dalam pembuatan mikrokapsul dapat terjadi melalui dua tahap yaitu tahap emulsifikasi dan tahap polimerisasi. Tahap emulsifikasi yaitu emulsi dibentuk dengan menggunakan pengadukan mekanik selama beberapa menit, sedangkan tahap polimerisasi monomer pelengkap kedua ditambahkan pada fasa emulsi eksternal dan reaksi polikondensasi terjadi pada emulsi antarmuka. Tahap emulsi adalah tahapan penting karena dalam proses ini terjadi penentuan ukuran dan distribusi ukuran partikel (Bouchemal dkk., 2004).

Pada tahapan emulsifikasi diawali dengan melarutkan monomer multifungsi dalam cairan bahan inti yang dilapisi. Monomer tersebut merupakan isosianat multifungsi.

Dipindai dengan CamScanner

Larutan terbentuk kemudian didispersikan dalam fasa air mengandung agen pendispersi untuk mendapatkan ukuran *droplet* sesuai yang diinginkan. Reaktan kedua berupa poliol. Reaksi polimerisasi berlangsung cepat kemudian membentuk cangkang kapsul (Triwulandari, 2012). Tahapan polimerisasi antarmuka dapat dilihat pada Gambar II.9.



Gambar II.9 Tahapan Polimerisasi Antarmuka pada Pembuatan Mikrokapsul Isosianat
Sumber: Triwulandari, 2012

II.3.4 Aplikasi Mikrokapsul

Teknik mikroenkapsulasi banyak digunakan dalam beberapa industri dikarenakan sifatnya dapat meningkatkan kelarutan, meningkatkan stabilitas, dan meningkatkan sifat pelepasan senyawa yang terkontrol. Beberapa aplikasi mikrokapsul antara lain sebagai pelapis, industri makanan, dan perekat.

II.3.4.1 Pelapis (*Coating*)

Pelapis (*coating)* merupakan suatu bahan yang diaplikasikan pada suatu permukaan. *Coating* dari bahan polimer yang memiliki keuntungan diantaranya bersifat ringan, memiliki stabilitas kimia dan ketahanan kondisi atmosfer baik. Namun, kelemahannya yaitu apabila polimer tersebut digunakan dalam jangka waktu panjang maka daya tahan dan kehandalan bahan polimer tersebut menjadi semakin berkurang, sehingga dapat rusak yang disebabkan oleh adanya faktor mekanik, kimia, panas, radiasi sinar UV atau kombinasi antara beberapa faktor tersebut. Faktor-faktor tersebut mengakibatkan terjadinya degradasi komponen polimer sehingga terbentuk retakan pada struktur dari

Dipindai dengan CamScanner

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah, Mengambil Ilmu

lapisan (Triwulandari, 2012). Cara untuk meminimalisir retakan pada struktur lapisan maka dilakukan teknik mikroenkapsulasi.

II.3.4.2 Industri Makanan

Industri makanan biasanya menggunakan bahan-bahan fungsional untuk meningkatkan rasa, warna, tekstur dan untuk memperpanjang waktu simpan produk. Apalagi bahan-bahan tersebut memiliki manfaat untuk kesehatan seperti sebagai antioksidan dan probiotik. Sebagian besar bahan-bahan tersebut memiliki stabilitas yang rendah dan mudah terurai oleh faktor lingkungan.Demikian, persiapan senyawa bioaktif stabilitas tinggi sangat penting sehingga teknik mikroenkapsulasi adalah suatu cara untuk mengatasi masalah ini (Peanparkdee dkk, 2016).

II.3.4.3 Perekat

Perekat dalam pembuatan komposit berbasis kayu biasanya menggunakan resin urea-formaldehida (UF). Namun, UF memiliki kelemahan kritis yaitu emisi formaldehida, untuk menguragi emisi maka dilakukan cara untuk meningkatkan kinerja adhesi dan menguranginya dengan isosianat sebagai salah satu bahan kimia yang banyak diminati, namun pada penggunaannya isosianat juga memiliki kelemahan yaitu sensitif terhadap kelembaban dan memiliki masa penyimpanan singkat, untuk mengatasi kekurangan ini maka dilakukan teknik mikroenkapsulasi. Ketika mikrokapsul pecah, maka akan melepaskan kelompok –NCO aktif dan bereaksi dengan polimer utama. Oleh karena itu, mikrokapsul isosianat adalah pilihan yang baik untuk digunakan sebagai perekat (Lubis dkk, 2020).

II.4 Perhitungan *Yield*

Sifat fisis mikrokapsul adalah salah satu aspek penilaian menentukan baik atau buruknya kualitas dari mikrokapsul yang dihasilkan. Sifat fisis mikrokapsul dipengaruhi dengan komposisi bahan penyalut serta sifat pembawa dari masing-masing bahan penyalut terpilih pada proses pembuatan mikrokapsul. Jumlah *yield* dari

Dipindai dengan CamScanner

mikrokapsul dapat dipengaruhi oleh suhu pengadukan, konsentrasi, dan laju pengadukan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ma dkk., (2017) dijelaskan bahwa perolehan *yield* sedikit berfluktuasi, tetapi tetap relatif stabil dibawah kondisi pesiapan berbeda disebabkan oleh dua alasan. Pertama, karena kandungan –NCO relatif stabil untuk pembuatan mikrokapsul, hal ini menunjukkan bahwa derajat reaksi memiliki banyak kemiripan. Kedua, selama pengumpulan produk sebagian dari mikrokapsul tidak terkumpul dalam proses penyaringan, sehingga menghasilkan hasil yang fluktuatif.

Yield mikrokapsul yaitu perolehan antara produk hasil setelah diproses dengan bahan sebelum diproses dikalikan 100% (Hasrini dkk., 2017). Tujuan dari perhitungan *yield* untuk mengetahui jumlah bahan terbuang selama proses enkapsulasi baik dari proses ekstraksi, emulsifikasi sampai ke tahap pengeringan. Perhitungan *yield* juga digunakan untuk mengetahui keefektifan dari metode yang digunakan dalam proses enkapsulasi (Selawa dkk., 2013). Rasio bahan penyalut dan bahan inti, sifat dari bahan penyalut, metode enkapsulasi yang digunakan juga akan berpengaruh terhadap *yield*.

Menurut Ma dkk., (2017). *Yield* mikrokapsul dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Yield\ (\%) = \frac{\text{Berat mikrokapsul}}{\text{Berat Isosianat}} \times 100\% \qquad \text{(II.1)}$$

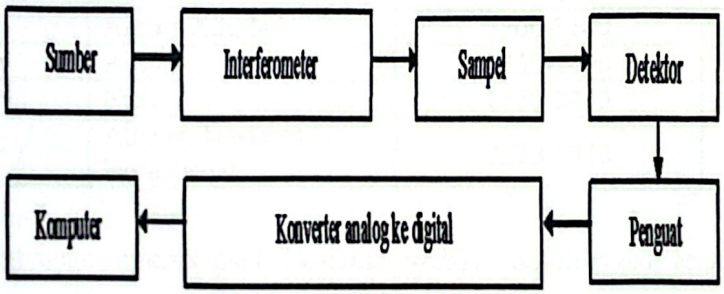
II.5 Karakterisasi Gugus Fungsi

Karakteristik gugus fungsi merupakan pengujian yang dilakukan untuk menganalisis gugus fungsi yang terdapat dalam suatu material, biasanya menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Ilmu yang mempelajari hubungan antara radiasi elektromagnetik dan materi adalah spektroskopi. Spektroskopi inframerah adalah metode spektroskopi umum digunakan karena metode ini cepat, peka, mudah ditangani, dan dapat digunakan pada berbagai sampel seperti gas, cairan, dan padatan.

Dipindai dengan CamScanner

Format standar pada spektrum *infrared* (IR) adalah transmitansi (%T) dan bilangan gelombang (cm^{-1}). Menurut IUPAC, nilai-nilai dari sumbu bilangan gelombang menurun jika ke arah ujung kanannya. Sepektrum IR secara langsung dengan struktur molekul suatu senyawa. Spektrum IR juga memiliki ciri fisik unik dari sebuah senyawa karena sidik jari molekulnya (Gauglitz dan Dinh, 2003).

FTIR bekerja karena ada sumber cahaya inframerah yang menghasilkan cahaya polikromaik, kemudian cahaya tersebut menghasilkan berkas cahaya dilewatkan melalui interferometer ke sampel kemudian ditangkap oleh detektor yang terhubung oleh konverter analog ke digital dan ditransfer ke komputer sehingga menghasilkan gambaran berbentuk spektrum (Stuart, 2004). Skema komponen dasar pada FTIR terlihat pada Gambar II.10.



Gambar II.10 Komponen Dasar pada FTIR
Sumber: Stuart, 2004

Spektrum inframerah dihasilkan oleh spektroskopi FTIR, merupakan pita transmisi (*transmittance*) dari energi vibrasi yang dihasilkan oleh sampel. Pitra transmisi berupa bilangan gelombang pada sekala 400 cm^{-1} sampai 13.000 cm^{-1}. Daerah serapan inframerah terbagi menjadi tiga wilayah yaitu daerah inframerah jauh (<400 cm^{-1}), daerah inframerah sedang (400-4000 cm^{-1}), dan daerah inframerah dekat (4000-13000 cm^{-1}) (Stuart, 2004). Bilangan gelombang dari berbagai jenis senyawa untuk membedakan gugus fungsi pada absorpsi inframerah menurut (Pavia, 2009) dan (Socrates, 2001) dapat dilihat pada Tabel II.3.

Dipindai dengan CamScanner

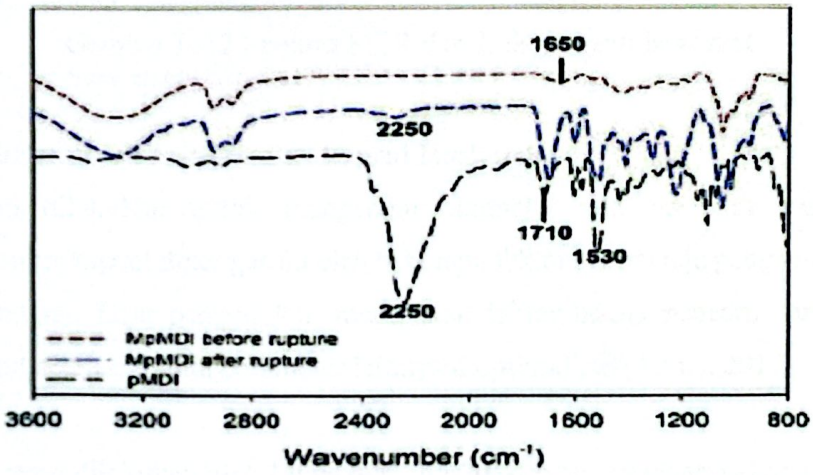
Tabel II.3 Jenis Ikatan dan Absorpsi Inframerah

Jenis Ikatan	Tipe Getaran	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Keterangan
C=O	Aldehid	1740-1720	Pavia, 2009
	Keton	1725-1705	
	Asam Karboksilat	1725-1700	
	Ester	1750-1730	
	Amida	1680-1630	
C-H	Alkuna	3310-3300	Socrates, 2001
	Aromatik dan Olefin	3000-3100	
	Metil, metilena, metana	2800-3000	
C=C	Olefin	1620-1690	
	Aromatik	1450-1600	
C-O	Alkohol, Eter, Ester, Asam karboksilat, Anhidrida	1300-1000	Pavia, 2009
O-H	Asam Organik dan Fenol	3200-4000	Socrates, 2001
N-H	Amina Amida	3500-3100	Pavia, 2009
C-N	Amina	1350-1000	
C≡N	Nitril	2260-2240	
X=C=Y	Alkena, Isosianat, Isotiosianat	2270-1940	

Proses pembuatan mikrokapsul isosianat melalui polimerisasi antarmuka telah dilakukan oleh Lubis dkk., (2020) dengan memvariasikan suhu reaksi polimerisasi (25, 40, 60 dan 80 °C), serta laju pengadukan (300, 400, 500 dan 600 rpm) menggunakan bahan pMDI sebanyak 5 ml dan 1,4- butanediol. Hasil uji menunjukkan bahwa terdapat reaksi antara gugus isosianat dengan gugus hidroksil membentuk rantai poliuretan. Cara untuk mengkonfirmasi keberadaan pMDI dalam mikrokapsul dilakukan pemindaian antara Mikrokapsul pMDI (MpMDI) sebelum dan sesudah terbentuk. pMDI murni yang belum dienkapsulasi ditemukan gugus –NCO pada gelombang 2250 cm^{-1} dan gugus aromatik –C=C sekitar bilangan gelombang 1530 cm^{-1}. Namun, tidak ditemukan pada mikrokapsul pMDI karena tertutup oleh cangkang uretan pada bilangan 1650 cm^{-1}.

Dipindai dengan CamScanner

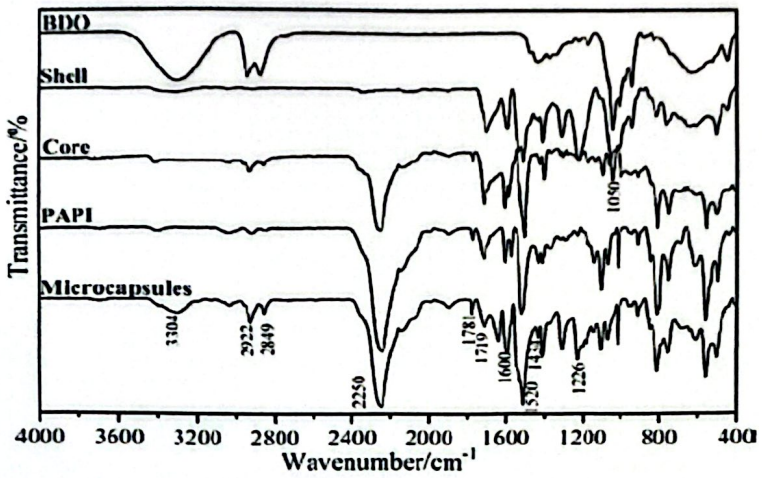
Spektrum FTIR menunjukkan bahwa pMDI telah berhasil dienkapsulasi. Namun, harus diperhatikan bahwa intensitas –NCO pada MpMDI jauh lebih rendah dibandingkan pMDI murni, hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar gugus –NCO telah bereaksi untuk membentuk cangkang uretan. Gugus –NCO terlihat kembali pada mikrokapsul yang telah dipecah. Pemecahan mikrokapsul terjadi saat pencampuran perekat kayu, ketika dicampur MpMDI tidak bereaksi tetapi setelah mendapat tekanan suhu tinggi atau suhu rendah dari alat kempa maka cangkang dari mikrokapsul akan pecah dan gugus dari –NCO akan bereaksi bersama perekat. Spektra FTIR pada penelitian Lubis dkk., (2020) dapat dilihat pada Gambar II.11.



Gambar II.11 Spektra FTIR dari Mikrokapsul Isosianat
Sumber: Lubis dkk, 2020

Hal yang sama terjadi juga pada penelitian Ma dkk., (2017) spektra FTIR menjelaskan bahwa mikrokapsul berhasil dienkapsulasi. Dari spektrum menunjukkan cangkang (*shell*) mikrokapsul tidak terlihat adanya gugus –NCO pada bilangan gelombang 2250 cm^{-1}, yang menandakan isosianat dan poliol telah behasil membentuk cangkang poliuretan. Selanjutnya, bagian inti (*core*) dari mikrokapsul juga diamati menggunakan spektra FTIR terlihat adanya gugus –NCO namun intensitasnya lebih rendah. Spektra FTIR dapat dilihat pada Gambar II.12.

Dipindai dengan CamScanner



Gambar II.12 Spektra FTIR dari Mikrokapsul Isosianat
Sumber: Ma dkk., 2017

II.6 Pengukuran Diameter Mikrokapsul Isosianat

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui diameter rata-rata pada mikrokapsul. Diameter mikrokapsul dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti laju pengadukan, suhu, dan konsentrasi. Laju pengadukan merupakan faktor utama penentu dari diameter mikrokapsul setelah semua parameter lainnya *dioptimalkan* (Attaei, 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Lubis dkk., (2020) dengan memvariasikan suhu reaksi polimerisasi (25, 40, 60 dan 80 °C), serta laju pengadukan (300, 400, 500 dan 600 rpm) menggunakan bahan pMDI sebanyak 5 ml dan 1,4- butanediol sebanyak 50 ml, menghasilkan mikrokapsul berbentuk bulat halus berwarna putih kekuningan dengan diameter kecil.

Pengukuran mikrokapsul isosianat menggunakan *Keyence digital microscope* yang memiliki keunggulan berupa kedalaman fokus yang besar dan mampu mengamati objek dari sudut manapun sehingga memudahkan untuk mengetahui ukuran dari mikrokapsul.

Dipindai dengan CamScanner

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah, Mengambil : Dosa

Bab III Metode

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan yaitu pada bulan Februari-Juli 2020. Di Laboratorium Pusat Penelitian Biomaterial, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor.

III.2 Alat dan Bahan Penelitian

III.2.1 Alat yang digunakan

a. Alat proses terdiri dari :

1. Neraca Analitik kapasitas 410 gram
2. Gelas ukur 50 ml
3. Gelas beker 100 ml
4. Gelas beker 300 ml
5. Spatula
6. Sendok
7. Pipet Tetes
8. Kain saring
9. Cawan petri
10. Vial
11. *Magnetic stirrer*
12. *Hot plate*
13. Termometer
14. Oven
15. Corong plastik

b. Alat Karakterisasi terdiri dari:

- *Fourier Transform Infrared* (FTIR) tipe PerkinElmer Spectrum Two dengan metode *Attenuated Total Reflectance* (ATR)
- *Digital Microscope* Keyence VHX-6000 menggunakan skala 10 µm.

Dipindai dengan CamScanner

III.2.2 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. pMDI diperoleh dari PT Koyolem Indonesia
2. Aseton diperoleh dari Merck (Massa Molar: 580,8 g/mol)
3. Tween 80 diperoleh dari PT Brataco
4. Etilen Glikol Diperoleh dari Merck (Massa Molar: 62,07 g/mol)

III.3 Variabel Penelitian

III.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap adalah variabel yang tidak berubah selama penelitian berlangsung sehingga tidak menyebabkan terjadinya perubahan variabel terikat. Variabel tetap dalam penelitian ini yaitu:

1. Etilen glikol 50 ml
2. Tween 80 0,1 ml

III.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini menggunakan tiga jenis variasi yaitu variasi suhu reaksi polimerisasi, penambahan pMDI, dan laju pengadukan. Variabel berubah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel III.1

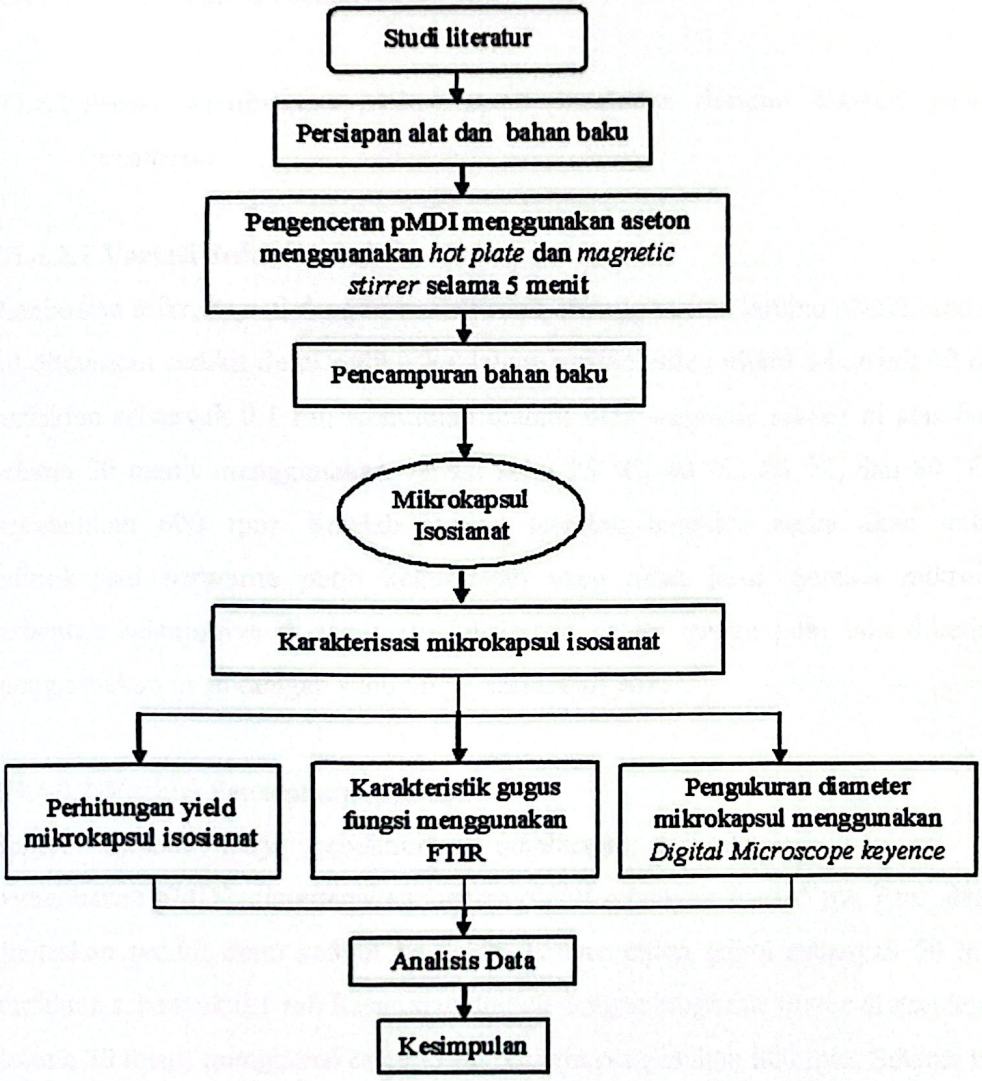
Tabel III.1 Variabel Bebas dalam Pembuatan Mikrokapsul Isosianat

Sampel	Suhu (°C)	pMDI (ml)	Laju Pengadukan (rpm)	Keterangan
1	25	5	600	Variasi Suhu Reaksi Polimerisasi
2	40			
3	60			
4	80			
5	60	3	600	Variasi Penambahan pMDI
6		5		
7		7		
8		9		
9	60	5	300	Variasi Laju Pengadukan
10			400	
11			500	
12			600	

Dipindai dengan CamScanner

III.4 Prosedur Penelitian

Skema proses pembuatan mikrokapsul isosianat dapat dilihat pada Gambar III.1



Gambar III.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian Pembuatan Mikrokapsul Isosianat

III.4.1 Persiapan Bahan

Pembuatan mikrokapsul isosianat dengan metode antarmuka langkah pertama dilakukan adalah persiapan bahan baku yang akan digunakan dalam pembuatan mikrokapsul yaitu melarutkan pMDI sebanyak 5 gram dengan aseton 20 ml di atas *hotplate* serta diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 5 menit setelah larutan

Dipindai dengan CamScanner

tersebut tercampur di masukkan ke dalam vial tertutup agar tidak terjadi penguapan. Lalu tahap selanjutnya yaitu menyiapkan etilen glikol sebanyak 50 ml dan dicampurkan Tween 80 sebanyak 0,1 ml.

III.4.2 Proses Pembuatan Mikrokapsul Isosianat dengan Variasi Beberapa Parameter

III.4.2.1 Variasi Suhu Reaksi

Pembuatan mikrokapsul dengan variasi suhu, menggunakan larutan pMDI sebanyak 5 ml diteteskan sedikit demi sedikit ke dalam larutan etilen glikol sebanyak 50 ml dan surfaktan sebanyak 0,1 ml. Kemudian diaduk oleh *magnetic stirrer* di atas *hotplate* selama 30 menit menggunakan variasi suhu 25 °C, 40 °C, 60 °C, dan 80 °C, laju pengadukan 600 rpm. Setelah larutan tersebut bereaksi maka akan terbentuk mikrokapsul berwarna putih kekuningan yang tidak larut. Setelah mikrokapsul terbentuk selanjutnya disaring juga disimpan dalam cawan petri lalu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60 °C selama 24 jam.

III.4.2.2 Variasi Penambahan pMDI

Seperti metode kerja sebelumnya, pembuatan mikrokapsul isosianat variasi penambahan pMDI menggunakan larutan pMDI sebanyak 3 ml, 5 ml, 7 ml, dan 9 ml diteteskan sedikit demi sedikit ke dalam larutan etilen glikol sebanyak 50 ml, dan surfaktan sebanyak 0,1 ml. Kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* di atas *hot plate* selama 30 menit menggunakan suhu 60 °C, laju pengadukan 600 rpm. Setelah larutan tersebut bereaksi maka akan terbentuk mikrokapsul berwarna putih kekuningan. Setelah mikrokapsul terbentuk disaring serta disimpan dalam cawan petri lalu dikeringkan oven suhu 60 °C selama 24 jam.

III.4.2.3 Variasi Laju Pengadukan

Pembuatan mikrokapsul dengan variasi laju pengadukan, menggunakan larutan pMDI sebanyak 5 ml, diteteskan sedikit demi sedikit ke dalam etilen glikol dan surfaktan.

Dipindai dengan CamScanner

kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* di atas *hot plate* selama 30 menit dengan suhu 60 °C, laju pengadukan masing-masing 300 rpm, 400 rpm, 500 rpm, dan 600 rpm. Setelah larutan tersebut bereaksi maka akan terbentuk mikrokapsul. selanjutnya disaring serta disimpan dalam cawan petri lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 24 jam.

III.4.3 Perhitungan *Yield*

Perhitungan *yield* dilakukan pada masing-masing mikrokapsul yang sudah dikeringkan didalam oven selama 24 jam, suhu 60 °C. Perhitungan *yield* dilakukan dengan cara perhitungan rasio antara mikrokapsul terbentuk dan bahan isosianat dikalikan 100%.

III.4.4 Karakterisasi Gugus Fungsi

Karakterisasi gugus fungsi dilakukan di laboratorium instrumentasi spektrofotometer dan FTIR Pusat Penelitian LIPI Biomaterial Cibinong menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR) merek PerkinElmer tipe *spectrum Two* menggunakan metode *Attenuated Total Reflectance* (ATR) seperti Gambar III.2. Karakterisasi dilakukan pada panjang gelombang kisaran 400-4000 cm^{-1} dengan resolusi sebesar 4 cm^{-1}. Karakterisasi ini menggunakan seluruh sampel mikrokapsul yang sudah jadi. Selain itu, pMDI murni juga digunakan sebagai kontrol.



Gambar III.2 *Fourier Transform Infrared* (FTIR)
Sumber: Biomaterial LIPI, 2020

Dipindai dengan CamScanner

Prosedur penggunaan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR):

1. Menyambungkan kabel instrumen dengan sumber listrik
2. Menyalakan UPS dengan menekan tombol "*Power*" dan tombol "*on*"
3. Menghidupkan komputer
4. Membuka program "*Spectrum*"
5. Pilih "*User*" : administrator, untuk penggunaan umum
6. Membuka pelindung pada permukaan uji
7. Pilih metal tip yang sesuai dengan kondisi sampel: padatan acak (serbuk, agrerat), padatan rata (*film*, lembaran), cairan.
8. Memasang metal tip pada ujung tuas hijau
9. Pilih kondisi karakterisasi: bilangan gelombang, scan repetition, resolution.
10. Menekan tombol "*Scan*" untuk *scanning background*, dengan kondisi permukaan uji bersih, tidak ada sampel dan tuas hijau tidak ada diatas permukaan uji.
11. Mengisi nama sampel (pada "*sample id*") dan keterangan (pada "*description*"). Siapkan folder untuk simpan data.
12. Meletakkan sampel diatas permukaan uji, menutupi area uji.
13. Memutar tuas hijau, sampai menekan sampel.
14. Menekan tombol "*Scan*" untuk *previewing*
15. Memutar tuas hijau, menekan sampel sampai *force gauge* menunjukkan 80.
16. Menekan tombol "*Scan*" untuk merekam data
17. Menyimpan data spektra
18. Melakukan tahap 10 sampai 16 untuk sampel berikutnya.
19. Setelah selesai karakterisasi, bersihkan permukaan uji dan metal tip dengan aseton.
20. Mematikan program "*Spectrum*" dengan memilih menu "*Exit*".
21. Mematikan komputer.
22. Menekan tombol *power* pada FTIR selama 3 detik sampai lampunya berwarna orange.
23. Menekan tombol *stand by* pada UPS selama 3 detik sampai terdengar bunyi dan layarnya menunjukkan posisi *stand by*

Dipindai dengan CamScanner

III.4.5 Pengukuran Diameter Mikrokapsul Isosianat

Pengukuran mikrokapsul dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian LIPI Biomaterial Cibinong menggunakan alat *Digital Microscope Keyence* (VHX-6000) dengan perbesaran 1000x. Pengukuran diameter memakai mikrokapsul dengan *yield* tertinggi untuk mengetahui diameter mikrokapsul yang optimal.



Gambar III.3 Mikroskop Digital Keyence
Sumber: Biomaterial LIPI, 2020

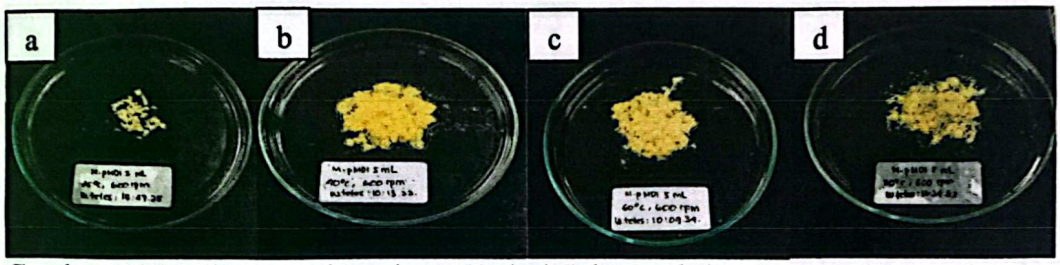
Dipindai dengan CamScanner

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah, Mengambil : Dosa

Bab IV Hasil dan Pembahasan

IV.1 Mikrokapsul dengan Variasi Suhu Reaksi Polimerisasi

Gambar IV.1 menunjukkan hasil pembuatan mikrokapsul variasi suhu reaksi polimerisasi.



Gambar IV.1 Mikrokapsul Isosianat Variasi Suhu Reaksi Polimerisasi (a) M-pMDI 5 ml-25°C- 600 rpm, (b) M-pMDI 5 ml-40°C- 600 rpm, (c) M-pMDI 5 ml-60°C- 600 rpm, dan (d) M-pMDI 5 ml-80°C- 600

Dari Gambar IV.1 (a) memperlihatkan hasil mikrokapsul isosianat variasi suhu 25 °C jumlah mikrokapsul yaitu 0,1060 gram, sedangkan Gambar IV.1 (b), (c), (d) dengan suhu 40 °C, 60 °C, 80 °C menghasilkan mikrokapsul sebesar 0,1373 gram; 0,1637 gram; 0,1537 gram. Hasil penelitian variasi suhu reaksi polimerisasi berpengaruh terhadap pembentukan mikrokapsul dan ditunjukkan oleh peningkatan suhu dapat mempercepat pembentukan cangkang mikrokapsul.

IV.1.1 Pengaruh Suhu Reaksi Polimerisasi terhadap Perhitungan *Yield*

Tabel IV.1 menunjukkan nilai *yield* MpMDI variasi suhu reaksi polimerisasi. Data perhitungan *yield* berdasarkan pada hasil mikrokapsul yang sudah dikeringkan.

Tabel IV.1 Perhitungan *Yield* Variasi Suhu Reaksi Polimerisasi

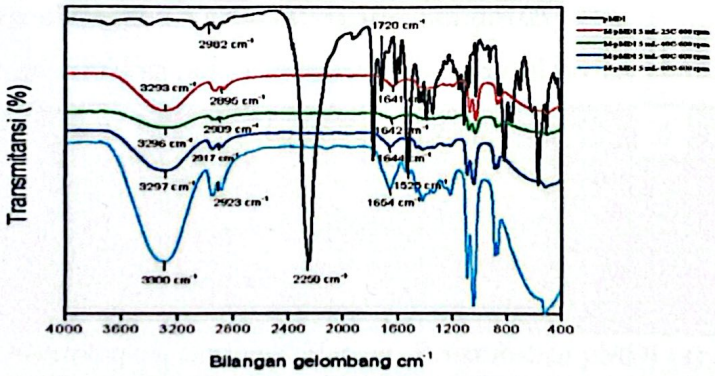
Sampel	Suhu (°C)	Bobot ekstrak akhir (g)	Bobot bahan baku (g)	*Yield* (%)
1	25	0,1060	4,28	2,48
2	40	0,1373	4,30	3,19
3	60	0,1637	4,30	3,81
4	80	0,1537	4,30	3,57

Dipindai dengan CamScanner

Berdasarkan Tabel IV.1 menunjukkan nilai *yield* mikrokapsul isosianat meningkat sesuai penambahan suhu reaksi polimerisasi. Nilai *yield* minimum diperoleh pada suhu reaksi polimerisasi 25 °C sebesar 2,48% dan maksimum saat suhu 60 °C yaitu 3,81%. Hasil analisis dapat dilihat bahwa peningkatan suhu reaksi polimerisasi menyebabkan bertambahnya nilai *yield*. Apabila metode tersebut menggunakan suhu 80 °C akan terjadi penurunan jumlah *yield* karena struktur dari bahan mikrokapsul terdegradasi. Hasil penelitian ini sesuai dengan Amanda dkk., (2010) dan Jayanudin dkk., (2019).

IV.1.2 Pengaruh Suhu Reaksi Polimerisasi terhadap Gugus Fungsi

Gambar IV.2 menunjukkan hasil spektrum FTIR MpMDI variasi suhu reaksi polimerisasi. Spektrum FTIR MpMDI terletak kisaran 400-4000 cm^{-1}. Data hasil uji gugus fungsi untuk seluruh sampel mikrokapsul isosianat terlihat dari hasil nilai panjang gelombang yang ditunjukkan dalam Tabel IV.2.



Gambar IV.2 Spektra FTIR dari Mikrokapsul Isosianat dengan Variasi Suhu Reaksi Polimerisasi

Tabel IV.2 Data Spektra FTIR dari Mikrokapsul Isosianat dengan Variasi Suhu Reaksi Polimerisasi

Gugus Fungsi	pMDI Murni (cm^{-1})	Mikrokapsul Isosianat (cm^{-1})			
		25 °C	40 °C	60 °C	80 °C
Hidroksil (O-H)	-	3293	3296	3297	3300
Alkana (C-H)	2982	2895	2909	2917	2923
Isosianat (-NCO)	2250	-	-	-	-
Aromatik (C=C)	1525	-	-	-	-
Uretan (C=O)	1720	1641	1642	1644	1654

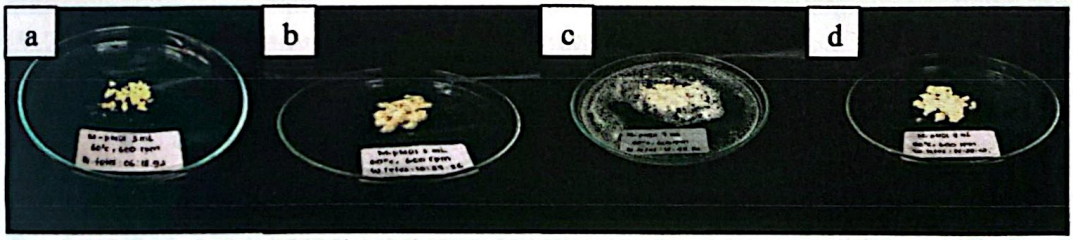
Dipindai dengan CamScanner

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah, Mengambil : Dosa

Dari hasil spektrum FTIR pada Gambar IV. 2 dan Tabel IV.2 terlihat perubahan gugus fungsi pMDI murni setelah terbentuk menjadi MpMDI. Gambar tersebut menunjukkan serapan gugus O-H dari etilen glikol terlihat sekitar bilangan gelombang 3300-3293 cm^{-1}, sementara daerah bilangan gelombang 2982-2895 cm^{-1} menandakan terdapat gugus C-H uretan. Adapun pMDI murni memperlihatkan adanya gugus –NCO dengan bilangan gelombang 2250 cm^{-1}, keberadaan puncak serapan 1525 cm^{-1} menunjukkan gugus aromatik, dan pita serapan 1720 cm^{-1} terlihat gugus C=O berasal dari isosianat. Hasil spektra MpMDI tidak ditemukan gugus aromatik dan gugus –NCO dikarenakan tertutup oleh mikrokapsul yang mengandung gugus C=O dalam bilangan gelombang 1654-1641 cm^{-1} menunjukkan serapan dari pembentukan uretan. Hasil penelitian ini selaras dengan Lubis dkk., (2020). Mikrokapsul pMDI yang belum dipecah tidak terlihat gugus –NCO disebabkan tertutup oleh gugus uretan.

IV.2 Mikrokapsul dengan Variasi Penambahan pMDI

Gambar IV.3 menunjukkan hasil pembuatan mikrokapsul variasi penambahan pMDI.



Gambar IV.3 Mikrokapsul Isosianat Variasi Penambahan pMDI (a) M-pMDI 3 ml-60°C- 600 rpm, (b) M-pMDI 5 ml-60°C- 600 rpm, (c) M-pMDI 7 ml 60°C- 600 rpm, (d) M-pMDI 9 ml-60°C- 600 rpm

Dari Gambar IV.3 (a) menunjukkan hasil variasi penambahan pMDI sebesar 3 ml menghasilkan jumlah mikrokapsul sebesar 0,1648 gram, sedangkan Gambar IV.3 (b),(c), (d) dengan penambahan pMDI 5 ml, 7 ml, dan 9 ml menghasilkan jumlah mikrokapsul sebesar 0,8270 gram; 0,5450 gram; 1,0912 gram.

IV.2.1 Pengaruh Penambahan pMDI terhadap Perhitungan *Yield*

Tabel IV.3 menunjukkan nilai *yield* MpMDI variasi penambahan pMDI. Hasil perhitungan *yield* berdasarkan mikrokapsul isosianat yang sudah dikeringkan.

Dipindai dengan CamScanner

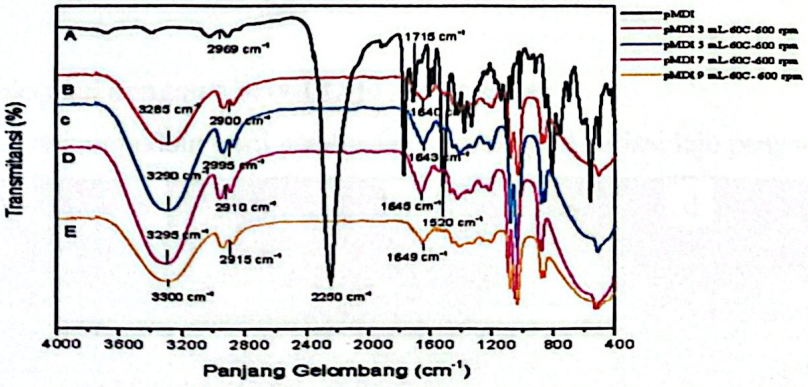
Tabel IV.3 Perhitungan *Yield* Variasi Penambahan pMDI

Sampel	Penambahan pMDI (ml)	Bobot ekstrak akhir (g)	Bobot bahan baku (g)	*Yield* (%)
1	3	0,1648	2,40	6,87
2	5	0,8270	4,09	20,22
3	7	0,5450	5,91	9,22
4	9	1,0912	7,88	13,85

Berdasarkan Tabel IV.3 terlihat bahwa nilai *yield* MpMDI meningkat sesuai penambahan pMDI. Nilai *yield* minimum diperoleh pada penambahan pMDI 3 ml sebesar 6,87% dan maksimum saat penambahan pMDI 5 ml yaitu 20,22%. Metode penambahan pMDI 7 ml dan 9 ml kurang efektif karena terjadi penurunan *yield* disebabkan oleh laju pengadukan yang kurang cepat sehingga banyak bahan inti menggumpal di *magnetic stirrer*. Hasil penelitian ini selaras dengan Supriyadi dan Rujita, (2013) menyatakan bahwa jumlah bahan inti terbentuk dalam mikrokapsul sangat dipengaruhi oleh kecepatan pembentukan.

IV.2.2 Pengaruh Penambahan pMDI terhadap Gugus Fungsi

Gambar IV.4 memperlihatkan hasil spektrum FTIR MpMDI variasi penambahan pMDI. Spektrum FTIR MpMDI terletak kisaran 400-4000 cm^{-1}. Data hasil uji gugus fungsi untuk seluruh sampel mikrokapsul isosianat terlihat dalam Tabel IV.4.



Gambar IV.4 Spektra FTIR dari Mikrokapsul Isosianat dengan Variasi Penambahan pMDI

Dipindai dengan CamScanner

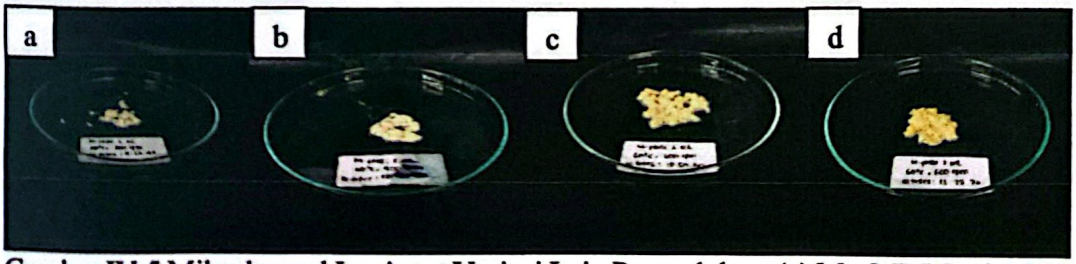
Tabel IV.4 Data Spektra FTIR Mikrokapsul Isosianat Variasi Penambahan pMDI

Gugus Fungsi	pMDI Murni (cm^{-1})	Mikrokapsul Isosianat (cm^{-1})			
		3 ml	5 ml	7 ml	9 ml
Hidroksil (O-H)	-	3285	3290	3295	3300
Alkana (C-H)	2969	2900	2905	2910	2915
Isosianat (-NCO)	2250	-	-	-	-
Aromatik (C=C)	1520	-	-	-	-
Uretan (C=O)	1715	1640	1643	1645	1650

Dari hasil spektrum FTIR pada Gambar IV.4 dan Tabel IV.4 menunjukkan perubahan gugus fungsi pMDI murni setelah terbentuk menjadi MpMDI. Seperti variasi suhu reaksi polimerisasi, variasi penambahan pMDI juga terlihat gugus O-H dari etilen glikol di bilangan gelombang 3300-3285 cm^{-1}, sementara daerah sekitar 2969-2900 cm^{-1} terlihat gugus C-H uretan pada MpMDI. Adapun pMDI murni memperlihatkan gugus -NCO bilangan gelombang 2250 cm^{-1}, keberadaan puncak serapan 1520 cm^{-1} menunjukkan gugus aromatik, dan bilangan gelombang 1715 cm^{-1} terdapat gugus C=O *dari isosianat. Hasil spektra MpMDI tidak ditemukan gugus aromatik dan gugus –NCO* dikarenakan tertutup oleh mikrokapsul yang mengandung gugus C=O uretan dalam bilangan gelombang 1650-1640 cm^{-1}. Gugus uretan terbentuk melalui reaksi antara gugus O-H dari etilen glikol dan gugus –NCO dari pMDI. Hasil penelitian ini selaras dengan Lubis dkk., (2020). Mikrokapsul pMDI yang belum dipecah tidak terlihat gugus –NCO disebabkan tertutup oleh gugus uretan.

IV.3 Mikrokapsul dengan Variasi Laju Pengadukan

Gambar IV.5 menunjukkan hasil pembuatan mikrokapsul variasi laju pengadukan.



Gambar IV.5 Mikrokapsul Isosianat Variasi Laju Pengadukan (a) M-pMDI 5 ml-60°C-300 rpm, (b) M-pMDI 5 ml -60°C- 400 rpm, (c) M-pMDI 5 ml-60°C- 500 rpm, (d) M-pMDI 5 ml -60°C- 600 rpm

Dipindai dengan CamScanner

Pada Gambar IV.5 (a),(b) memperlihatkan hasil mikrokapsul isosianat variasi laju pengadukan 300 rpm dan 400 rpm mikrokapsul berjumlah 0,3122 gram; 0,3130 gram, sedangkan Gambar IV.5 (c),(d) variasi laju pengadukan 500 rpm, 600 rpm menghasilkan mikrokapsul sebesar 0,4070 gram; 0,6549 gram. Hal ini membuktikan bahwa laju pengadukan berpengaruh terhadap hasil dari mikrokapsul, semakin cepat laju pengadukan maka mikrokapsul yang terbentuk lebih banyak serta berukuran kecil.

IV.3.1 Pengaruh Laju Pengadukan terhadap Perhitungan *Yield*

Tabel IV.5 menunjukkan nilai *yield* MpMDI variasi laju pengadukan. Hasil perhitungan *yield* berdasarkan mikrokapsul isosianat yang sudah dikeringkan.

Tabel IV.5 Perhitungan *Yield* Mikrokapsul Isosianat Variasi Laju Pengadukan

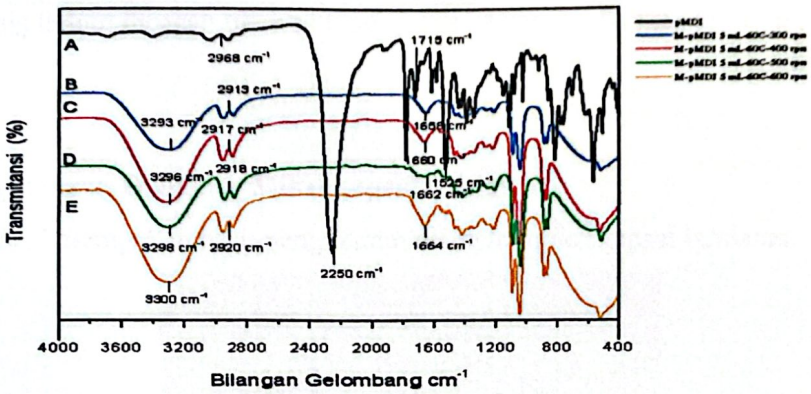
Sampel	Laju pengadukan (rpm)	Bobot ekstrak akhir (g)	Bobot bahan baku (g)	*Yield* (%)
1	300	0,3122	4,30	7,26
2	400	0,3130	4,30	7,28
3	500	0,4070	4,31	9,44
4	600	0,6549	4,30	15,23

Berdasarkan Tabel IV.5 dijelaskan bahwa nilai *yield* meningkat sesuai penambahan laju pengadukan. Nilai *yield* minimum diperoleh pada laju pengadukan 300 rpm sebesar 7,26% dan *yield* maksimum dalam kondisi laju pengadukan 600 rpm yaitu 15,23%. Hasil analisis dapat dilihat bahwa peningkatan laju pengadukan mempengaruhi proses polimerisasi serta monomer terkonversi menjadi poliuretan semakin banyak. Hasil penelitian ini selaras dengan Triwulandari (2012).

IV.3.2 Pengaruh Laju Pengadukan terhadap Gugus Fungsi

Gambar IV.6 merupakan hasil spektrum FTIR MpMDI variasi laju pengadukan. Spektrum FTIR terletak kisaran 400-4000 cm^{-1}. Data hasil uji gugus fungsi untuk seluruh sampel mikrokapsul isosianat terlihat dari hasil nilai panjang gelombang yang ditunjukkan dalam Tabel IV.6

Dipindai dengan CamScanner



Gambar IV.6 Spektra FTIR Mikrokapsul Isosianat Variasi Laju Pengadukan

Tabel IV.6 Data Spektra FTIR Mikrokapsul Isosianat Variasi Laju Pengadukan

Gugus Fungsi	pMDI Murni (cm^{-1})	Mikrokapsul Isosianat (cm^{-1})			
		300 rpm	400 rpm	500 rpm	600 rpm
Hidroksil (O-H)	-	3293	3296	3298	3300
Alkana (C-H)	2974	2913	2917	2918	2920
Isosianat (-NCO)	2250	-	-	-	-
Aromatik (C=C)	1525	-	-	-	-
Uretan (C=O)	1715	1658	1660	1662	1664

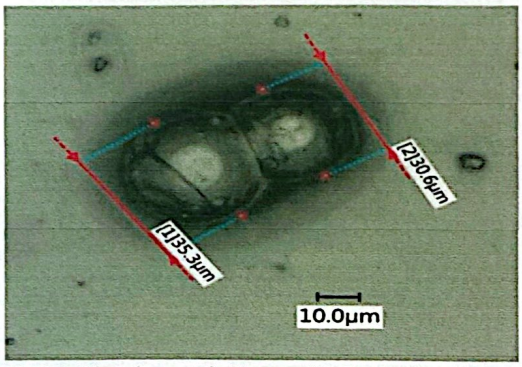
Dari hasil spektrum FTIR pada Gambar IV.6 dan Tabel IV.6 terlihat perubahan gugus fungsi pMDI murni setelah terbentuk menjadi MpMDI. Seperti variasi suhu reaksi polimerisasi dan penambahan pMDI, variasi laju pengadukan terlihat serapan gugus O-H dari etilen glikol terlihat di bilangan gelombang 3300-3293 cm^{-1}, sementara daerah di sekitar 2974-2913 cm^{-1} menandakan adanya gugus C-H uretan terlihat dalam pMDI dan MpMDI. Dalam pMDI murni terlihat gugus –NCO di bilangan gelombang 2250 cm^{-1}. Keberadaan puncak serapan 1525 cm^{-1} terlihat gugus aromatik dan pita serapan 1715 cm^{-1} terdapat gugus C=O yang berasal dari isosianat. Gambar spektra, MpMDI tidak ditemukan gugus aromatik dan gugus –NCO karenakan tertutupi mikrokapsul yang mengandung gugus C=O uretan terlihat pada bilangan gelombang 1664-1658 cm^{-1}. Gugus uretan terbentuk melalui reaksi antara gugus O-H dari etilen glikol dan gugus –NCO dari pMDI. Hasil penelitian ini sesuai dengan Lubis dkk., (2020). Mikrokapsul

Dipindai dengan CamScanner

pMDI yang belum dipecah tidak terlihat gugus –NCO disebabkan tertutup oleh gugus uretan.

IV.4 Pengukuran Diameter Mikrokapsul Isosianat

Gambar IV.7 merupakan hasil pengukuran diameter mikrokapsul isosianat.



Gambar IV.7 Mikrokapsul diamati Menggunakan Mikroskop

Dari Gambar IV.7 terlihat hasil pengukuran diameter MpMDI menggunakan skala 10 mikrometer. Untuk mendapatkan ukuran diameter yang memenuhi standar dipilih salah satu hasil penelitian dengan perolehan *yield* terbesar yaitu 20,22% didapatkan dari pembentukan mikrokapsul pada penambahan pMDI sebesar 5 ml, suhu reaksi polimerisasi 60 °C, laju pengadukan 600 rpm. Pengukuran tersebut memperlihatkan mikrokapsul memenuhi standar ukuran dari diameter yaitu 30,6 µm dan 35,3 µm

Dipindai dengan CamScanner

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah Mengambil Dosa

Bab V Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil karakterisasi serta analisis data maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi suhu reaksi polimerisasi maka intensitas reaksi gugus fungsi –OH dan –C=O uretan yang dihasilkan cenderung meningkat dan nilai *yield* terbesar diperoleh pada variasi suhu 60 °C sebesar 3,81%
2. Semakin besar penambahan pMDI maka intensitas reaksi gugus fungsi –OH dan –C=O uretan yang dihasilkan cenderung meningkat dan nilai *yield* terbesar diperoleh pada penambahan pMDI 5 ml sebesar 20,22%.
3. Semakin besar laju pengadukan maka intensitas reaksi gugus fungsi –OH dan –C=O uretan yang dihasilkan cenderung meningkat dan nilai *yield* terbesar diperoleh pada laju pengadukan 600 rpm sebesar 15,23%

V.2 Saran

Diperlukan analisis lanjutan mengenai morfologi dari mikrokapsul isosianat

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR PUSTAKA

Alfauziah, T. Q. (2018): Mengenal kosmetik pembersih wajah Micellar water dan perkembangannya. *Majalah Farmasetika*. **3(5).** 94-97.

Amanda, B. A., Rochmadi, Prasetya, A., dan Hasokowati, W. (2010): Pembuatan mikrokapsul dari urea-formaldehid: pengaruh pH dan suhu pada pembuatan resin terhadap proses mikroenkapsulasi. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Universitas Diponegoro Semarang.

Attaei, M. (2017): Microencapsulation of isocyanate compounds for autoreactive, monocomponent adhesive. *Thesis*. Tacnico Lisboa

Avar, G., Westhues, M. U., Casselmann, H., dan Achten, D. (2012): Polyurethanes, *Polymer Science*. **10**, 411-441

Benita, S. (1996): Methods and industrial applications. Marcel Dekker. New York

Bouchemal, K., Briancon, S., Perrier, E., dan Fessi. H. (2004): Nano-emulsion formulation using spontaneous emulsification: solvent, oil and surfactant optimization. *Internatioanl Journal of Pharmaceutical*, **280**, 241-251.

Castro, P. F. D., dan Chchukin, D. G. (2015): New polyurethane/docosane microcapsules as phase change materials for thermal energy storage. *Chemistry A European Journal*. **21 (31)**, 1117-11179.

Chattopadhyay, D. K., dan Raju, K. V. S. N. (2007): Structural engineering of polyurethane coating for high performance pplications. *Progress in Polymer Science*. **32(3)**, 352-418.

Darwis, A., Massijaya, M. Y., Nugroho, N., Alamsyah, Nurrochma, D. R. (2014): Bond ability of oil palm xylem with isocyanate adhesive, *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis*. **12(1)**, 39-47.

Deasy, P. D. (1984): Microencapsulation and related drug processes, Marcel. Dekker. New York, NY.

Djafar, F., dan Supardan, M. D., (2019): Effect of maltodextrin coating on ginger oil microcapsule products using spray drying technique. *Jurnal Litbang Industri*. **9 (1)**,1-7.

Donda, D., Sebayang, M., Paranita, D. (2018): Pemanfaatan cangkang kelapa sawit dengan campuran poliuretan karet sintetis ethylene propylene diena monomer (EPDM) dan aspal pada proses pembuatan genteng polimer kedap suara. *Regional Development Industry and Health Science*. **1 (1)**.

Dubey, R., Shami, T. C., dan Rao, K. U. B. (2009): Microencapsulation technology and applications. *Defence Science Journal*. **59 (1)**, 82-95.

Gauglitz, G., dan Dinh, T, V. (2003): Handbook of spectroscopy, Weinheim: WILEY-VCH.

Ghosh, S.K. (2006): Functional coating and microencapsulation: A general perspective, weinherm: WILEY-VCH

Ghosh, S. K H (2009): Self-healing materials. Weinheim: Wiley VCH

Hasibuan, N. E (2014): Pemanfaatan lignin kayu kelapa sawit untuk pembuatan poliuretan termoplastik alam. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.

Dipindai dengan CamScanner

Hasrini, R. F., Zakaria, F. R., Adawiyah, D. R., dan Suparto, I. H (2017): Microencapsulation of crude palm oil using maltodextrin and soy protein isolate. *Journal Teknologi dan Industri Pangan*. **28 (1)**, 10-19.

Hidayah, N. (2016): Perbandingan bebrbagai teknik mikroenkapsulasi pakan dalam menghasilkan daging sapi sehat. *Seminar Nasional dan Gelar Produk.*

Hong, K., dan Park, S. (1999): Preparation of polyurethane microcapsules with different soft segments and their characteristics. *Reactive and Functional polymer*. *42*, 193-200.

Jayanudin, Lestari, A. Z., dan Nurbayanti, F. (2014): Pengaruh suhu dan rasio pelarut ekstraksi terhadap rendemen dan viskositas natrium alginat dari rumput laut cokelat. *Jurnal Integrasi Proses*. **5 (1)**, 51-55.

Karjiban, R. A., Basri, M., Rahman, M. B. A., dan Salleh, A.B. (2012): Structural properties of nonionic tween 80 micelle in water elucidated by molecular dynamics simulation. *APCBEE Procedia*. **3**, 287-297.

Kumalla, L., Sumardi, H. S. Hermanto, M. B. (2013): Uji performansi pengering semprot tipe buchi b-290 pada proses pembuatan tepung santan. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. **1**. 44-53.

Lachman, L.dan Lieberman, H. A. (1994): Teori dan praktek farmasi industri jilid kedua. 1091-1098, UI press. Jakarta.

Lase, E. (2009): Sintesis poliuretan melalui polimerisasi 4, 4- difenilmetana diisosianat dengan senyawa poliol yang diturunkan dari minyak jarak pagar (jatropa curcas linn). *Tesis*. Universitas Sumatera Utara.

Lubis, M. A. R., Park, B. D., dan Lee, S. M. (2017): Modification of urea-formaldehyde resin adhesives with blocked isocyanates using sodium bisulfite. *International Journal of Adhesive.73*, 118-124.

Lubis, M. A. R., Park, B. D., dan Lee, S. M. (2020): Microencapsulation of polymeric isocyanate for the modification of urea-formaldehyde resins. *Internal Journal of Adhesion and Adhesives*. **100**.

Ma, Y., Jiang, Y., Tan, H., Zhang, Y., dan Gu, Y. (2017): A rapid and efficient route to preparation of isocyanate microcapsules. *International Journal of Polymers*, **9**, 274.

Nuryawan, A., dan Alamsyah, E. M, (2018): A review of isocyanate wood adhesive: A case study in Indonesia. *Applied Adhesive Bonding in Science and Technology*.

Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., dan Vyvyan, J. R (2009): Introduction to spectroscopy, (4^{th} ed), Washington: Cengage Learning.

Peanparkdee, M., Yamauchi, R., dan Iwamoto, S. (2016): Microencapsulation: a review of applications in the food and pharmaceutical industries. *Reviews in Agricultural Science*. **4**, 56-65.

Pense, A. M., Vauthier, C., dan Benoit, J. P (1994): Study of interfacial polycondensation of isocyanate in the preparation of benzalkonium chloride loaded microcapsules. *Colloid and Polymer Science*. **272 (2)**, 211-219.

Polenz, I., Datta, S. S., dan Weitz D. A. (2014): Controlling the morphology of polyurea microcapsules using microfluidics. *Langmuir*, **44(30)**.13405-13410.

Prihastuti, H. (2008): Studi sintesis foam poliuretan dari gliserol monooleat. *Skripsi*. Universitas Indonesia.

Dipindai dengan CamScanner

Priscariu, C. (2011): Polyurethane Elastomers from morphology to mechanical aspect. New York: Springer.

Rohaeti, E. (2005): Kajian tentang sintesis poliuretan dan karakterisasinya. *Prosiding Semnas Penelitian, Pendidikanm dan Penerapan MIPA*. FMIPA-UNY, Yogyakarta.

Rowe, R. C., Sheskey, P. J., dan Quinn, M. E. (2009): Handbook of pharmaceutical excipients, 6th Ed, The Pharmaceutical Press, London.

Supriyadi, dan Rujita, A. S. (2013): Characteristics of galangal essesntial oil microencapsulation using maltodextrin encapsulalant. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. **24 (2)**

Saifullah, T. N. (2007): Teknologi dan formulasi sediaan tablet. Yogyakarta: Pustaka Laboratorium Teknologi Farmasi. Universitas Gajah Mada.

Sari, F. P., Fatriasari, W., Laksana, R. P. B., Darmawan, T., Jayadi dan Hermiati E. (2016): Tekno ekonomi produksi perekat aqueous polymer isocyanate berbasis lateks karetalam.*Jurnal Ilmu Teknol. KayuTropis*. **14(2)**.102-113.

Septevani, A. A., Triwulandari, E., dan Sondari, D. (2012): Synthesis of polyurethane microcapsule using interfacial polymerization as helf healing coating material. Widyariset. **15 (2)**.

Six, C., dan Ritcher Frank (2003): Isocyanates, Organic, *Ullmann's Encyclopedia Of Industrial Chemistry*, **20**

Socrates, G. (2001): Infrared and raman characteristic group frequecncies. England: Wiley

Stuart, B. (2004): Infrared spectroscopy: fundamentals and applications, John Wiley & Sons. Ltd.

Su, J. F., Wang, L. X., dan Ren, L (2007): Synthesis of polyurethane microPCMSs containing n-octadecane by interfacial polycondensation: influence of styrene-maleic anhydride as a surfactant. *Journal Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*. **209**. 268-275

Sudirman, Yuanita, E., dan Gunawan, E. R. (2019): Synthesis of rigid polyurethane foam based on polyol trigliseride of nyamplung oil (Challophylum inphyllum). *Orbital Chemistry Journal*. **1 (1).**

Thompson, T. J. U., Gaughtier, M., dan Islam, M. (2009): The application of a new method of Fourier Transform Infrared Spectrooscopy to the analysis of burned bone. *Journal of Archaelogical Science*. **36 (3),** 910-914

Treyball, R.E. (1981): Mass-transfer operations (3rd). Mc Graw-Hill, New York.

Triwulandari, E (2012): Studi polimerisasi antarmuka terhadap distribusi ukuran partikel mikrokapsul poliuretan berbasis gliserol. *Tesis*. Universitas Indonesia.

Wu, D. Y., Meure, S., dan Solomon, D. (2008): Self-healing polymeric materials: A review of recent developments. *Prog.Polym.Sci*. **33,** 479-552.

Yan, N., Zhang, M., dan Ni, P. (1992): Size distribution and zeta-potential of polyamide microcapsules. *Journal of Membrane Science*. **72 (2),** 163-169.

Yang, J., Keller, W. M., Moore, J. S., White, S. R., dan Sottos, N. R. (2008): Mikroencapsulation of isocyanates for self-healing polymer. *Macromolecules*. **41,** 9650-9655.

Dipindai dengan CamScanner

Yanto, D. H. Y., dan Hermiati, E. (2008): Campuran lateks karet alam-stirena dan poliisosianat sebagai perekat kayu lamina. *Journal Tropical Wood Science and Technology*. **(6)2.**

Yue, H., Zhao, Y., Ma, X., dan Gong, J. (2012): Ethylene glycol: Properties, synthesis, and applications. *Chemical Society Reviews.* **41(11),** 4218

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN

Dipindai dengan CamScanner

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK STMI JAKARTA
Jl. Letjen Suprapto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510
Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42888206

omor : 238 /BPSDMI/STMI/PP/II/2020 Jakarta, 18 Februari 2020
ampiran :
al : Permohonan Penelitian

th. Bapak/Ibu Pimpinan
usat Penelitian Biomaterial -LIPI
awasan Cibinong Sciience Center Jl. Raya Bogor KM 46 Cibinong Bogor

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa/i di oliteknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI, dengan ini memohon bantuan Bapak/Ibu gar bersedia menerima mereka yang namanya tersebut di bawah ini untuk melakukan Penelitian di erusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu pimpin selama kurang lebih 6 (enam) bulan.

Adapun nama mahasiswa/i yang akan melakukan Penelitian adalah:

No.	Nama	NIM	Bidang Kompetensi
1.	Meita Alvira Pramesti	1516006	Proses Produksi

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

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

Plt. Direktur

Mustofa

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

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
(INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCE)
PUSAT PENELITIAN BIOMATERIAL
(RESEARCH CENTER FOR BIOMATERIALS)
Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor 16911, Indonesia
Telp. +6221 87914511, Fax. (+6221) 87914510, E-mail: kontak@biomaterial.lipi.go.id
Website: www.biomaterial.lipi.go.id

Nomor : B-704 /IPH.4/KS.02.03/II/2020 Cibinong, 28 Februari 2020
Lamp. : -
Hal : Perizinan Penelitian
a.n. Meita Alvira Pramesti

Yang terhormat,
Plt. Direktur Politeknik STMI Jakarta
Jl. Letjen Suprapto No. 26
Cempaka Putih
Jakarta 10510

Sehubungan dengan surat Saudara nomor 238/BPSDMI/STMI/PP/II/2020, tertanggal 18 Februari 2020, perihal Permohonan Penelitian, dengan ini kami sampaikan, bahwa pada prinsipnya kami dapat menerima mahasiswa berikut:

Nama : Meita Alvira Pramesti
NPM : 1516006

untuk melakukan kegiatan penelitian di Pusat Penelitian Biomaterial, LIPI, dibawah bimbingan Dr. Lisman Suryanegara, pada periode Februari - Juni 2020. Mohon untuk mahasiswa yang akan melakukan kegiatan penelitian, dapat melaksanakan ketentuan yang berlaku, yang informasinya dapat diperoleh di Bidang Pengelolaan Penelitian, Pusat Penelitian Biomaterial LIPI.

Atas perhatian dan kerja sama yang diberikan, kami ucapkan terima kasih.

Kepala,

Dr. Iman Hidayat

Tembusan:
1. Kepala Bidang Pengelolaan Penelitian, P2 Biomaterial LIPI
2. Nanang Masruchin, Ph.D.
3. Dr. Lisman Suryanegara

Dipindai dengan CamScanner

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK STMI JAKARTA
Jl. Letjen Suprapto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510
Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42888206

Nomor : 254 /BPSDMI/STMI/PP/II/2020 Jakarta, 26 Februari 2020
Lampiran : 1 (satu)
Hal : Penugasan Proses Bimbingan Tugas Akhir Tahun Akademik 2019/2020

Yth. Ibu Fitria Ika Aryanti, S.T., M. Eng
Di Jakarta

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

Nama : Meita Alvira Pramesti
No. Induk : 1516006

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

" Pengembangan Perekat dari Lateks Karet Alam dan Polimer Isosianat. "

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

a.n. Direktur,

Mustofa

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

Dipindai dengan CamScanner

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK STMI JAKARTA
Jl. Letjen Suprapto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510
Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42888206

Nomor : 254 /BPSDMI/STMI/II/2020 Jakarta, 26 Februari 2020
Lampiran : 1 (satu)
Perihal : Asistensi Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2019/2020

Yth. Ibu Andi Rusnaenah, ST, MT, M.Si
Di Jakarta

Berdasarkan Surat Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta No: 01/BPSDMI/STMI/PP/KEP/I/2020 tanggal 02 Januari 2020 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta, Tahun Akademik 2019/2020, maka dengan ini kami mengharap bantuan Ibu untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Meita Alvira Pramesti
No. Induk : 1516006

Adapun judul Tugas Akhir mahasiswa tersebut adalah:

" Pengembangan Perekat dari Lateks Karet Alam dan Polimer Isosianat. "

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

Direktur,

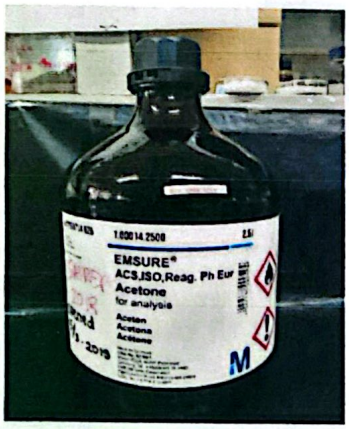
Mustofa

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

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN D

GAMBAR BAHAN



Aseton



Tween 80



Etilen Glikol

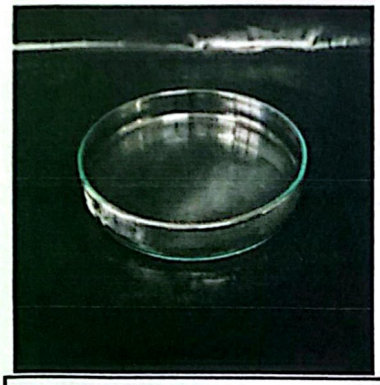


Isosianat

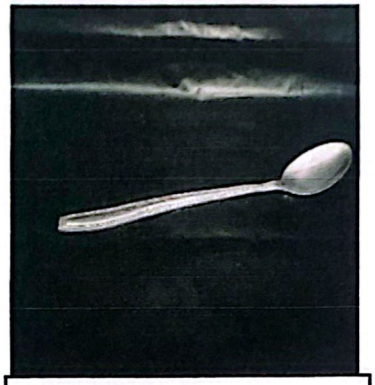
Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN E

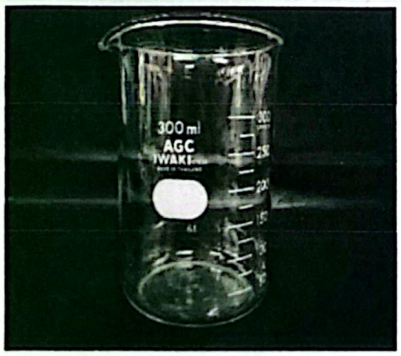
GAMBAR ALAT



Cawan Petri



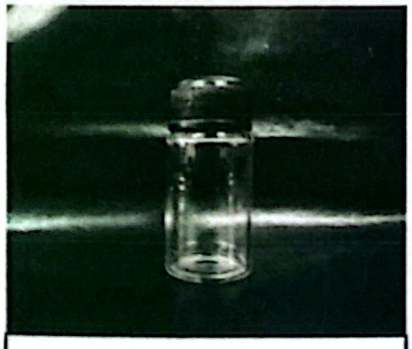
Sendok



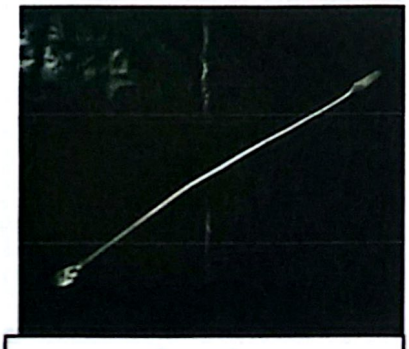
Beaker glass 300 ml



Beaker glass 100 ml

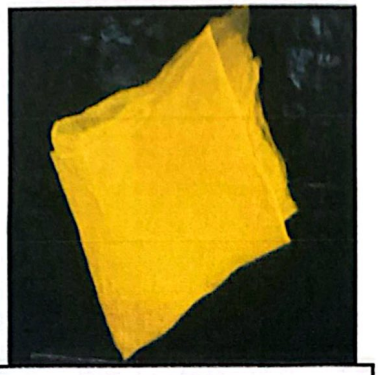


Vial



Spatula

Dipindai dengan CamScanner



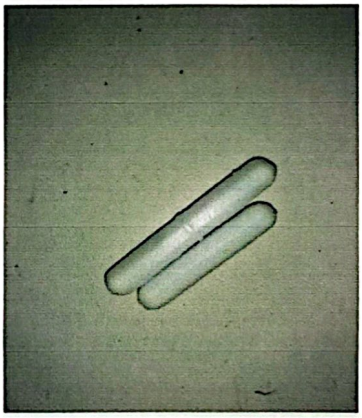
Kain Saring



Oven



Termometer



Magnetic Stirrer

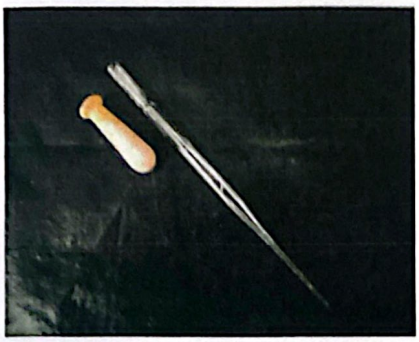


Gelas ukur

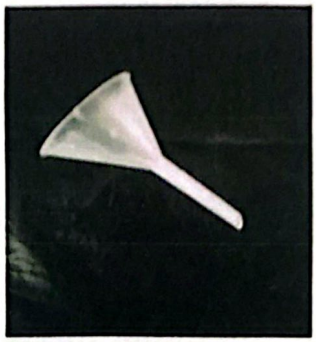


Neraca Analitik

Dipindai dengan CamScanner



Pipet tetes



Corong plastik



Fourier Transform Infrared (FTIR)



Hot Plate



Mikroskop Digital Keyence

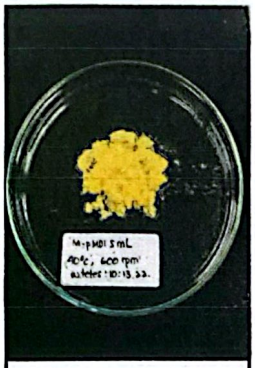
Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN F

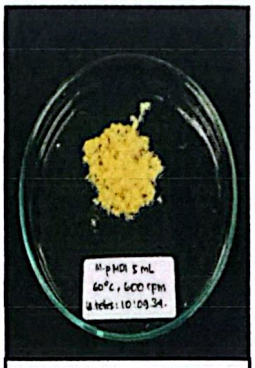
GAMBAR SAMPEL MIKROKAPSUL



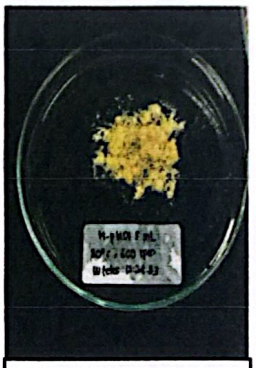
MpMDI 5 mL-
25°C-600 rpm



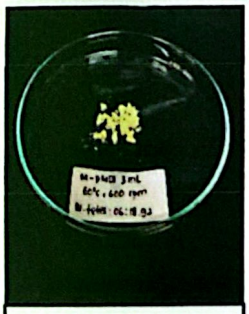
MpMDI 5 mL-
40°C-600 rpm



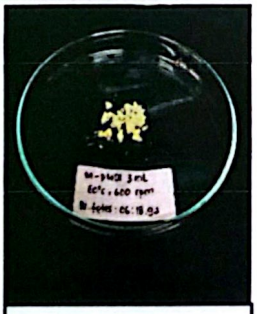
MpMDI 5 mL-
60°C-600 rpm



MpMDI 5 mL-
80°C-600 rpm



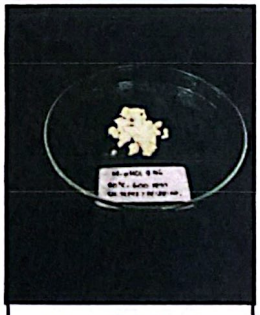
MpMDI 3 mL-
60°C-600 rpm



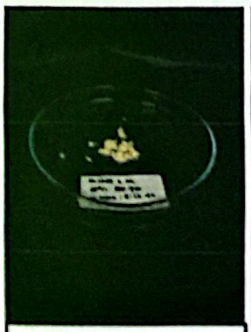
MpMDI 5 mL-
60°C-600 rpm



MpMDI 7 mL-
60°C-600 rpm



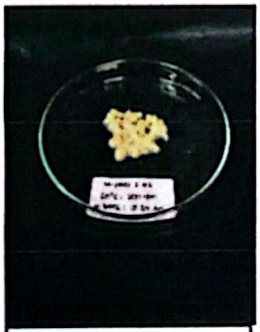
MpMDI 9 mL-
60°C-600 rpm



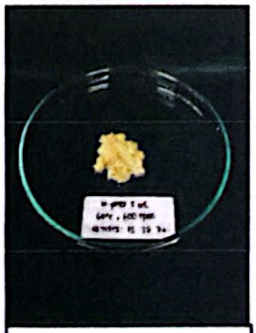
MpMDI 5 mL-
60°C-300 rpm



MpMDI 5 mL-
60°C- 400 rpm



MpMDI 5 mL-
60°C- 500 rpm



MpMDI 5 mL-
60°C- 600 rpm

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN G

PERHITUNGAN *YIELD*

A. Perhitungan *yield* pada variasi suhu reaksi polimerisasi

Perhitungan menggunakan rumus:

$$Yield\ (\%) = \frac{\text{Berat Mikrokapsul}}{\text{Berat isosianat}} \times 100\%$$

1. Suhu 25°C

Diketahui:

Berat mikrokapsul = 0,1060 gram

Berat pMDI = 4,28 gram

$$Yield\ (\%) = \frac{0{,}1060\ gram}{4{,}28\ gram} \times 100\%$$

$$= 2{,}48\ \%$$

2. Suhu 40°C

Diketahui:

Berat mikrokapsul = 0,1373 gram

Berat pMDI = 4,30 gram

$$Yield\ (\%) = \frac{0{,}1373\ gram}{4{,}30\ gram} \times 100\%$$

$$= 3{,}19\%$$

3. Suhu 60°C

Diketahui:

Berat mikrokapsul = 0,1637 gram

Berat pMDI = 4,30 gram

$$Yield\ (\%) = \frac{0{,}1637\ gram}{4{,}30\ gram} \times 100\%$$

$$= 3{,}81\%$$

4. Suhu 80°C

Diketahui:

Berat mikrokapsul = 0, 1537 gram

Berat pMDI = 4, 30 gram

$$Yield\ (\%) = \frac{0{,}1537\ gram}{4{,}30\ gram} \times 100\%$$

$$= 3{,}57\%$$

Dipindai dengan CamScanner

B. Perhitungan *yield* pada variasi penambahan pMDI

Perhitungan menggunakan rumus:

$$Yield\ (\%) = \frac{\text{Berat Mikrokapsul}}{\text{Berat isosianat}} \times 100\%$$

1. Penambahan pMDI 3 ml

Diketahui:

Berat mikrokapsul = 0,1648 gram

Berat pMDI = 2,40 gram

$$Yield\ (\%) = \frac{0{,}1648\ gram}{2{,}40\ gram} \times 100\%$$

$$= 6{,}87\ \%$$

2. Penambahan pMDI 5 ml

Diketahui:

Berat mikrokapsul = 0,8270 gram

Berat pMDI = 4,09 gram

$$Yield\ (\%) = \frac{0.8270\ gram}{4.09\ gram} \times 100\%$$

$$= 20{,}22\%$$

3. Penambahan pMDI 7 ml

Diketahui:

Berat mikrokapsul = 0,5450 gram

Berat pMDI = 5,91 gram

$$Yield\ (\%) = \frac{0{,}5450\ gram}{5.91\ gram} \times 100\%$$

$$= 9{,}22\ \%$$

4. Penambahan pMDI 9 ml

Diketahui:

Berat mikrokapsul = 1,0912 gram

Berat pMDI = 7,88 gram

$$Yield\ (\%) = \frac{1.0912\ gram}{7{,}88\ gram} \times 100\%$$

$$= 13{,}85\%$$

Dipindai dengan CamScanner

C. Perhitungan *yield* variasi laju pengadukan

Perhitungan menggunakan rumus:

$$Yield\ (\%) = \frac{Berat\ Mikrokapsul}{Berat\ pMDI} \times 100\%$$

1. Laju pengadukan 300 rpm

Diketahui:

Berat mikrokapsul = 0,3122 gram

Berat pMDI = 4,30 gram

$$Yield\ (\%) = \frac{0{,}3122\ gram}{4{,}30\ gram} \times 100\%$$

$$= 7{,}26\ \%$$

2. Laju pengadukan 400 rpm

Diketahui:

Berat mikrokapsul = 0,3130 gram

Berat pMDI = 4,30 gram

$$Yield\ (\%) = \frac{0{,}3130\ gram}{4{,}30\ gram} \times 100\%$$

$$= 7{,}28\ \%$$

3. Laju pengadukan 500 rpm

Diketahui:

Berat mikrokapsul = 0,4070 gram

Berat pMDI = 4,31 gram

$$Yield\ (\%) = \frac{0{,}4070 gram}{4{,}31\ gram} \times 100\%$$

$$= 9{,}44\%$$

4. Laju pengadukan 600 rpm

Diketahui:

Berat mikrokapsul = 0, 6549 gram

Berat pMDI = 4, 30 gram

$$Yield\ (\%) = \frac{0{,}6549\ gram}{4{,}30\ gram} \times 100\%$$

$$= 15{,}23\%$$

Dipindai dengan CamScanner