PENGARUH PERLAKUAN DAN PELARUT PADA PROSES PEMBUANGAN *TEMPLATE* TERHADAP JUMLAH RONGGA *MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER* (MIP) MELAMIN

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Sains Bidang Studi Fisika

Oleh :

FARHAN SYAWALI

08021281419038

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PERLAKUAN DAN PELARUT PADA PROSES PEMBUANGAN *TEMPLATE* TERHADAP JUMLAH RONGGA *MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER* (MIP) MELAMIN

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Sains
Pada Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya

Oleh:

FARHAN SYAWALI

08021281419038

Inderalaya, 6 Agustus 2018

Menyetujui,

Pembimbing I

Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si.
NIP. 197105151999032001

Pembimbing II

Dr. Erry Koryanti, M.T.
NIP. 196910291995122001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

LEMBAR PERSEMBAHAN

"Don't ask what your country can do for you, ask what you can do for your country"

-Jhon F. Kennedy

"I haven't failed, I have just found 1000 ways that won't work"

-Thomas Alfa Edison

"Hidup adalah keberanian menghadapi tanda tanya"

-Soe Hok Gie

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya
2. Keluarga saya
3. Orang-orang yang membantu saya selama menempuh pendidikan sarjana
4. Selvi Astria, Berandal 14 dan Mahasiswa Fisika lainya
5. Almamaterku Universitas Sriwijaya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat, karunia dan atas izinya skripsi ini dapat terselesaikan. Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Material pada bulan April 2018 sampai dengan Juli 2018. Skripsi ini dibuat sebagai syarat memenuhi mata kuliah tugas akhir di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Pembahasan materi tugas akhir ini ditekankan pada proses pembuangan *template* melamin dengan judul **"Pengaruh Perlakuan dan Pelarut pada Proses Pembuangan *Template* Terhadap Jumlah Rongga *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) Melamin"**.

Dalam terselesaikanya ini penulis mendapat banyak dukungan berupa bimbingan, saran, kritik dan materi dari banyak pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah, ibu dan keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, saran dan dukunganya.
2. Pihak Universitas Sriwijaya yang telah mendanai penelitian tugas akhir.
3. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pegetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si, M.T. ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Idha Royani S.Si. M.Si. selaku Dosen Pembimbing 1 dan Ibu Dr. Erry Koryanti, M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 tugas akhir yang selalu memberikan bimbingannya terkait materi penelitian dan penulisan.
6. Bapak Akmal Johan, S.Si., M.Si., Drs. Ramlan, M.Si., dan ibu Dr. Siti Sailah, S.Si., M.T. Selaku penguji yang banyak memberikan kritik dan saran untuk penelitian tugas akhir.
7. Bapak Drs. Hadir Kaban, M.T. selaku Pembimbing Akademik.
8. Dosen-dosen Jurusan Fisika yang telah membimbing penulis terkait ilmu fisika.
9. Leni, Susi dan Windi selaku rekan penelitian tugas akhir.
10. Teman-teman seperjuangan Mahasiswa Fisika angkatan 2014 yang selalu memberikan motivasi kepada penulis selama menjadi mahasiswa Fisika.

11. Mahasiswa Fisika angkatan 2010-2017 yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya tanggapan berupa kritik dan saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat lebih berkualitas. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat untuk penelitian lebih lanjut.

Indralaya, Juli 2018

Farhan Syawali

PENGARUH PERLAKUAN DAN PELARUT PADA PROSES PEMBUANGAN *TEMPLATE* TERHADAP JUMLAH RONGGA *MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER* (MIP) MELAMIN

Oleh :

FARHAN SYAWALI

ABSTRAK

Telah berhasil dibuat *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) melamin dengan menggunakan metode *cooling- heating*. Melamin sebagai *template* dimasukan ke dalam pelarut etanol dan aquabides, kemudian ditambahkan *methacrylic acid* (MAA) sebagai monomer, *ethylene glycol dimethacrylate* (EDMA) sebagai *cross-linker* dan benzoil peroksida (BPO) sebagai inisiator. Larutan polimer tersebut kemudian diaduk dengan suhu 40 ^{o}C selama 15 menit. Larutan kemudian dimasukan ke dalam vial lalu vial ditutup dan masukan vial kedalam *freezer* selama 1 jam. Setelah itu, vial dimasukan ke dalam *furnace* selama 75 ^{o}C ditahan selama 3 jam kemudian suhu dinaikan menjadi 80 ^{o}C selama 3 jam kemudian suhu dinaikan lagi menjadi 85 ^{o}C selama 1 jam hingga menjadi polimer padat. Polimer padat kemudian digerus hingga serbuk halus. Serbuk polimer dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR dan SEM kemudian dilakukan pencucian *template* melamin. Pembuangan *template* melamin dilakukan dengan 3 perlakuan, setiap perlakuan dibedakan jenis pelarut dan waktu pencucianya. Setelah dilakukan pembuangan *template* maka serbuk polimer bisa disebut sebagai MIP. Hasil grafik FTIR menunjukan MIP perlakuan 2 dan perlakuan 3 hanya memiliki 2 puncak pada bilangan gelombang 1000-1250 cm^{-1} dan 1 puncak pada bilangan gelombang 660-900 cm^{-1}. Sedangkan pada MIP perlakuan 3 terlihat masih memiliki 3 puncak pada bilangan gelombang 1000-1250 cm^{-1} dan 3 puncak pada bilangan gelombang gelombang 660-900 cm^{-1}. Hasil SEM menunjukan banyaknya rongga pada polimer melamin sebanyak 247 rongga, MIP perlakuan 1 sebanyak 318 rongga dan MIP perlakuan 2 sebanyak 438 rongga. Hasil ini menandakan bahwa MIP perlakuan 2 lebih optimal daripada perlakuan 1. Hasil penelitian menunjukan bahwa pelarut etanol mengikat melamin lebih baik daripada metanol dan Hasil proses pembuangan *template* melamin dengan menggunakan waktu berulang akan menghasilkan MIP yang lebih optimal.

Kata Kunci : MIP, Melamin, *Cooling-heating*, Rongga

EFFECT OF TREATMENT AND SOLUTION ON TEMPLATE DISPOSAL PROCESSES ON THE CALCULATION OF MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER (MIP) MELAMINE

By:
FARHAN SYAWALI

ABSTRACT

Molecularly Imprinted Polymer (MIP) melamine has been developed using the cooling-heating method. Melamine as a template is inserted into ethanol and aquabides solvents, then added methacrylic acid (MAA) as monomer, ethylene glycol dimethacrylate (EDMA) as cross-linker and benzoyl peroxide (BPO) as initiator. The polymer solution is then stirred at 40 ^{o}C for 15 minutes. The solution is then inserted into the vial and the vial is closed and inserted into the freezer for 1 hour. After that, the vial is inserted into the furnace for 75 ^{o}C held for 3 hours then the temperature is raised to 80 ^{o}C for 3 hours then the temperature is raised to 85 ^{o}C for 1 hour to become a solid polymer. The solid polymer is then ground to a fine powder. The polymer powder was characterized by using FTIR and SEM. After that melamine template are washed from solid polymer. Disposal of melamine template is done with 3 treatments, each treatment is differentiated solvent type and time of washing. After disposal of the template, polymer powder are called as MIP. FTIR graph results show MIP treatment 2 and treatment 3 only have 2 peaks at wavenumber 1000-1250 cm^{-1} and 1 peak at wavenumber 660-900 cm^{-1}. While in MIP treatment 3 looks still have 3 peaks at wavenumber 1000-1250 cm^{-1} and 3 peaks at wavenumber 660-900 cm^{-1}. SEM results showed that the number of cavities in solid polymer was 247 cavities, MIP treatment 1 was 318 cavities and MIP treatment 2 was 438 cavities. These results indicate that MIP treatment 2 is more optimal than treatment 1. The results showed that ethanol solvent binds melamine better than methanol and the results of the removal process of melamine template using repeated times will produce a more optimal MIP.

Keywords: *MIP, Melamine, Cooling-heating, Cavity*

DAFTAR ISI

COVER
LEMBAR PENGESAHAN
LEMBAR PERSEMBAHAN i
KATA PENGANTAR ii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL ix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Batasan Masalah 2
1.4. Tujuan Penelitian 2
1.5. Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1. Melamin 4
2.2. Polimer 5
2.3. Polimerisasi 6
2.4. *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) 6
2.5. Analisis *Fourier Transform Infrared* (FTIR) 7
2.6. Analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) 10
BAB III METODE PENELITIAN 12
3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan 12
3.2. Alat dan Bahan Penelitian 12

3.3.1. Alat Sintesa Penelitian 12
3.3.2. Bahan Penelitian 13
3.3.3. Alat Karakterisasi 13
3.3. Prosedur Penelitian 14
3.3.1 Preparasi Bahan dan Pembuatan Polimer 14
3.3.2 Proses Pembuangan *Template* dan Karakterisasi sampel 15
3.4. Diagram Alir Penelitian 18
3.4.1. Bagan Alir Proses Pembuatan Polimer 18
3.4.2. Bagan Alir Proses Pembuangan Template Melamin 19
3.5. Pelaksanaan Penelitian 21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 22
4.1. Hasil Pembuatan Polimer Padat dan Proses Pembuangan *Template* Melamin 22
4.2. Hasil Karakterisasi FTIR 23
4.3. Hasil Karakterisasi SEM 29
BAB V PENUTUP 32
5.1. Kesimpulan 32
5.2. Saran 32
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Melamin 4
Gambar 2.2. Ikatan polimer *polyethylene* (PE)(Calister, 2007). 5
Gambar 2.3. Skema Pembentukan MIP 7
Gambar 2.4. Skema alat spektroskopi FTIR 8
Gambar 2.5. Grafik FTIR penelitian sebelumnya (a) Polimer yang sudah dicuci. (b) Polimer yang belum dicuci. (c) NIP 9
Gambar 2.6. Skema elektron menabrak permukaan material (Sujatno dkk, 2015) 10
Gambar 2.7. Hasil SEM penelitian sebelumnya (a) Polimer sebelum dicuci. (b) Polimer yang telah dicuci (MIP) (Nurhamidah, 2017) 11
Gambar 3.1 Proses pembuatan MIP dangan metode *cooling-heating* 15
Gambar 3.2. Bagan Alir Proses Pembuatan Polimer 18
Gambar 3.3. Bagan Alir Proses Pembuangan *Template* Melamin 20
Gambar 4.1. Gambaran Proses Pembuangan *Template* melamin 23
Gambar 4.2. Grafik hasil FTIR (a) Polimer melamin. (b) MIP perlakuan 1. (c) MIP perlakuan 2. (d) MIP perlakuan 3. (e) NIP 26
Gambar 4.3. Hasil Karakterisasi SEM (a) Polimer Melamin. (b) MIP Perlakuan 1. (c) MIP Perlakuan 2 30
Gambar 4.4. Distribusi Jumlah Rongga Polimer Melamin, MIP Perlakuan 1 dan MIP Perlakuan 2 30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat Fisik Melamin (Bann dan Miller, 1957). 4
Tabel 3.1. Tabel Perlakuan Pelarut dan Waktu 17
Tabel 3.2. Rincian pelaksanaan penelitian 21
Tabel 4.1. Gugus Fungsi Berdasarkan Gambar 4.2 25
Tabel 4.2. Gugus Fungsi Berdasarkan Gambar 4.3 27
Tabel 4.3. Gugus Fungsi Amina pada polimer, MIP perlakuan 1, MIP perlakuan 2 dan MIP perlakuan 3. 28

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mengkonsumsi makanan adalah kebutuhan pokok manusia. Namun zat yang terkandung di dalam makanan tidak semua baik untuk tubuh. Zat yang terkandung didalam makanan sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia yang mengkonsumsinya. Di era modern, banyak kasus pencampuran zat berbahaya ke dalam produk makanan. Zat berbahaya yang terkandung di dalam makanan dapat mengakibatkan berbagai penyakit berbahaya. Pencampuran zat berbahaya kedalam makanan bertujuan untuk membuat makanan semakin enak dan mengurangi biaya produksi makanan.

Salah satu zat berbahaya yang banyak dicampurkan ke dalam produk makanan adalah melamin. Pada akhir tahun 2008, publik di Indonesia dihebohkan dengan beredarnya susu bayi yang mengandung melamin dari Tiongkok. Kemajuan bidang produksi makanan dan semakin menipisnya *entry barrier* dalam perdagangan mengakibatkan produk makanan dapat menyebar secara luas dan cepat ke kota kota besar di Indonesia (Diana K, 2017). Penambahan melamin pada susu dilakukan agar kandungan protein pada susu seolah-olah lebih tinggi (Xiu dan Klein, 2010).

Menurut penelitian, melamin yang diberikan pada hewan tikus menyebabkan dampak yang berbahaya bagi kesehatan tikus tersebut. Kontaminasi melamin pada darah di urin menyebabkan produksi urine berkurang, infeksi ginjal dan tekanan darah tinggi. Melamin tidak dapat dimetabolisme oleh tubuh. Pada penelitian juga disebutkan kandungan melamin yang tinggi dapat mengakibatkan inflamasi kantung kemih dan pembentukan batu ginjal. Pembentukan batu pada ginjal diakibatkan karena kombinasi antara melamin dan asam urat (Hau dkk, 2009). Dengan bahaya dari melamin, bukan berarti manusia tidak boleh memiliki kandungan melamin sama sekali. Menurut *United States Food and Drug Administration* (FDA) menyatakan, asupan harian melamin yang dapat diditoleransi adalah sebesar 0,63 mg per kg berat badan. Namun *The European*

Food Safety Authory (EFSA) menetapkan standar yang lebih rendah, yaitu 0,5 mg per kg berat badan (Petersen dkk, 2009).

Dengan banyaknya kasus produk yang teridentifikasi melamin maka dibutuhkan teknik untuk mengidentifikasinya. Salah satu teknik untuk mendeteksi melamin dalam produk adalah teknik *molecular imprinting*. Teknik *molecular imprinting* adalah teknik untuk membuat polimer berongga atau *molecularly imprinted polymer* (MIP) dengan memberikan pengenalan sifat target yang akan dideteksi (Chow dan Bhawani, 2016). MIP digunakan sebagai material sensor yang dapat mendeteksi zat berbahaya dalam makanan termasuk melamin. Pengukuran melamin pada makanan biasanya menggunakan metode *potensiometric* dimana membran MIP ditumbuhkan untuk aplikasi elektroda kerja.

Pembuatan polimer pada penelitian dengan menggunakan metode *cooling-heating* mengacu pada penelitian sebelumnya (Nurhamidah, 2017; Yanti, 2016; Tati, 2016; Royani dkk, 2014). Hasil MIP pada penelitian sebelumnya (Nurhamidah, 2017) masih belum optimal karena MIP masih memiliki rongga yang sedikit dan kandungan melamin yang banyak. Jumlah rongga yang sedikit dipengaruhi oleh proses pencucian dalam proses pembuangan *template*. Di dalam penelitian ini, akan dilakukan akan dilakukan optimasi perlakuan pembuangan *template* dengan dua jenis pelarut yang berbeda. Bahan yang digunakan sebagai pelarut pada proses pencucian polimer haruslah mengikat melamin dengan baik.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana metode proses pembuangan *template* melamin pada MIP untuk mendapatkan jumlah rongga yang optimal?

1.3. Batasan Masalah

Batas penelitian pada penelitian ini difokuskan pada hasil dari proses pembuangan *template* melamin dengan 3 perlakuan dalam proses pembuangan *template* yang digunakan.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Dapat membuat MIP melamin dengan metode *cooling-heating*
2. Melakukan optimasi perlakuan dalam proses pembuangan *template*, diharapkan akan didapatkan MIP melamin dengan jumlah rongga yang banyak

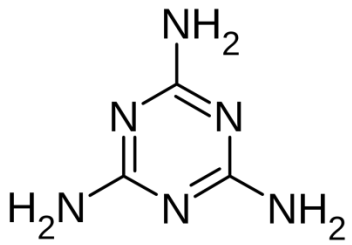
1.5. Manfaat Penelitian

Turut berkontribusi dalam perkembangan teknologi polimer untuk aplikasi sensor.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Melamin

Melamin adalah senyawa organik dengan rumus kimia $C_3H_6N_6$ yang ditemukan oleh Libig pada tahun 1834 dari pemanasan *potassium thiocyanat* dengan ammonium klorida. Selanjutnya melamin dapat dihasilkan dari pemanasan *guanidine carbonate*, *thiourea*, *cyanamide* dan *dicyanamide*. Dalam skala besar, melamin hasil dari pemanasan *dicyanamide* akan menghasilkan ammonia. Melamin sering kali dikombinasikan dengan formaldehid. Kombinasi keduanya digunakan untuk memproduksi plastik. Struktur melamin ditunjukan pada Gambar 2.1 (Tyan dkk, 2009).



Gambar 2.1. Struktur Melamin

Melamin memiliki sifat fisik seperti Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Sifat Fisik Melamin (Bann dan Miller, 1957).

Sifat	Nilai
Titik Lebur	354^oC
Densitas	1,571 g/cm^2
Konduktivitas molar	0,8 ohm^{-1}

Melamin diizinkan untuk dijadikan tempat menyimpan makanan, namun melamin tidak diizinkan untuk dicampurkan kedalam makanan. Mengkonsumsi melamin dapat menyebabkan penyakit ginjal yang serius. Dalam beberapa kasus, melamin dicampurkan kedalam susu sebagai protein palsu sehingga protein pada susu bayi terlihat lebih tinggi (Tyan dkk, 2009). Hal ini tentu akan sangat berbahaya bagi kesehatan bayi hingga dapat menyebabkan kematian. Meski berbahaya, bukan berarti

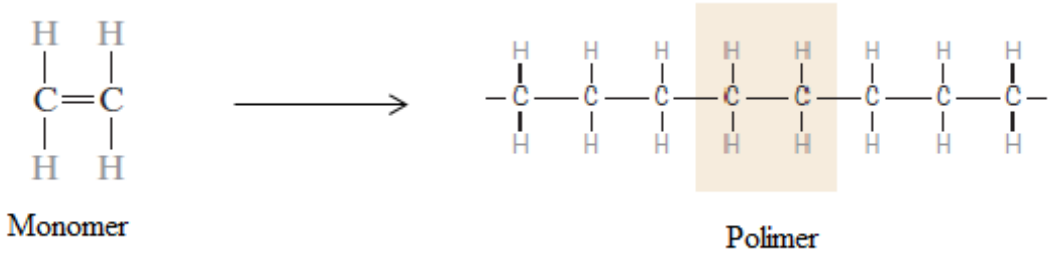
melamin tidak dapat dikonsumsi sama sekali. Menurut Menurut *United States Food and Drug Administration* (FDA) menyatakan, asupan harian melamin yang dapat diditoleransi adalah sebesar 0,63 mg per kg berat badan. Namun *The European Food Safety Authory* (EFSA) menetapkan standar yang lebih rendah, yaitu 0,5 mg per kg berat badan (Petersen dkk, 2009).

Dalam penelitian ini, melamin akan digunakan sebagai zat aktif yang berikatan dengan monomer-monomer. Agar melamin dapat berikatan dengan monomer nantinya, maka diperlukan monomer yang dapat berikatan dengan melamin. Ikatan antara monomer-monomer disebut dengan polimer. Dalam penelitian ini monomer yang digunakan adalah *methacrylic acid* (MAA)

2.2. Polimer

Polimer merupakan makromolekul yang dibangun dari unit-unit molekul sederhana yang tersusun secara berulang. Polimer pada dasarnya terdiri dari 2 jenis yaitu polimer dari alam dan polimer buatan (sintetik) (Budianto dan Sarwono, 2008). Beberapa contoh polimer alami adalah protein, enzim dan selulosa sedangkan polimer buatan seperti plastik, benang wol dan karet.

Komposisi molekul yang membentuk struktur tertentu dinamakan sebagai unit mer. Mer tunggal biasanya disebut dengan monomer. Sedangkan monomer yang saling berikatan dinamakan dengan polimer (Calister, 2007). Contoh sederhana ikatan polimer adalah ikatan *polyethylene* (PE). Ikatan *polyethylene* ditunjukan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Ikatan polimer *polyethylene* (PE)(Calister, 2007).

Dari Gambar 2.2. struktur molekul C_2H_4 disebut dengan mer. Molekul C_2H_4 yang tidak berikatan dinamakan dengan monomer. Ketika struktur C_2H_4 saling berikatan maka dapat disebut dengan polimer (Calister, 2007). Proses pembuatan polimer sendiri biasa disebut dengan polimerisasi.

2.3. Polimerisasi

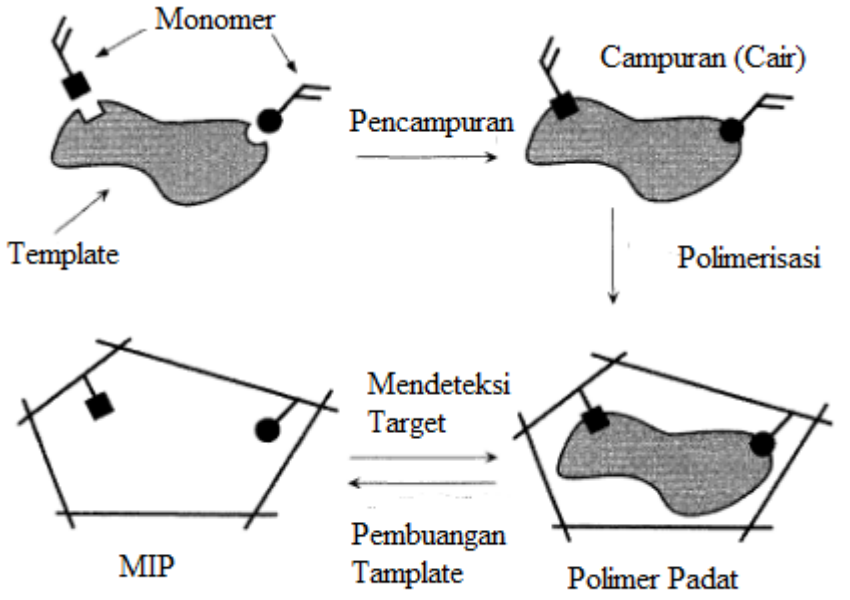
Terdapat 2 jenis proses polimerisasi, poimerisasi adisi dan polimerisasi konsensasi. Polimerisasi adisi adalah proses polimerisasi dengan terlebih dahulu membuka ikatan rangkap monomer sehingga tidak kehilangan molekul-molekul sederhana. Sedangkan polimerisasi kondensasi adalah proses polimerisasi dengan unit yang berulang memiliki struktur yang berbeda dengan komponen penyusunya (Handayani, 2010).

Pada pembuatan *molecularly imprinted polymer* (MIP) polimerisasi dilakukan dengan menggunakan monomer, *cross-linker* dan *template*. *Cross-linker* berfungsi untuk membuat monomer menjadi terikat hingga membuat material kaku (Kirsch dkk, 2000). Dalam penelitian ini monomer yang dipakai adalah *methacrylic acid* (MAA), *cross-linker* yang dipakai adalah *ethylene glycol* (EDMA), benzoil peroksida (BPO) sebagai inisiator dan melamin sebagai *template*. Sebagai pembanding, perlu dibuat *non imprinted polymer* (NIP). Pembuatan NIP sama seperti pembuatan MIP namun pembuatan NIP tidak menggunakan *template*.

Polimerisasi pada penelitian menggunakan metode *cooling-heating*. Campuran monomer, *cross-linker*, inisiator dan pelarut didinginkan dalam suhu -5°. Tujuan pendinginan adalah untuk menghilangkan oksigen dalam larutan. Oksigen dalam larutan dapat mengganggu proses polimerisasi (Komiyama dkk, 2003). Pada penelitian ini pendinginan dilakukan selama 1 jam. Setelah pendinginan larutan polimer dipanaskan dalam *furnace*. Pemanasan dilakukan untuk membantu proses penguapan. Dalam pembuatan *molecularly imprinted polymer* (MIP) dibutuhkan proses pembuangan *template*, sehingga *template* yang terlepas dari ikatan akan membentuk rongga-rongga.

2.4. *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP)

Molecularly imprinted polymer adalah polimer berongga, dimana rongga pada polimer tersebut dihasilkan dari proses pembuangan *template* (Vasapollo dkk, 2011). Rongga yang dihasilkan dapat menangkap target yang memiliki sifat fisika dan kimia yang sama dengan *template* (Royani dkk, 2014). MIP dapat dimanfaatkan menjadi sensor, katalis, sistem reseptor dan lain-lain. Skema pembentukan MIP melamin ditampilkan pada Gambar 2.3 (Komiyama dkk, 2002).



Gambar 2.3. Skema Pembentukan MIP

Skema pembentukan MIP seperti yang ditunjukan pada Gambar 2.3 menunjukan monomer dan *template* dilakukan pencampuran. Setelah pencampuran, monomer dan *template* akan berikatan dalam bentuk cair. ikatan antara monomer dengan *template* dalam bentuk cair kemudian dilakukan polimerisasi sehingga membentuk polimer padat. *Template* pada polimer padat kemudian dihilangkan hingga membentuk rongga. Polimer berongga tersebut yang dinamakan MIP. Ketika MIP mendeteksi target dengan sifat fisika dan kimia yang sama dengan *template*, monomer akan kembali mengikat *template* untuk sementara waktu.

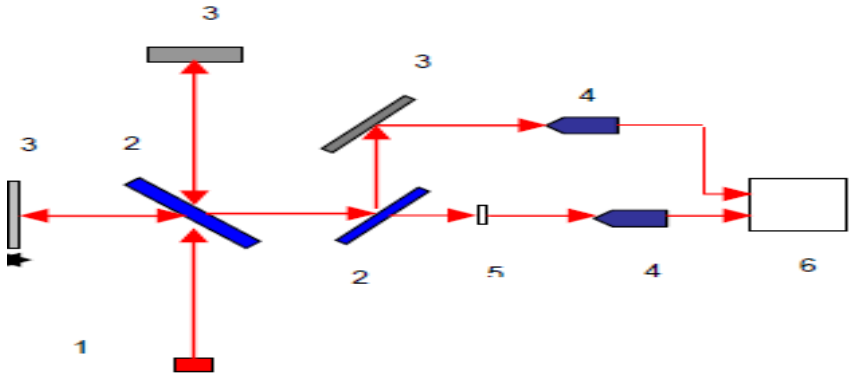
Proses pembuangan *template* yang tepat akan menghasilkan MIP yang optimal. MIP optimal adalah MIP yang memiliki banyak rongga dan memiliki sedikit kandungan MIP. Banyaknya rongga dan kandungan *tamplate* akan mempengaruhi sensitifitas dan selektifitas MIP saat mendeteksi target. Dalam penelitian ini, banyaknya rongga akan dilihat menggunakan analisis SEM. Sedangkan kandungan melamin akan dilihat dengan analisis FTIR

2.5. Analisis *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Fourier transform infrared (FTIR) adalah suatu metode spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi *fourier* untuk analisis spektrumnya. Metode spektroskopi FTIR menggunakan metode absorpsi yang mana metode ini berdasarkan perbedaan setiap bahan menyerap radiasi inframerah. Absorpsi oleh bahan dapat terjadi

apabila ada kesesuaian antara radiasi inframerah dengan frekuensi getar molekul bahan dan terjadi perubahan momen dipol selama bergetar (Anam dkk, 2007). Gugus fungsi suatu bahan juga dapat diketahui dengan metode FTIR.

Metode spektroskopi FTIR menggunakan konsep interferometer Michelson yaitu konsep yang digunakan untuk menganalisis interferensi sinyal. Skema alat spektroskopi FTIR ditampilkan pada Gambar 2.4 (Anam dkk, 2007).

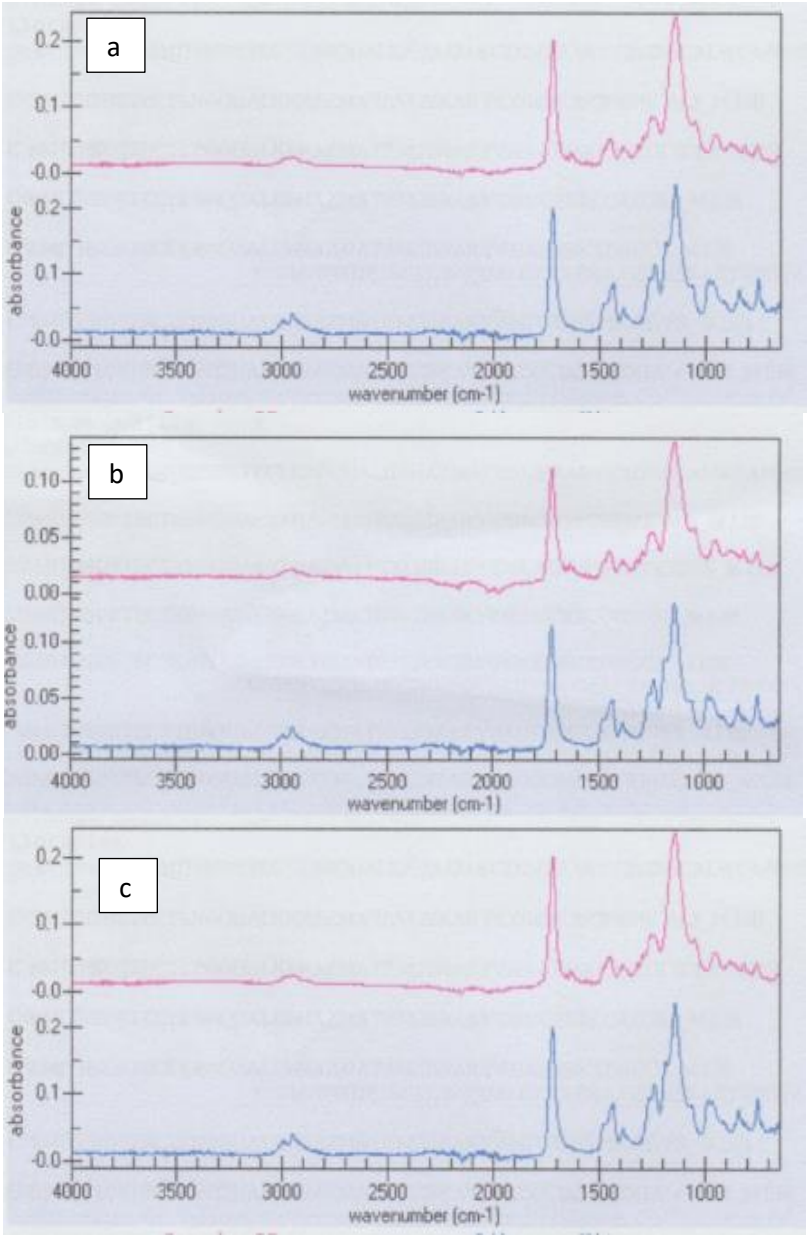


Gambar 2.4. Skema alat spektroskopi FTIR

Angka 1 pada Gambar 2.4 menunjukan sumber inframerah, angka 2 menunjukan *beam splitter*, angka 3 menunjukan cermin pemantul, angka 4 menunjukan detektor inframerah, angka 5 menunjukan sampel dan angka 6 menunjukan *display*. Sinar inframerah dihasilkan oleh sumber inframerah yang kemudian melewati *beam splitter*. *Beam splitter* akan membagi berkas cahaya menuju dua cermin pemantul. Cahaya dari cermin pemantul kemudan mengenai *beam splitter* kedua. *beam splitter* kedua akan membagi cahaya menuju detektor inframerah tanpa melewati sampel dan menuju detektor inframerah dengan melewati sampel terlebih dahulu.

Analisis gugus fungsi suatu sampel dilakukan dengan membandingkan pita absorpsi yang terbentuk pada spektrum inframerah menggunakan tabel korelasi dan membandingkanya dengan menggunakan spektrum senyawa pembanding yang sudah diketahui (Anam dkk, 2007).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Nurhamidah, 2017) grafik hasil karakterisasi FTIR ditampilkan pada Gambar 2.5.

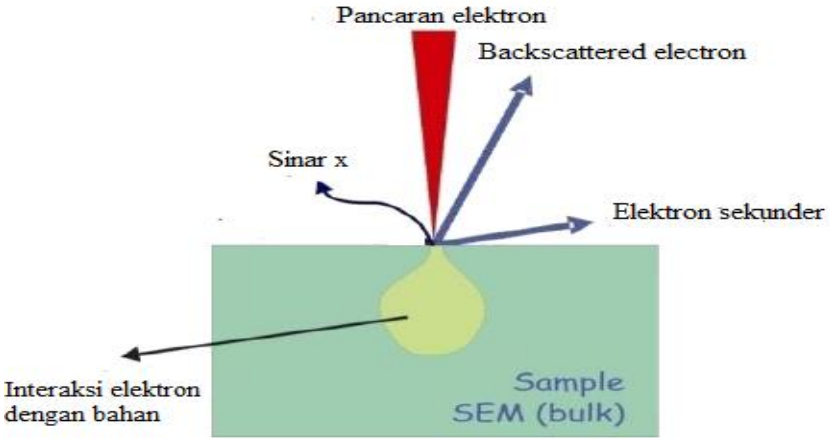


Gambar 2.5. Grafik FTIR penelitian sebelumnya (a) Polimer yang sudah dicuci. (b) Polimer yang belum dicuci. (c) NIP

Pada Gambar 2.5 terlihat grafik hasil karakterisasi FTIR pada penelitian Nurhamidah, 2017. Karena melamin merupakan senyawa yang tergolong gugus fungsi amina. Pada Gambar 2.5 terlihat gugus fungsi amina terlihat pada bilangan gelombang 1000-1360 cm^{-1} yang menandakan ikatan C-N, namun ikatan NIP juga mengandung ikatan C-N sehingga puncak pada bilangan gelombang 1000-1360 cm^{-1} tidak hilang namun tinggi puncaknya berkurang. Semakin berkurangnya tingkat absorbansi pada rentang bilangan gelombang amina menandakan kadar amina pada bahan semakin berkurang. Begitu pula dengan gugus fungsi yang lain (Nurhamidah, 2017).

2.6.Analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

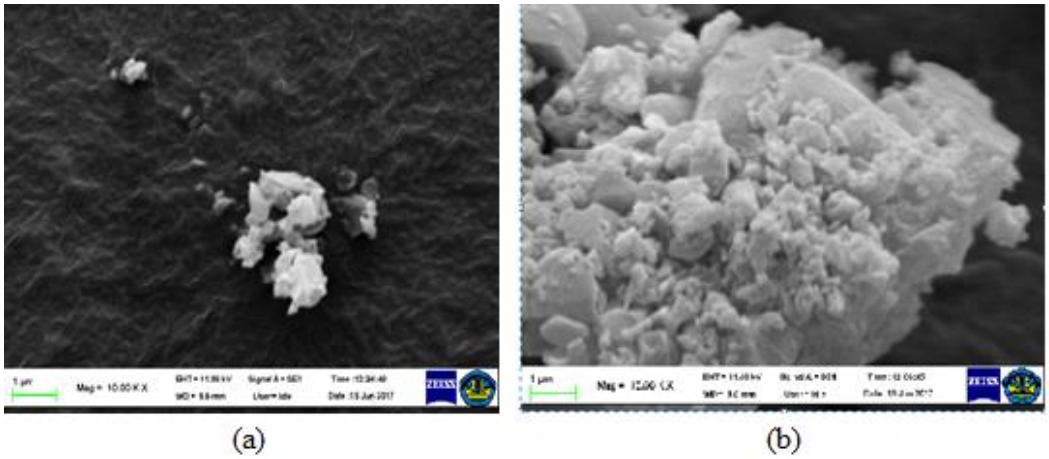
SEM dapat digunakan untuk mengamati permukaan material dengan perbesaran hingga 500.000 kali. Dalam penelitian MIP, SEM berguna untuk mengetahui banyaknya rongga pada MIP. Peralatan SEM terdiri dari sebuah senapan elektron yang memproduksi elektron pada tegangan tinggi. Berkas elektron tersebut dilewatkan pada beberapa lensa elektromagnetik untuk menghasilkan gambar yang ditampilkan dalam bentuk film fotografi pada layar (Anggraeni N D, 2008). Skema elektron dengan tegangan tinggi menabrak material ditampilkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Skema elektron menabrak permukaan material (Sujatno dkk, 2015)

Pada Gambar 2.6 terlihat, ketika elektron menabrak permukaan material, terjadi interaksi antara elektron dengan atom-atom di permukaan dan di bawah permukaan material. Akibat interaksi tersebut, sebagian besar elektron terhambur. Elektron yang terhambur tersebut dinamakan *backscattered electron* (BSE). Elektron yang masuk kedalam bahan memindahkan sebagian besar energi elektron atom hingga keluar bahan. Elektron yang terpental tersebut dinamakan *secondary electron* (SE) atau elektron sekunder. munculnya elektron sekunder selalu diikuti munculnya sinar X yang dapat dimanfaatkan untuk meneliti kandungan elemen pada setiap bahan. Elektron sekunder kemudian ditangkap oleh detektor untuk membentuk gambar morfologi material (Sujatno dkk, 2015).

Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya, Hasil karakterisasi SEM ditampilkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Hasil SEM penelitian sebelumnya (a) Polimer sebelum dicuci. (b) Polimer yang telah dicuci (MIP) (Nurhamidah, 2017)

Pada penelitian sebelumnya, hasil SEM menunjukan bahwa MIP hasil penelitian belum maksimal. hal itu terlihat dari Gambar 2.7 (b) yang hanya terlihat sedikit rongga dan masih memiliki banyak kandungan melamin. Dari hasil karakterisasi SEM terlihat jumlah rongga yang dihasilkan oleh peneliti sebelumnya adalah sebanyak 258 rongga (Nurhamidah, 2017).

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian tugas akhir dilakukan di Laboratorium Fisika Material Universitas Sriwijaya (UNSRI) Indralaya Sumatera Selatan. Karakterisasi sampel menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) yang direncanakan akan dilakukan di Program Studi Farmasi Universitas Sriwijaya, karakterisasi sampel menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) yang direncanakan akan dilakukan di Laboratorium Forensik Polda Sumsel. Waktu penelitian telah dan akan dilakukan pada bulan April 2018 – Juli 2018.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Alat Sintesa Penelitian

- Tabung reaksi

  Fungsi : Sebagai tempat untuk mereaksikan bahan- bahan pembentuk MIP
- Cawan dan Penggerus

  Fungsi : Untuk menghaluskan MIP hingga menjadi sebuk
- Spatula

  Fungsi : Untuk mengambil bahan dari botol kaca kecil
- Gelas Baker

  Fungsi : Sebagai wadah untuk mencampurkan bahan- bahan dari tabung reaksi
- Pipet pirek

  Fungsi : Untuk mengambil bahan berbentuk cair
- *Magnetic Stirer*

  Fungsi : Sebagai alat pengaduk dan pemanas campuran bahan saat pengadukan
- *Furnace*

  Fungsi : Untuk memanaskan dan mengeringkan sampel MIP
- Neraca digital

  Fungsi : Untuk menimbang massa Benzoil Peroksida (BPO) dan zat aktif

- Botol kaca kecil (vial)

  Fungsi : Wadah penyimpanan sampel MIP yang akan dibuat
- Lemari pendingin

  Fungsi : Untuk mengurangi interaksi bahan reaktan dengan oksigen
- Tabung *pirex*

  Fungsi : Sebagai tempat penumbuhan membran MIP untuk elektroda kerja

3.3.2. Bahan Penelitian

- Melamin ($C_3H_6N_6$)

  Fungsi : Sebagai *template* atau analit yang digunakan dalam penelitian
- Benzoil Peroksida ($C_{14}H_{10}O_4$) (BPO)

  Fungsi : Sebagai inisiator
- *Methacrylic acid* ($C_4H_6O_2$) (MAA)

  Fungsi : Sebagai monomer fungsional
- *Ethylene glycol dimethacrylate* ($C_{10}H_{14}O_4$) (EDMA)

  Fungsi : Sebagai *cross-linker*
- Aquabides (H_2O)

  Fungsi : Sebagai pelarut murni
- Asam Asetat (CH_3COOH)

  Fungsi : Bahan yang dicampurkan pada pelarut untuk membersihkan *tamplate*
- Metanol (CH_3OH)

  Fungsi : Sebagai bahan pembersih *template*
- Etanol (C_2H_6O)

  Fungsi : Sabagai bahan pelarut dan pembersih *template*

3.3.3. Alat Karakterisasi

- *Transformasi Fourier Infrared* (FTIR)

FTIR adalah suatu alat karakterisasi yang dapat mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi sinar inframerah yang mengenai senyawa tersebut. Pada hasil FTIR akan terlihat puncak- puncak yang menunjukan gugus fungsi yang dimiliki senyawa tersebut.

- *Scanning electron microscope* (SEM)

SEM adalah suatu alat yang digunakan untuk mengamati mikrostruktur sampel dengan menampilkan gambar permukaan sampel melalui proses scan. Gambar hasil scan kemudian digunakan untuk menentukan jumlah rongga MIP.

3.3. Prosedur Penelitian

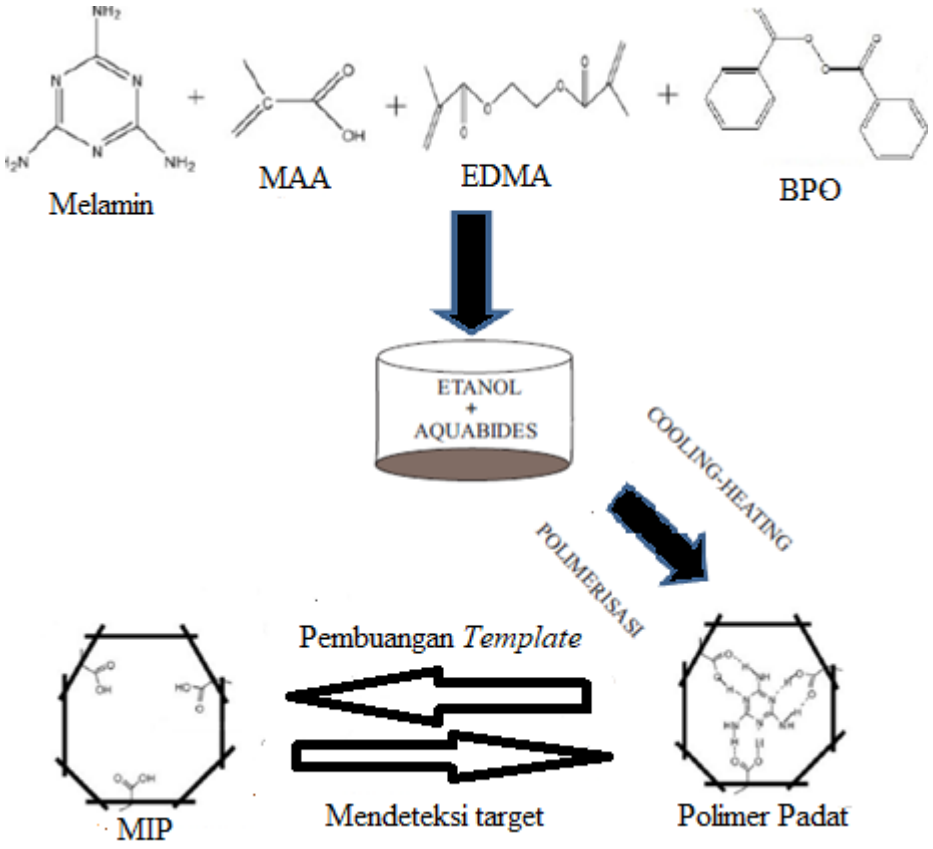
3.3.1 Preparasi Bahan dan Pembuatan Polimer

Dalam pembuatan polimer, bahan yang digunakan adalah melamin yang berperan sebagai *template* sebanyak 0,045 gram kemudian dimasukan kedalam gelas baker yang sudah terisi pelarut etanol sebanyak 2,5 ml dan aquabides sebanyak 0,75 ml. Kemudian tambahkan monomer (MAA) sebanyak 0,25 ml. Setelah itu ditambahkan *cross-linker* (EDMA) sebanyak 2,825 ml dan terakhir tambahkan initiator (BPO) sebanyak 0,03 g. Bahan- bahan tersebut dicampurkan kedalam gelas baker secara berurutan.

Setelah semua bahan dicampurkan kedalam gelas baker, kemudian dilakukan pengadukan selama 15 menit sambil dipanaskan dengan suhu 40 ^{o}C dengan menggunakan *magnetic stirrer* untuk menghasilkan larutan yang homogen atau biasa disebut larutan pra-polimer. Larutan pra-polimer yang dihasilkan dimasukan ke dalam vial atau botol kecil kemudian ditutup dengan rapat.

Larutan pra-polimer dalam vial tersebut kemudian dilakukan polimerisasi dengan metode *cooling-heating* untuk menghasilkan polimer padatan atau polimer akrilik. Pendinginan dilakukan dengan memasukan larutan pra-polimer ke dalam lemari pendingin dengan suhu -5 ^{o}C selama 60 menit. Setelah itu larutan pra-polimer dipanaskan dengan memasukanya kedalam *furnace* dengan suhu 75 ^{o}C ditahan selama 3 jam, 80 ^{o}C ditahan selama 3 jam dan 85 ^{o}C ditahan selama 1 jam. Hasil polimer padat yang didapatkan kemudian digerus dengan cawan dan penggerus hingga menjadi serbuk. Serbuk polimer yang sudah digerus kemudian dikarakterisasi dengan FTIR dan SEM.

Skema preparasi bahan dan pembuatan MIP dengan metode *cooling-heating* dijelaskan dengan Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Proses pembuatan MIP dangan metode *cooling-heating*

Gambar 3.1 menunjukan proses pembuatan MIP dengan metode *cooling-heating* untuk pembuatan MIP melamin. Melamin sebagai *template* dicampurkan kedalam larutan etanol + aquabides. Kemudian masukan MAA sebagai monomer, EDMA sebagai *cross-linker* dan BPO sebagai inisiator. Setelah itu, campuran tersebut diasuk hingga berikatan dalam bentuk cair. Kemudian dilakukan proses polimerisasi dengan menggunakan metode *cooling-heating* sehingga membentuk polimer padat. Kandungan melamin pada polimer padat kemudian dihilangkan sehingga polimer tersebut akan membentuk rongga-rongga seukuran molekul melamin. Polimer itu dinamakan MIP melamin. Ketika MIP melamin mendeteksi target, melamin akan kembali berikatan dengan MIP. Pembuatan NIP dilakukan dengan cara yang sama namun tidak menggunakan *template* melamin.

3.3.2 Proses Pembuangan *Template* dan Karakterisasi sampel

Serbuk Polimer yang dihasilkan dari proses pembuatan Polimer kemudian dicuci untuk menghilangkan *tamplate*. Proses pembuangan *template* dilakukan dengan 5 tahap. Tahap awal pembuangan *template* adalah dengan merendam serbuk polimer. Proses

perendaman serbuk polimer dilakukan dengan 3 perlakuan. Perlakuan 1 menggunakan pelarut metanol dengan waktu pencucian pada tahap pertama dan kedua berulang, perlakuan 2 menggunakan pelarut etanol dengan waktu pencucian pada tahap pertama dan kedua berulang dan perlakuan 3 menggunakan pelarut etanol dengan waktu pencucian tidak berulang.

Pada tahap pertama pencucian, untuk perlakuan 1 serbuk polimer direndam menggunakan 8,5 ml metanol selama 16 jam kemudian larutan dibuang, kemudian rendam lagi dengan 8,5 ml metanol selama 16 jam kemudian larutan dibuang dan rendam kembali dengan 8,5 ml metanol selama 16 jam kemudian larutan dibuang lagi. Pada proses pencucian tahap kedua, serbuk polimer direndam menggunakan metanol/asam asetat dengan komposisi (10:1) selama 1 jam kemudian larutan dibuang dan dilakukan perendaman lagi dengan metanol/asam asetat dengan komposisi (10:1) kemudian larutan dibuang kemudian larutan dibuang dan dilakukan perendaman lagi dengan metanol/asam asetat dengan komposisi (10:1) kemudian larutan dibuang lagi. Pada proses pencucian tahap ketiga, serbuk polimer direndam menggunakan 3 ml metanol selama 1 jam kemudian larutan dibuang lalu direndam kembali dengan menggunakan 3 ml metanol kemudian larutan dibuang lagi, lalu larutan direndam kembali dengan 3 ml metanol selama 1 jam kemudian larutan dibuang kembali. Pada proses pencucian tahap keempat, serbuk polimer direndam menggunakan campuran metanol/aquabides sebanyak (6,275 ml/12,5 ml) selama 1 jam.

Untuk perlakuan kedua, tahap pertama proses pencucian serbuk polimer direndam menggunakan 8,5 ml etanol selama 16 jam kemudian larutan dibuang, kemudian rendam lagi dengan 8,5 ml etanol selama 16 jam kemudian larutan dibuang dan rendam kembali dengan 8,5 ml etanol selama 16 jam kemudian larutan dibuang kembali. Pada tahap kedua proses pencucian. serbuk polimer direndam menggunakan etanol/asam asetat dengan komposisi (10:1) selama 1 jam kemudian larutan dibuang dan dilakukan perendaman lagi dengan etanol/asam asetat dengan komposisi (10:1) kemudian larutan dibuang kemudian larutan dibuang dan dilakukan perendaman lagi dengan etanol/asam asetat dengan komposisi (10:1) kemudian larutan dibuang lagi. Pada tahap ketiga proses pencucian serbuk polimer direndam menggunakan 3 ml etanol selama 1 jam kemudian larutan dibuang lalu direndam kembali dengan menggunakan 3 ml etanol kemudian larutan dibuang lagi, lalu larutan direndam kembali dengan 3 ml etanol selama 1 jam

kemudian larutan dibuang kembali. Pada tahap keempat proses pencucian serbuk polimer direndam menggunakan campuran etanol/aquabides sebanyak (6,275 ml /12,5 ml) selama 1 jam

Untuk perlakuan ke 3 serbuk polimer direndam menggunakan 8,5 ml etanol selama 48 jam setelah itu larutan dibuang. Pada tahap kedua proses pencucian serbuk polimer direndam menggunakan etanol/asam asetat dengan komposisi (10:1) selama 1 jam. Pada proses pencucian tahap ketiga serbuk polimer direndam dengan menggunakan 3 ml etanol selama 1 jam, kemudian larutan dibuang lalu direndam kembali dengan 3 ml etanol selama 20 jam lalu larutan dibuang, kemudian direndam kembali dengan 3 ml etanol selama 1 jam kemudian larutan dibuang kembali. Pada proses pencucian tahap keempat serbuk polimer dicuci kembali serbuk polimer direndam menggunakan campuran etanol/aquabides sebanyak (6,275 ml /12,5 ml) selama 1 jam. Perbedaan perlakuan proses pencucian ditunjukan pada Tabel 3.2.

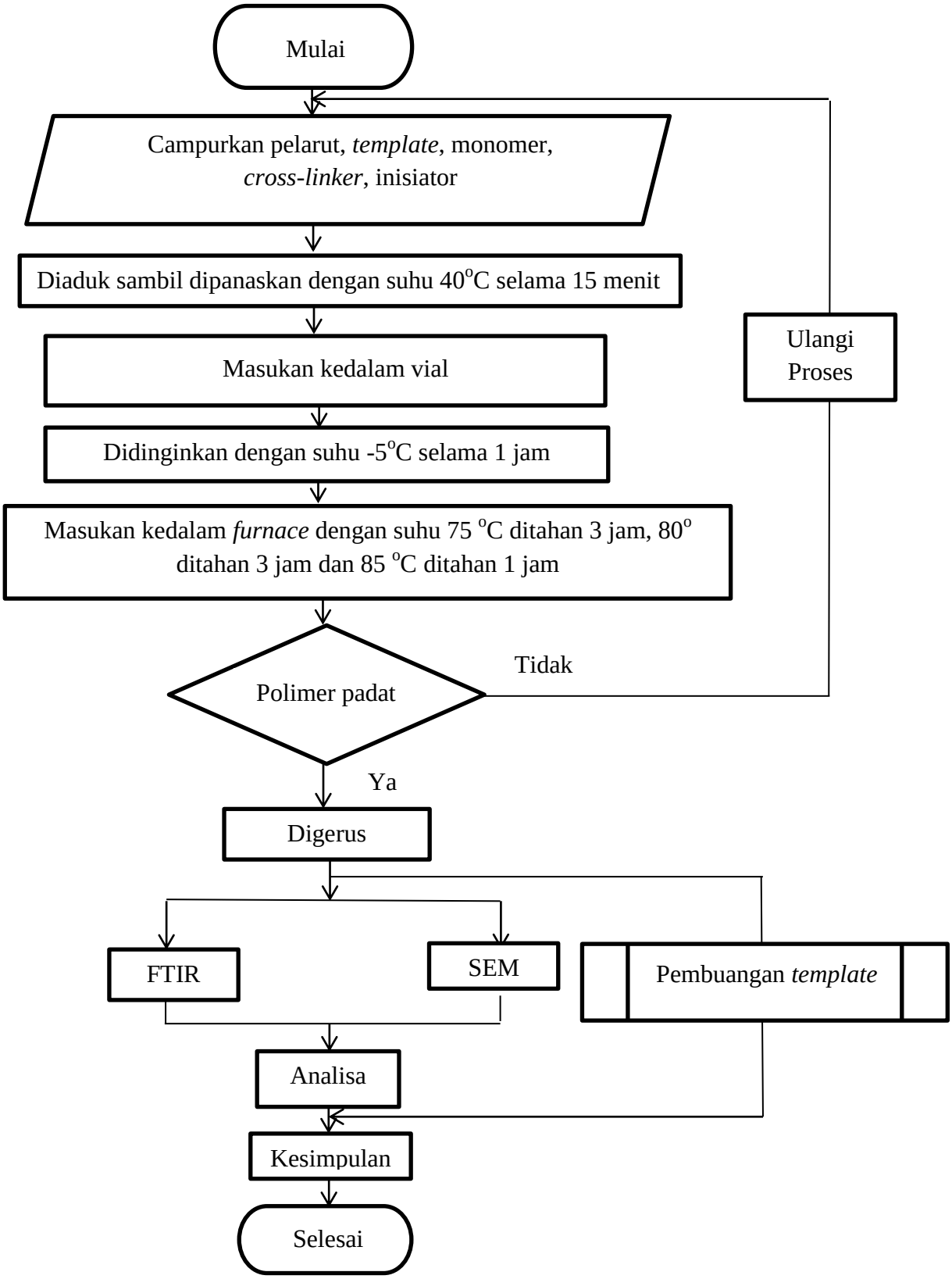
Tabel 3.1. Tabel Perlakuan Pelarut dan Waktu

Perlakuan	**Jenis Pelarut**	**Waktu Perendaman**
Perlakuan 1	Metanol	Berulang
Perlakuan 2	Etanol	Berulang
Perlakuan 3	Etanol	Tidak berulang

Tahap kelima, serbuk polimer dari hasil pembuangan *template* pada tahap keempat dikeringkan. Serbuk polimer yang sudah kering kemudian dikarakterisasi dengan menggnakan FTIR dan SEM.

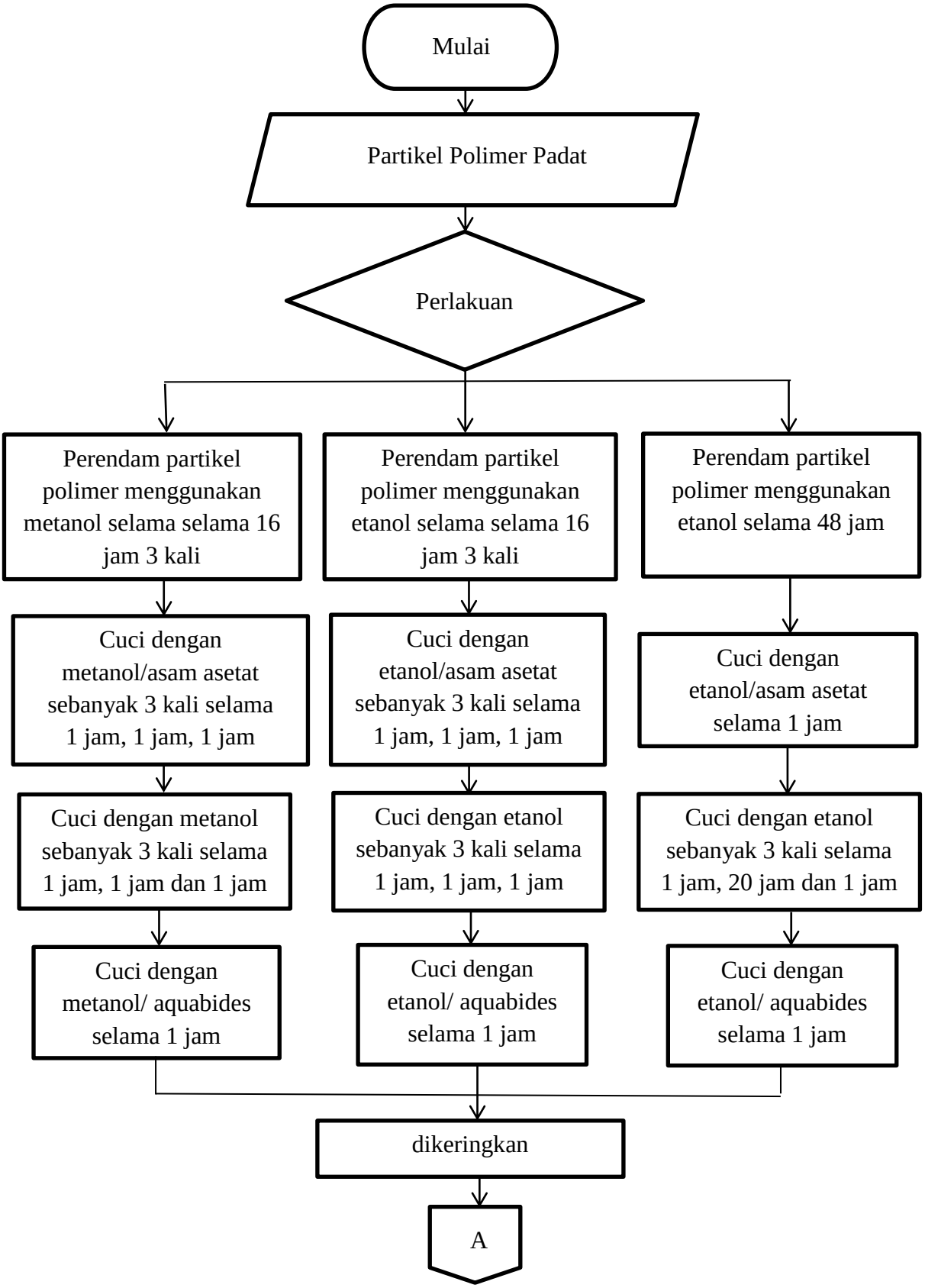
3.4. Diagram Alir Penelitian

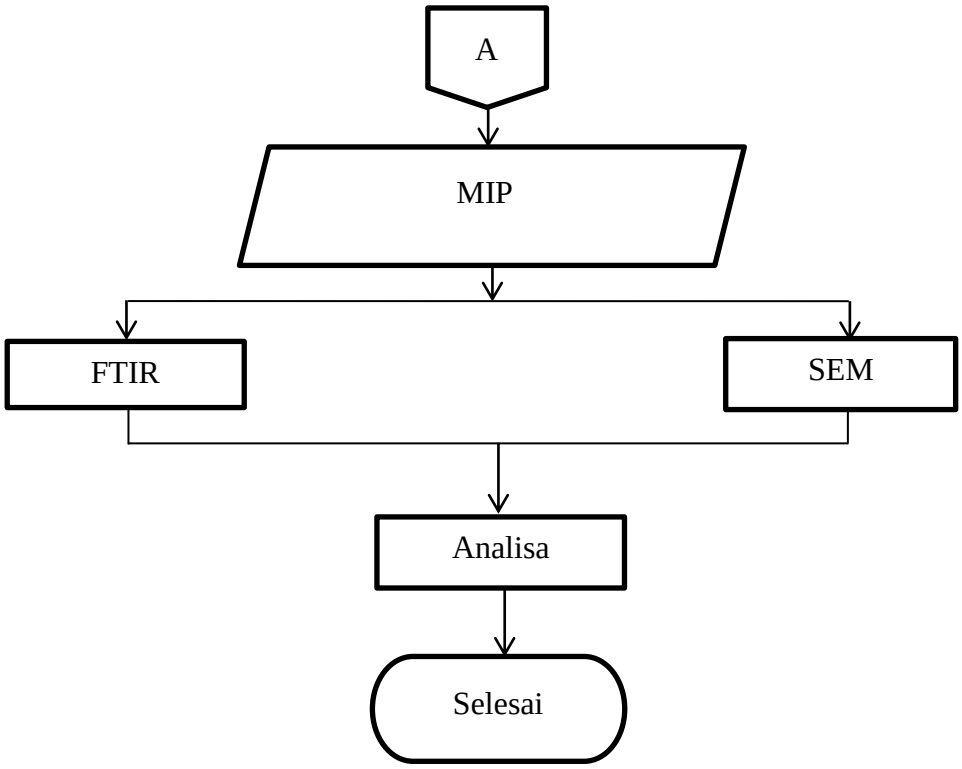
3.4.1. Bagan Alir Proses Pembuatan Polimer



Gambar 3.2. Bagan Alir Proses Pembuatan Polimer

3.4.2. Bagan Alir Proses Pembuangan Template Melamin





Gambar 3.3. Bagan Alir Proses Pembuangan *Template* Melamin

3.5. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Maret 2018 – Juni 2018. Secara rinci dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Rincian pelaksanaan penelitian

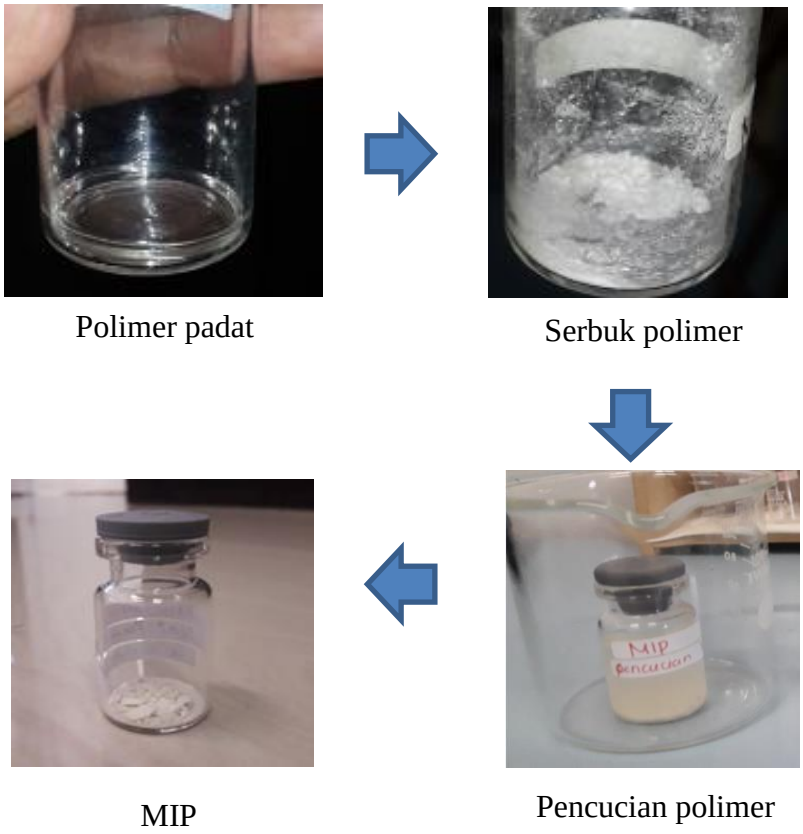
No	Kegiatan	April	Mei	Juni	Juli
1	Persiapan alat dan bahan				
2	Proses pembuatan NIP				
3	Proses Pembuatan MIP				
4	Pembuangan *Template*				
5	Karakterisasi sampel				
6	Analisa				
7	Seminar Hasil				

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan *molecularly imprinted polymer* (MIP) dengan metode *cooling- heating* dan proses pembuatan *template* melamin dengan menggunakan 3 perlakuan. Hasil dari ketiga perlakuan pembuangan *template* ini kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk dilihat gugus fungsi MIP dan SEM untuk melihat banyaknya jumlah rongga dari MIP. Karakterisasi menggunakan SEM hanya dilakukan untuk MIP yang paling sedikit mengandung amina yang dapat diketahui dari hasil karakterisasi FTIR. Jumlah rongga pada MIP dihitung menggunakan *software pordisk*.

4.1. Hasil Pembuatan Polimer Padat dan Proses Pembuangan *Template* Melamin

Hasil proses polimerisasi akan membentuk polimer padat berwarna bening. Proses pembuatan polimer padat menghabiskan waktu selama 7 jam 15 menit terdiri dari 15 menit persiapan bahan, 15 menit pengadukan, 1 jam pendinginan dan 6 jam pemanasan. Polimer padat tersebut kemudian dihancurkan dan digerus hingga menjadi serbuk halus. Hasil gerusan polimer kemudian dilakukan proses pembuangan *template*. proses pembuangan *template* dilakukan selama 2 hari untuk perlakuan 1 dan 2 serta 3 hari untuk perlakuan 3. Selanjutnya MIP dikeringkan dengan posisi vial terbuka. Gambaran proses pembuangan *template* melamin ditunjukan pada Gambar 4.1.

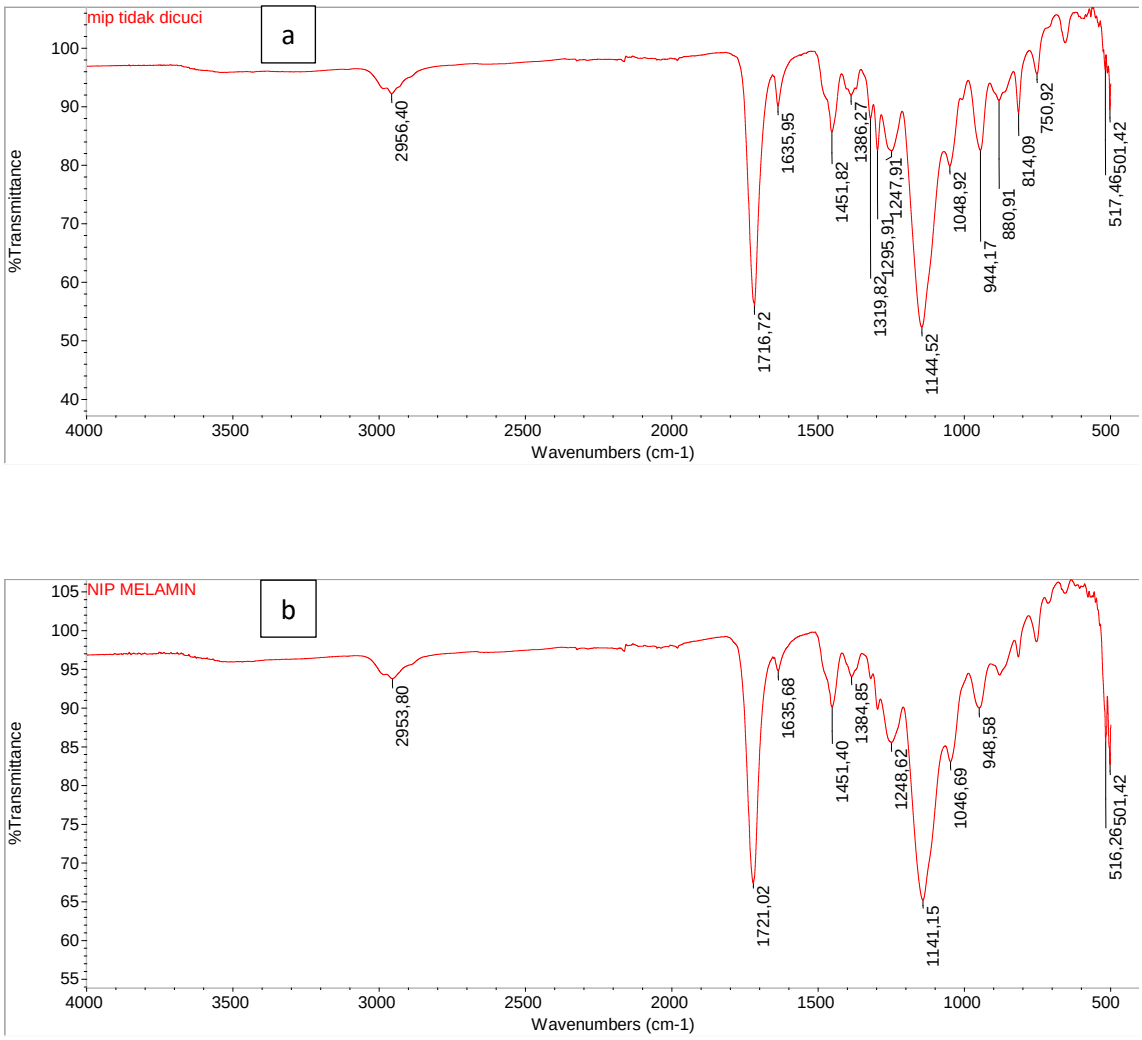


Gambar 4.1. Gambaran Proses Pembuangan *Template* melamin

Dari Gambar 4.1 terlihat hasil polimerisasi menghasilkan polimer padat berwarna bening. Polimer padat tersebut kemudian digerus hingga membentuk serbuk polimer. Serbuk polimer kemudian dilakukan proses pencucian setelah itu polimer dikeringkan.

4.2. Hasil Karakterisasi FTIR

Hasil Karakterisasi FTIR antara Polimer dan NIP tidak jauh berbeda karena bahan yang digunakan untuk membuat MIP dan NIP hampir sama. Perbedaan komposisi hanya terdapat pada melamin yang dicampurkan ke dalam polimer sehingga pada bilangan gelombang amina akan lebih besar persentase transmitansi nya. Hasil karakterisasi FTIR antara polimer tidak dicuci dan NIP ditunjukan pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2. Hasil karakterisasi FTIR (a). Polimer tidak dicuci (b). NIP

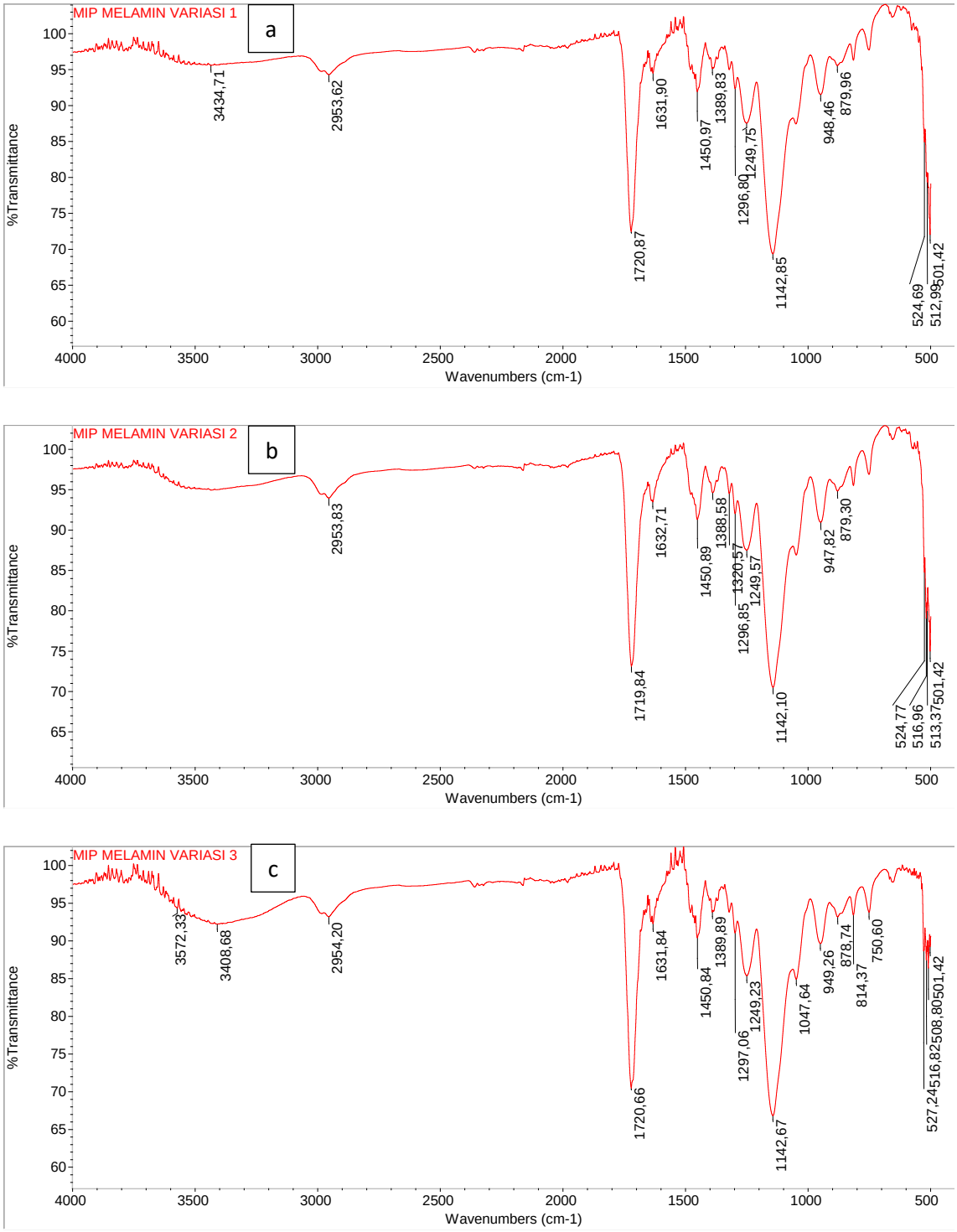
Pada Gambar 4.2 terlihat pada NIP tidak memiliki puncak pada bilangan gelombang 870-900 cm^{-1}, 820-810 cm^{-1} dan 750-751 cm^{-1} yang menunjukan gugus fungsi amina. Sedangkan pada polimer yang tidak dicuci terlihat muncul puncak pada bilangan gelombang 870-900 cm^{-1}, 820-810 cm^{-1} dan 750-751 cm^{-1}. Hal ini dikarenakan melamin yang bukan merupakan komposisi NIP termasuk senyawa yang tergolong amina. Pada MIP optimal, kadar melamin pada bahan akan hilang. Namun gugus fungsi amina pada bahan tetap akan ada karena karena EDMA sebagai *cross-linker* terdapat gugus fungsi amina. Besar persentase transmitansi antara Polimer tidak dicuci dan NIP hasil karakterisasi FTIR ditunjukan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Gugus Fungsi Berdasarkan Gambar 4.2

Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Transmitansi (%)		Gugus Fungsi
	Polimer	NIP	
2955–2950	92,91	93,77	Alkana (C-H)
1723–1718	55,95	67,21	Asam Karboksilat (C=O)
1650-1630	90,11	94,80	Amina (NH_2)
1451-1449	85,67	90.19	Alkana
1390-1380	91,94	94,03	Alkana (CH_2)
1321-1318	88,00	-	Asam Karboksilat (O-C)
1298-1296	82,44	-	Asam Karboksilat (O-C)
1250-1248	82,43	85,55	Amina (N-H)
1145-1142	52,31	65,18	Amina (C-N)
1100-1000	79,92	83,05	Amina (N-H)
950-945	82,54	89,99	Alkena (=C-H)
900-870	91,05	-	Amina ($N-H_2$)
820-810	89,26	-	Amina ($N-H_2$)
751-750	96,59	-	Amina ($N-H_2$)

Berdasarkan pada Tabel 4.1 terlihat bahwa besar persentase transmitansi pada NIP lebih besar daripada besar transmitansi polimer yang tidak dicuci terutama pada gugus fungsi amina. Puncak pada bilangan gelombang 1650-1630 cm^{-1} terlihat polimer memiliki persentase transmitansi sebesar 90,11 % sedangkan NIP sebesar 94,80 %. Pada puncak bilangan gelombang 1250-1248 cm^{-1} besar transmitansi polimer sebesar 82,43 % sedangkan NIP sebesar 85,55 %. Pada puncak bilangan gelombang 1145-1142 cm^{-1} besar transmitansi polimer sebesar 52,31 % sedangkan NIP sebesar 65,18 %. Pada puncak bilangan gelombang 1100-1000 cm^{-1} besar transmitansi polimer sebesar 79,92 % sedangkan NIP sebesar 83,05 %. Selain itu, polimer memiliki puncak pada panjang gelombang 820-810 cm^{-1} dan 751-750 cm^{-1} sedangkan NIP tidak terlihat, hal ini menunjukan bahwa NIP tidak mengandung melamin sedangkan polimer mengandung melamin

Dalam penelitian yang dilakukan proses pembuangan melamin dilakukan dengan 3 perlakuan. Hasil karakterisasi FTIR MIP yang dicuci dengan perlakuan 1, perlakuan 2 dan perlakuan 3 ditunjukan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3. Grafik hasil FTIR (a) MIP perlakuan 1. (b) MIP perlakuan 2. (c) MIP perlakuan 3.

Dari Gambar 4.3 terlihat perbedaan besar persentase transmitansi pada MIP perlakuan 1, MIP perlakuan 2 dan MIP perlakuan 3. Besar persentase transmitansi yang ditunjukan pada hasil karakterisasi FTIR MIP perlakuan 1, MIP perlakuan 2 dan MIP perlakuan 3 ditunjukan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Gugus Fungsi Berdasarkan Gambar 4.3

Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Transmitansi (%)			Gugus Fungsi
	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3	
3573-3572	-	-	94,28	Alkohol & Phenol (O-H)
3435-3400	95,54	-	92,21	Alkohol & Phenol (O-H)
2955–2950	94,28	93,95	93,20	Alkana (C-H)
1723–1718	72,40	72,24	70,43	Asam Karboksilat (C=O)
1650-1630	94,44	93,58	92,20	Amina (NH_2)
1451-1449	91,90	91,28	90,34	Alkana
1390-1380	95,17	94,62	93,80	Alkana (CH_2)
1321-1318	-	94,56	-	Asam Karboksilat (O-C)
1298-1296	92,30	92,33	92,02	Asam Karboksilat (O-C)
1250-1245	87,52	87,48	85,37	Amina (N-H)
1145-1142	69,33	70,74	66,80	Amina (C-N)
1100-1000	-	-	84,89	Amina (N-H)
950-945	91,52	90,95	89,63	Alkena (=C-H)
900-870	95,59	94,82	93,18	Amina ($N-H_2$)
820-810	-	-	93,39	Amina ($N-H_2$)
751-750	-	-	93,79	Amina ($N-H_2$)

Pada Tabel 4.2 terlihat MIP perlakuan 1 dan 3 terdapat puncak pada bilangan gelombang 3435-3400 cm^{-1}, dalam Tabel 2.2 puncak pada bilangan gelombang 3300-3400 cm^{-1} mengidentifikasikan adanya gugus fungsi amina. Namun karena puncak bilangan gelombang 3435-3400 cm^{-1} tidak terdapat pada polimer yang tidak dicuci seperti yang ditunjukan pada Tabel 4.1 maka dapat dikatakan bahwa bilangan gelombang tersebut bukanlah gugus fungsi amina melainkan gugus fungsi alkohol. Adanya gugus fungsi alkohol pada MIP perlakuan 1 dan 3 terjadi karena bahan belum kering setelah proses pencucian yang mana menggunakan metanol dan etanol yang

termasuk kedalam golongan alkohol. Ikatan C-O, ikatan C-H dan ikatan N-H muncul dari gugus fungsi EDMA yang merupakan *cross-linker* pada proses polimerisasi. Sedangkan ikatan C=O dan C-H merupakan ikatan dari MAA yang merupakan monomer pada proses polimerisasi. Gugus fungsi amina secara pada Tabel 4.1 secara spesifik ditunjukan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.3. Gugus Fungsi Amina pada polimer, MIP perlakuan 1, MIP perlakuan 2 dan MIP perlakuan 3.

No	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	% Transmitansi			
		Tidak dicuci	Dicuci		
		Polimer	MIP Perlakuan 1	MIP Perlakuan 2	MIP Perlakuan 3
1	1650-1630	90,11	94,44	93,48	92,20
2	1250-1247	82,43	87,52	87,48	85,37
3	1145-1142	52,31	69,33	70,47	66,80
4	1100-1000	79,92	-	-	84,89
5	900-870	91,05	95,59	94,82	93,18
6	820-810	89,26	-	-	93,39
7	751-750	96,59	-	-	93,79

Dari Tabel 4.2 terlihat polimer melamin, MIP perlakuan 1, MIP perlakuan 2 dan MIP perlakuan 3 memiliki persentase transmitansi yang berbeda-beda. Pada polimer melamin terlihat muncul puncak pada bilangan gelombang 1550-1650 cm^{-1} dengan persentase transmitansi sebesar 90,11 %. Selain itu, polimer melamin juga memiliki 3 puncak pada rentang bilangan gelombang 1000-1250 cm^{-1} dan 3 puncak pada rentang bilangan gelombang 660-900 cm^{-1}.

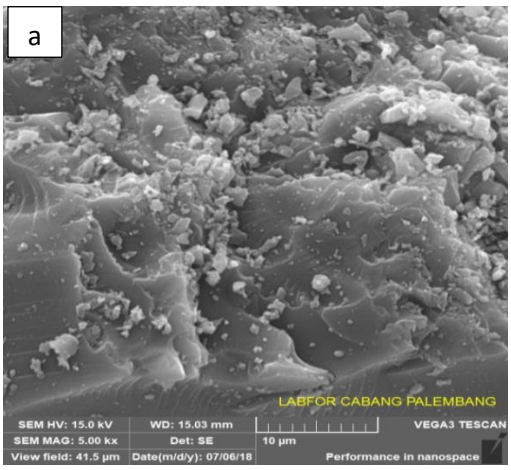
Dari Tabel 4.2 juga terlihat MIP perlakuan 3 memiliki puncak pada rentang bilangan gelombang 1550-1650 cm^{-1} sebesar 92,20 %. Persentase transmitansi pada rentang bilangan gelombang 1550-1650 cm^{-1} untuk perlakuan 3 lebih sedikit dibandingkan dengan MIP perlakuan 1 sebesar 94,44 % dan MIP perlakuan 1 sebesar 93,48 %. Pada rentang bilangan gelombang 1000-1250 cm^{-1}, MIP perlakuan 3 memiliki 3 puncak. Sedangkan MIP perlakuan 1 dan 2 hanya memiliki 2 puncak pada rentang bilangan gelombang 1000-1250 cm^{-1}. Selain itu, MIP perlakuan 3 memiliki 3 puncak pada rentang bilangan gelombang 600-990 cm^{-1}. Sedangkan MIP perlakuan 1 dan 2 hanya memiliki 1 puncak pada rentang bilangan gelombang 600-990 cm^{-1}.

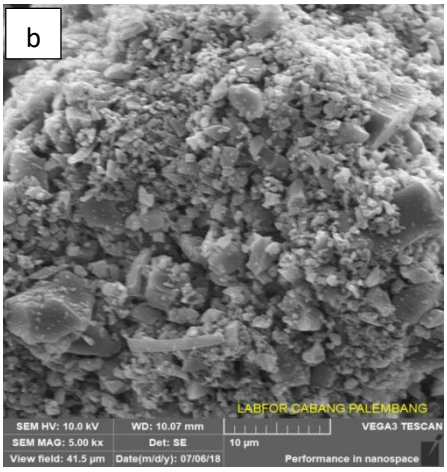
Dari perbandingan antara MIP perlakuan 1, MIP perlakuan 2 dan MIP perlakuan 3, dapat dikatakan bahwa MIP perlakuan 1 dan MIP perlakuan 2 merupakan MIP paling

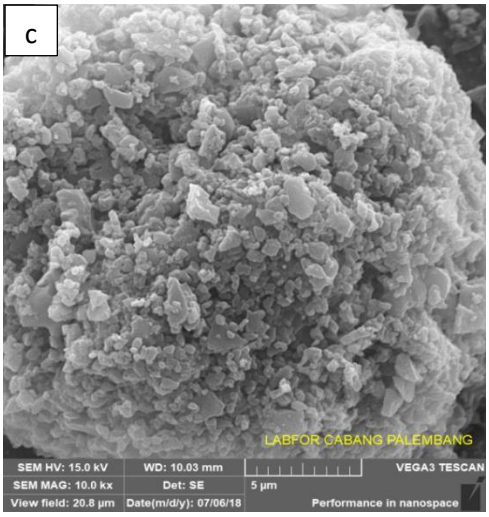
optimal. Hal itu terlihat dari besar transmitansi MIP perlakuan 1 dan MIP perlakuan 2 pada bilangan gelombang yang menyatakan gugus fungsi amina lebih besar daripada MIP perlakuan 3. Selain itu, berkurangnya puncak pada rentang bilangan gelombang 1000-1250 cm^{-1} dan 600-990 cm^{-1} menunjukan kadar amina pada bahan telah berkurang.

4.3. Hasil Karakterisasi SEM

Dari hasil karakterisasi FTIR terlihat MIP yang dicuci dengan perlakuan 1 dan perlakuan 2 lebih optimal daripada MIP perlakuan 3. Sehingga MIP perlakuan 1 dan perlakuan 2 dilakukan uji lebih lanjut menggunakan SEM. Dari hasil SEM akan terlihat rongga yang timbul karena hilangnya melamin pada bahan. MIP optimal adalah MIP yang memiliki banyak rongga. Hasil pengujian SEM untuk polimer tidak dicuci, MIP perlakuan 1 dan MIP perlakuan 2 ditampilkan pada Gambar 4.4.



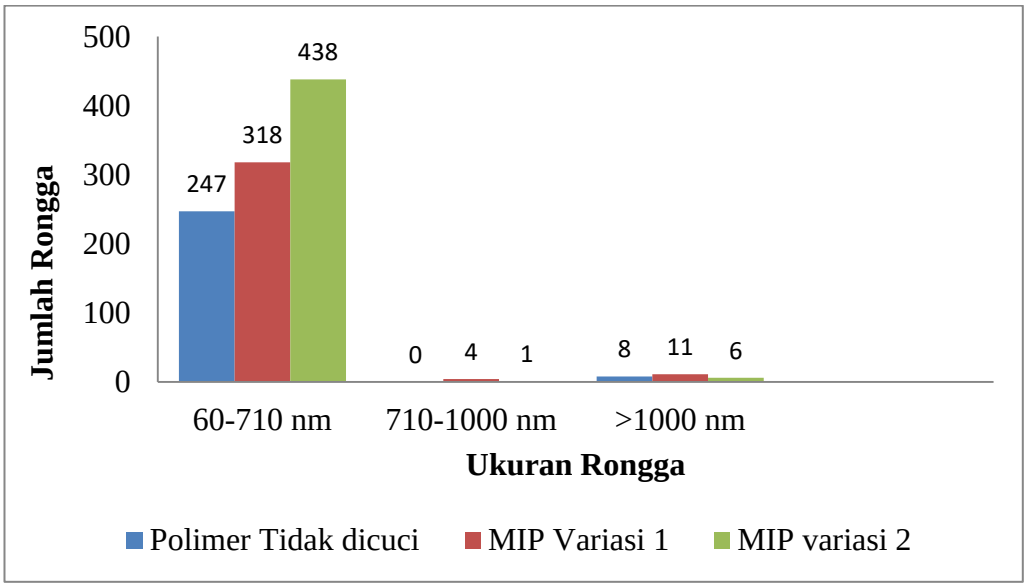




Gambar 4.4. Hasil Karakterisasi SEM (a) Polimer Melamin. (b) MIP Perlakuan 1. (c) MIP Perlakuan 2

Pada Gambar 4.4.a terlihat polimer yang tidak terlihat memiliki rongga. Pada Gambar 4.4.b dan Gambar 4.4.c terlihat polimer yang sudah dicuci (MIP) telah memiliki rongga. Jumlah rongga setiap bahan dihitung dengan menggunakan *software pordisk*.

Jumlah rongga pada polimer melamin, MIP perlakuan 1 dan MIP perlakuan 2 hasil perhitungan dengan menggunakan *software pordisk* ditunjukan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Distribusi Jumlah Rongga Polimer Melamin, MIP Perlakuan 1 dan MIP Perlakuan 2

Berdasarkan tesis Nurhamidah, 2017, menunjukan bahwa ukuran partikel melamin adalah sebesar 60 sampai dengan 710 nm. Dari Gambar 4.5 terlihat jumlah

rongga untuk polimer melamin adalah sebanyak 247 rongga. Untuk MIP perlakuan 1 sebanyak 318 rongga dan MIP perlakuan 2 sebanyak 438 rongga. Hal ini menunjukan bahwa MIP perlakuan 2 lebih optimal daripada MIP perlakuan 1. Hal ini menandakan pencucian dengan menggunakan pelarut etanol lebih baik untuk mengikat melamin daripada menggunakan pelarut metanol.

BAB V
PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Dengan metode *cooling-heating* telah berhasil dibuat polimer melamin.
2. Telah berhasil dibuat MIP melamin dengan 3 perlakuan proses pembuangan *template* melamin yang berbeda.
3. Dari hasil karakterisasi FTIR didapatkan MIP perlakuan 1 dan MIP perlakuan 2 merupakan MIP yang paling optimal dibandingkan dengan MIP perlakuan 3, hal ini dapat dilihat dari hasil FTIR yang hanya memiliki 2 puncak bilangan gelombang pada rentang bilangan gelombang 1000-1250 cm^{-1} dan 1 puncak bilangan gelombang pada rentang panjang gelombang 660-900 cm^{-1}.
4. Sedangkan hasil karakterisasi SEM menunjukan MIP perlakuan 2 merupakan MIP yang lebih optimal dibandingkan dengan MIP perlakuan 1. Hal ini dapat dilihat dengan banyaknya rongga pada MIP perlakuan 2 sebanyak 438 rongga sedangkan MIP perlakuan 1 sebanyak 318 rongga.
5. Hasil proses pembuangan *template* melamin dengan menggunakan pelarut etanol akan menghasilkan MIP yang lebih optimal daripada menggunakan pelarut methanol. Hal ini menandakan bahwa larutan etanol lebih baik dalam mengikat melamin daripada larutan metanol.

5.2. Saran

1. Untuk penelitian kedepannya diharapkan waktu pembuatan polimer lebih dipersingkat namun tidak mengurangi kualitas polimer yang dihasilkan.
2. Penelitian perlu dilanjutkan dengan karakterisasi *high performance liquid cromathogrphy* (HPLC) untuk melihat kadar melamin yang tersisa

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah L. H., 2011. *Proses Pembentukan Toluen Dikarbamat sebagai Intermediet dalam Sintesis Toluendisosianat*. Majalah Sain dan Teknologi Dirgantara Vol. 6 No. 3. September 2011: 102-112.

Anam, C., Sirojudin, dan Firdausi, K. S., 2007. *Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR*. Berkala Fisika 10(1) : 79-85.

Anggraeni, N. D., 2008. *Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite menjadi Hematite*. Seminar Nasional – VII Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS – Bandung, 28-29 Oktober 2008.

Bann, B. dan Miller, S. A., 1957. *Melamine and Derivative of Melamine*. British Oxygen Research and Development Ltd. London.

Budianto, E., dan Sarwono, A., 2008. *Pengaruh Perlakuan Inisiator dan Teknik Polimerisasi Terhadap Ukuran Partikel pada Kopolimerisasi Emulsi Stirena-butil Akrilat-metil Metakrilat*. Makara 12(2) :61-68.

Callister, W. D., 2007. *Meterial Science and Engineering*. United State of America. John Wiley & Sons.

Chow A. L. J., dan Bhawani S. A., 2016. *Shynthesis and Characterization of Molecular Imprinting Polymer Microspheres of Cinnamic Acid from Spiked Blood Plasma*. International Journal Of Polymer Science Volume 2016 : 1-5.

Diana, K., 2017. *Analisis Faktor-faktor yang Berpengaruh terhadap Kinerja Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan di Yogyakarta Dalam Menangani Kasus Makanan Bermelamin*. Journal of Pharmacy 3(1) : 64-70.

Hau, A. K., Kwan T. H., dan Li, P. K. 2009. *Melamine Toxicity and the Kidney*. J Am Soc Nephrol 20 : 245-250.

Handayani, P. A., 2010. Polimerisasi Akrilamid dengan Metode Mixedsolvent Precipitation dalam Pelarut Etanol-Air. Sainteknol 8(1) : 69-78.

Kirsch, N., Alexander, M., Lübke, M. J., Whitcombe, dan Vulson E. N., 2000. *Enhancement of Selectivity of Imprinted Polymer via Post Imprinting Modification of Recognition Sites*. Polymer 41(2000) : 5583-5590.

Komiyama, M., Takeuchi, T., Mukawa, T., dan Asanuma, H., 2003. *Molecular Imprinting from Fundamental to Application.* Wiley-VCH Verlag Gmbh & Co. KGaA. Weinheim.

Nurhamidah, 2017. *Analisis Jumlah Rongga Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Melamin dengan Metode Cooling-Heating*. Tesis Program Studi Magister Fisika. Universitas Sriwijaya

Petersen, B., Crossley, S. J., dan Baines, J., 2009. *Prepared for WHO Meeting on Taxilogycal and Health Aspects of Melamine and Cyanuric Acid*. World Health Organization : Ganeva

Royani, I., Widayani, Abdullah, M., dan Khairrurijal, 2014. *An Atrazine Molecularly Imprinted Polymer Syinthesized Using a Cooling-Heating Method with Repeat Washing : Its Physico-chemical Characteristics and Enhanced Cavities*. Int. J. Electrochem. Sci. 9(2014) : 5651-5662.

Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, Dimyati, A., 2015. *Studi Specroscopy Electron Microscopy (SEM) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium*. Jurnal Forum Nuklir 9(2) : 44-50.

Tyan Y., Jong S. B., Yang, M. H., dan Wang, C. K., 2009. *Melamine Contamination*. Anal Bional Chem (2009) : 729-735.

Vasapollo, G., Sole, R. D., Mergola, L., Lazzoi, M. R., Scardino, A., Scorrano, S., dan Mele, G., 2011. *Molecularly Inprinted Polymer : Present and Prospective*. International Journal of Molecular Science ISSN 1422-0067 : 5098-5945.

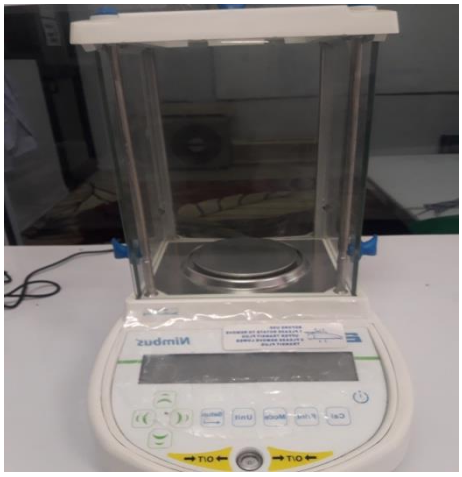
Xiu, C., dan Klein, K. K., 2010. *Melamine in Milk Product in China : Examinin the Factor that Led to Deliberate Use of the Contaminant*. Food Policy 35 (2010) : 463-470.

LAMPIRAN

1. ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

a. Alat Penelitian

Furnace/Pemanas



Neraca

Hot Plane

Penggerus

Spatula

Lemari Pendingin

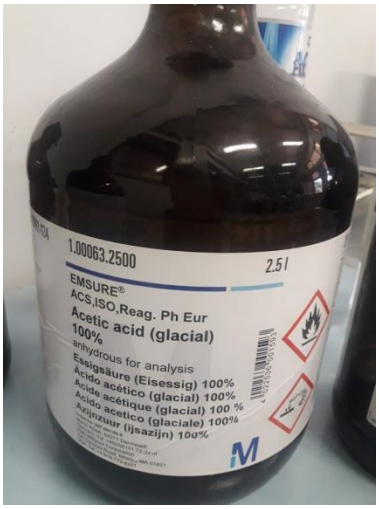
Pipet pyerex

gelas baker

Vial/Botol kecil

Alat penjepit

b. Bahan Penelitian



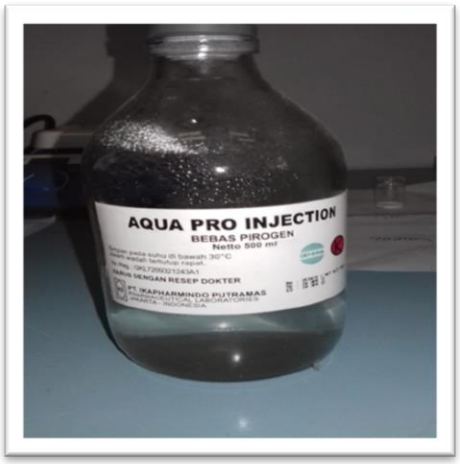
Asam asetat

EDMA

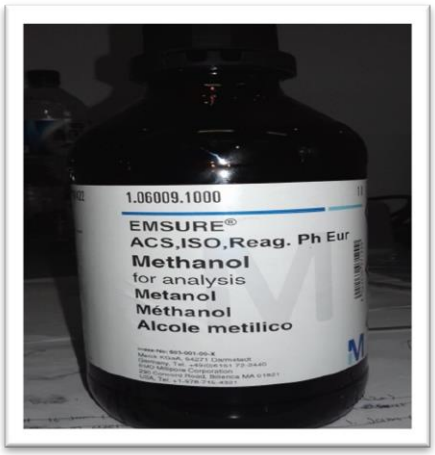
Asetonitril

BPO

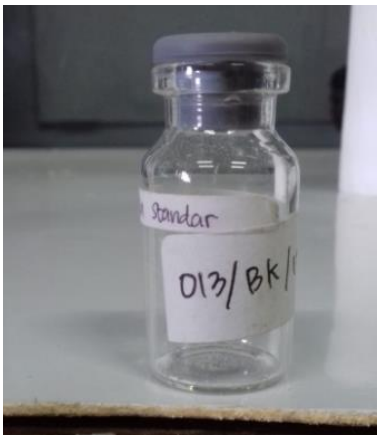
Alkohol



Aquabides



Metanol



Melamin

2. ALAT KEAMANAN PENELITIAN

Jas laboratorium

Sarung tangan

Kaca mata

Masker karbon

3. ALAT KARAKTERISASI

FTIR

SEM

2. Tabel Korelasi FTIR

Gugus fungsi	*Stretching vibration*			*Bending vibration*		
	Range	*Intsty*	*Assigment*	*Range*	*Intsty*	*Assignment*
Alkanes	2850-3000	*str*	CH_3, CH_2 & CH 2 *or* 3 *bands*	1350-1470	*Med*	CH_2 & CH_3 *deformation*
				1370-1390	*Med*	CH_3 *deformation*
				720-725	*Wk*	CH_2 *rocking*
Alkenes	3020-3100	*med*	=C-H & =CH_2 *(usually sharp)*	880-995	*Str*	=C-H & =CH_2
	1630-1680	*var*	C=C *(symmetry reduces intensity)*	780-850	*Med*	*(out-of-plane bending)*
	1900-2000	*str*	C=C *asymmetric stretch*	675-730	*Med*	*cis*-RCH=CHR
Alkynes	3300	*str*	C-H *(usually sharp)*	600-700	*Str*	C-H *deformation*
	2100-2250	*var*	C=C *(symmetry reduces intensity)*			
Arenes	3030	*var*	C-H *(may be several bands)*	690-900	*str-med*	C-H *bending &* *ring puckering*
	1600 & 1500	*med-wk*	C=C *(in ring) (2 bands)*			
Alcohol and Phenol	3580-3650	*var*	O-H *(free), usually sharp*	1330-1430	*Med*	O-H *bending (in-plane)*
	3200-3550	*str*	O-H *(H-bonded), usually broad*	650-770	*var-wk*	O-H *bend (out-of-plane)*
	970-1250	*str*	C-O			
Amines	3400-3500	*wk*	N-H *(1°-amines), 2 bands*	1550-1650	*med-str*	NH_2 *scissoring (1°-amines)*
	3300-3400	*wk*	N-H *(2°-amines)*	660-900	*Var*	NH_2 & N-H *wagging* *(shifts on* H-*bonding)*
	1000-1250	*med*	C-N			
Aldehydes & Ketones	2690-2840 (2 *bands*)	*med*	C-H *(aldehyde* C-H*)*	1350-1360	*Str*	*a*-CH_3 *bending*
	1720-1740	*str*	C=O *(saturated aldehyde)*	1400-1450	*Str*	*a*-CH_2 *bending*

	1710-1720	*str*	C=O *(saturated ketone)*	1100	*Med*	C-C-C *bending*
	1690	*str*	*aryl ketone*			
	1675	*str*	*a,b-unsaturation*			
	1745	*str*	*Cyclopentanone*			
	1780	*str*	*Cyclobutanone*			
Carboxylic acid and derivative	2500-3300	*str*	O-H *(very broad)*	1395-1440	*Med*	C-O-H *bending*
	1705-1720	*str*	C=O *(H-bonded)*	1590-1650	*Med*	N-H *(1¡-amide) II band*
	1210-1320	*med-str*	O-C *(sometimes 2-peaks)*	1500-1560	*Med*	N-H *(2¡-amide) II band*
	1785-1815	*str*	C=O			
	1750 & 1820	*str*	C=O *(2-bands)*			
	1040-1100	*str*	O-C			
	1735-1750 (*esters*)	*str*	C=O			
	1000-1300	*str*	O-C *(2-bands)*			
	1630-1695 (*amides*)	*str*	C=O *(amide I band)*			
Nitrile Isocyanates,Isothiocyanates, Diimides, Azides & Ketenes	2240-2260	*med*	C ≡ N *(sharp)*			
	2100-2270	*med*	-N=C=O, -N=C=S			

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah L. H., 2011. *Proses Pembentukan Toluen Dikarbamat sebagai Intermediet dalam Sintesis Toluendisosianat*. Majalah Sain dan Teknologi Dirgantara Vol. 6 No. 3. September 2011: 102-112.

Anam, C., Sirojudin, dan Firdausi, K. S., 2007. *Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR*. Berkala Fisika 10(1) : 79-85.

Anggraeni, N. D., 2008. *Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite menjadi Hematite*. Seminar Nasional – VII Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS – Bandung, 28-29 Oktober 2008.

Bann, B. dan Miller, S. A., 1957. *Melamine and Derivative of Melamine*. British Oxygen Research and Development Ltd. London.

Budianto, E., dan Sarwono, A., 2008. *Pengaruh Perlakuan Inisiator dan Teknik Polimerisasi Terhadap Ukuran Partikel pada Kopolimerisasi Emulsi Stirena-butil Akrilat-metil Metakrilat*. Makara 12(2) :61-68.

Callister, W. D., 2007. *Meterial Science and Engineering*. United State of America. John Wiley & Sons.

Chow A. L. J., dan Bhawani S. A., 2016. *Shynthesis and Characterization of Molecular Imprinting Polymer Microspheres of Cinnamic Acid from Spiked Blood Plasma*. International Journal Of Polymer Science Volume 2016 : 1-5.

Diana, K., 2017. *Analisis Faktor-faktor yang Berpengaruh terhadap Kinerja Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan di Yogyakarta Dalam Menangani Kasus Makanan Bermelamin*. Journal of Pharmacy 3(1) : 64-70.

Hau, A. K., Kwan T. H., dan Li, P. K. 2009. *Melamine Toxicity and the Kidney*. J Am Soc Nephrol 20 : 245-250.

Handayani, P. A., 2010. Polimerisasi Akrilamid dengan Metode Mixedsolvent Precipitation dalam Pelarut Etanol-Air. Sainteknol 8(1) : 69-78.

Kirsch, N., Alexander, M., Lübke, M. J., Whitcombe, dan Vulson E. N., 2000. *Enhancement of Selectivity of Imprinted Polymer via Post Imprinting Modification of Recognition Sites*. Polymer 41(2000) : 5583-5590.

Komiyama, M., Takeuchi, T., Mukawa, T., dan Asanuma, H., 2003. *Molecular Imprinting from Fundamental to Application.* Wiley-VCH Verlag Gmbh & Co. KGaA. Weinheim.

Nurhamidah, 2017. *Analisis Jumlah Rongga Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Melamin dengan Metode Cooling-Heating*. Tesis Program Studi Magister Fisika. Universitas Sriwijaya

Petersen, B., Crossley, S. J., dan Baines, J., 2009. *Prepared for WHO Meeting on Taxilogycal and Health Aspects of Melamine and Cyanuric Acid*. World Health Organization : Ganeva

Royani, I., Widayani, Abdullah, M., dan Khairrurijal, 2014. *An Atrazine Molecularly Imprinted Polymer Syinthesized Using a Cooling-Heating Method with Repeat Washing : Its Physico-chemical Characteristics and Enhanced Cavities*. Int. J. Electrochem. Sci. 9(2014) : 5651-5662.

Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, Dimyati, A., 2015. *Studi Specroscopy Electron Microscopy (SEM) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium*. Jurnal Forum Nuklir 9(2) : 44-50.

Tyan Y., Jong S. B., Yang, M. H., dan Wang, C. K., 2009. *Melamine Contamination*. Anal Bional Chem (2009) : 729-735.

Vasapollo, G., Sole, R. D., Mergola, L., Lazzoi, M. R., Scardino, A., Scorrano, S., dan Mele, G., 2011. *Molecularly Inprinted Polymer : Present and Prospective*. International Journal of Molecular Science ISSN 1422-0067 : 5098-5945.

Xiu, C., dan Klein, K. K., 2010. *Melamine in Milk Product in China : Examinin the Factor that Led to Deliberate Use of the Contaminant*. Food Policy 35 (2010) : 463-470.