

**DESAIN DAN KARAKTERISASI *MOLECULARLY
IMPRINTED POLYMER* (MIP) SEBAGAI BAHAN
PENYERAP KOLESTEROL**

SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi salah satu persyaratan memperoleh Gelar
Sarjana Sains (S.Si)*



**NADIA SABRINA
14036011/2014**

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

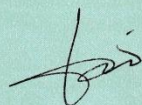
PERSETUJUAN SKRIPSI

**DESAIN DAN KARAKTERISASI *MOLECULARLY IMPRINTED*
POLYMER (MIP) SEBAGAI BAHAN
PENYERAP KOLESTEROL**

Nama : Nadia Sabrina
Nim : 14036011
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

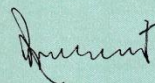
Padang, Agustus 2018

Pembimbing I



Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D
NIP. 19700902 199801 1 002

Pembimbing II



Dr. Indang Dewata, M.Si
NIP. 19651118 199102 1 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Nadia Sabrina
NIM : 14036011
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan judul

**DESAIN DAN KARAKTERISASI *MOLECULARLY IMPRINTED*
POLYMER (MIP) SEBAGAI BAHAN
PENYERAP KOLESTEROL.**

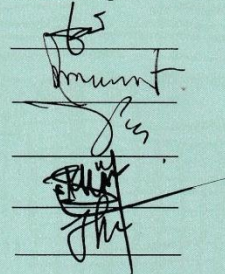
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Agustus 2018

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D
Sekretaris	: Dr. Indang Dewata, M.Si
Anggota	: Budhi Oktavia, S.Si, M.Si.Ph.D
Anggota	: Drs. Bahrizal, M.Si
Anggota	: Hary Sanjaya, S.Si, M.Si

Tanda Tangan



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nadia Sabrina
TM/NIM : 14036011/2014
Tempat/Tanggal Lahir : Maninjau/ 11 Juni 1996
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : MIPA
Alamat : Maninjau, Lubuk Basung
No.HP/Telepon : 082170291494
Judul Skripsi : Desain dan Karakterisasi Molecularly Imprinted Polymer (MIP) sebagai Bahan Penyerap Kolesterol

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademi (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangan **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, Agustus 2018
Yang membuat pernyataan,



Nadia Sabrina
NIM : 14036011

ABSTRAK

Nadia Sabrina (2018: Desain dan Karakterisasi *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) sebagai bahan Penyerap Kolesterol.

Molecularly Imprinted Polymer merupakan suatu polimer yang mempermudah pemisahan sampel dari analit target, dengan selektivitas dan stabilitas tinggi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakterisasi, pengaruh massa dan waktu serta aplikasi dari MIP kolesterol. Metode pembuatan polimer MIP menggunakan metode photopolimerisasi dengan cahaya *Ultra-violet* sebagai pengaktif radikal bebas. Penentuan kadar kolesterol diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dalam larutan dan Easy Touch QCU dalam darah. Berdasarkan hasil penelitian karakterisasi menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*), MIP memiliki bentuk sferik dan berdiameter antara 2,702 μm sampai 1.038 μm dan hasil analisa spektrum FTIR menunjukkan bahwa karakterisasi spektra inframerah dari MIP-Ekstraksi tidak ditemukan bahwa adanya puncak serapan oleh gugus -OH, sedangkan MIP-Reekstraksi terdapat puncak serapan gugus -OH di daerah 3401,58 cm^{-1} , pengaruh variasi massa MIP terhadap daya serap molekul kolesterol maksimum diperoleh sebesar 0,75 gram dengan waktu 30 menit. Rata-rata penyerapan MIP-kolesterol dalam darah manusia yaitu 41,19%, hal ini menunjukkan bahwa kavita (pori) dan gugus aktif MIP kolesterol mampu menyerap molekul kolesterol secara selektif.

Katakunci: MIP-kolesterol, photopolimerisasi, FTIR, SEM ,dan kolesterol.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“Desain dan Karakterisasi Molecularly Imprinted Polymer (MIP) sebagai Bahan Penyerap Kolesterol”** dengan baik dan lancar. Shalawat dan salam untuk nabi tauladan kita, Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita lalui.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka untuk memperoleh Sarjana S-1 pada Program Studi Kimiamata kuliah, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penelitian dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang tulus kepada :

1. Bapak Alizar Ulianas, M.Si, Ph.D selaku pembimbing I.
2. Bapak Dr.Indang Dewata, M.Si selaku pembimbing II sekaligus penasehat akademik.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si.Ph.D, Bapak Drs. Bahrizal, M.Si dan Bapak Hary Sanjaya, S.Si. M.Si selaku dosen pembahas.
4. Bapak Dr. Mawardi, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.

5. Bapak Hary Sanjaya, M.Si sebagai Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNP.
6. Orang tua penulis yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman kimia tahun 2014 yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis dalam pembuatan skripsi ini.

Untuk kesempurnaan skripsi maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis haturkan terima kasih.

Padang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTARTABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kolesterol.....	6
2.2 MIP (<i>Molecularly Imprinted Polymer</i>).....	8
2.3 Proses Polimerisasi (<i>Photopolimerisasi</i>).....	17
2.4 Karakterisas MIP.....	18
2.5 Kerangka Berpikir.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.2 Subjek dan Objek Penelitian.....	22
3.2.1 Subjek Penelitian.....	22
3.2.2 Objek Penelitian.....	22
3.3 Variabel Penelitian.....	22
3.3.1 Variabel Bebas	22
3.3.2 Variabel kontrol.....	22
3.3.3 Variabel terikat.....	22
3.4 Tahapan Penelitian Secara Umum.....	23
3.5 Alat dan Bahan.....	23
3.5.1Alat.....	23
3.5.2 Bahan.....	23
3.6 Prosedur Penelitian.....	23
3.6.1 Sintesis MIP (<i>Molecularly Imprinted Polymer</i>).....	23
3.6.2 Karakterisasi MIP-kolesterol.....	23
3.6.3 Uji Daya Serap MIP terhadap Kolesterol.....	24
a. Analisis Ekstraksi dan Penyerapan Kolesterol Dari MIP.....	24
b. Pengaruh Daya Serap MIP terhadap Kolesterol.....	25
1. Preparasi Kurva Standar Kolesterol dengan Spektrofotometer UV-Vis.....	25
2. Pengaruh Massa MIP Terhadap Penyerapan Kolesterol.....	25
3. Pengaruh Lama Waktu Penyerapan MIP terhadap Kolesterol.....	26
3.6.3 Adsorpsi Kolesterol dalam Sampel Darah.....	26

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Sintesis MIP - kolesterol.....	28
4.2 Karakterisasi MIP-kolesterol.....	31
4.2 Uji Daya Serap MIP terhadap Kolesterol.....	32
a. Analisis Ekstraksi dan Penyerapan Kolesterol dari MIP.....	32
b. Pengaruh Daya Serap MIP terhadap Kolesterol.....	33
1). Preparasi Kurva Standar Kolesterol Dengan Spektrofotometer UV-Vis.....	33
2). Pengaruh Massa MIP terhadap Daya Serap Kolesterol.....	35
3). Pengaruh Lama Waktu Penyerapan MIP terhadap Kolesterol.....	36
4. 3 Adsorpsi Kolesterol dalam Sampel Darah.....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
Tabel 1. Preparasi kurva standar kolesterol dengan reagen Liebermann-Burchard	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
Gambar 1. Struktur Molekul Kolesterol	7
Gambar 2. Prinsip dasar dari polimer tercetak molekul	10
Gambar 3. Struktur kimia EGDMA.....	13
Gambar 4. Skema pembentukan misel (JosepdanCesiulis, 2010)	14
Gambar 5. Mekanisme potopolimerisasi dengan pembentukan radikal bebas, kation dan anion dari monomer (a) dan yang menggunakan bahan inisiasi (b) (Fouassieret <i>al</i> , 2010).....	18
Gambar 6. Perkiraan reaksi polimerisasi radikal DMPP	28
Gambar 7. Perkiraan tahap polimerisasi asam metakrilat	29
Gambar 8. Perkiraan desain sintesis Molecularly Imprinted Polymer	30
Gambar 9. Bahan setelah disinari cahaya UV dengan photopolimer (a) MIP yang telah dikeringkan (b).....	31
Gambar 10. Hasil uji analisa SEM MIP-kolesterol dengan perbesaran 10.00 kali.....	31
Gambar 11. Hasil analisa FTIR	32
Gambar 12. Kurva kalibrasi larutan standar kolesterol.....	34
Gambar 13. Kurva variasi massa MIP terhadap konsentrasi dan persentase daya serap Kolesterol	35
Gambar 14. Daya serap MIP-kolesterol pada variasi waktu terhadap konsenrasi (ppm) dan persentase penyerapan kolesterol	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
Lampiran 1. Skema Kerja Secara Umum	46
Lampiran 2. Prosedur Kerja	48
Lampiran 3. Pembuatan kurva kalibrasi	51
Lampiran 4. Perhitungan Persentase Daya Serap Kolesterol pada Kondisi Optimum	52
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian	54
Lampiran 6. Interpretasi Hasil Uji Karakterisasi Menggunakan Instrument FTIR.	57
Lampiran 7. Hasil Uji Analisa Morfologi MIP Kolesterol dengan SEM Perbesaran 10.000 Kali	59
Lampiran 8. Kurva hasil keseluruhan kalibrasi dengan metode Liebermann-Burchard di dalam larutan kolesterol	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hiperkolesterol dianggap sebagai salah satu sumber penyakit yang dihindari oleh masyarakat karena dapat memicu beberapa resiko penyakit seperti jantung koroner. Hiperkolesterol ialah suatu kondisi meningkatnya konsentrasi kolesterol yang berada dalam darah melebihi ambang batas kadar kolesterol di dalam tubuh. Kolesterol berperan dalam memproduksi hormon, vitamin D dan empedu untuk keberlangsungan metabolisme tubuh akan tetapi kolesterol juga dapat membahayakan tubuh, tergantung dari seberapa banyak kadar kolesterol yang terdapat di dalam tubuh. Prevalensi hiperkolesterol di Indonesia yang dilaporkan oleh *World Heart Organization* (WHO) (2003) memaparkan bahwa jumlah hiperkolesterol di Indonesia sebesar 3,8% pada usia 25-35 tahun, 4,4% pada usia 36 – 45 tahun, 8% pada usia 46-55 tahun, dan 25% pada usia 56-65 tahun. Hiperkolesterol dapat menjadi penyebab *Penyakit Jantung Koroner* (PJK), berdasarkan penelitian PJK memiliki tingkat kejadian sebesar 3,6 % per tahun (Lampe *et al*, 2005).

Gangguan metabolisme akibat kelebihan kolesterol dapat menyebabkan gangguan pada sistem transportasi darah baik secara langsung maupun tidak langsung. Kolesterol yang tinggi (*Hiperkolesterol*) dapat memicu gangguan kesehatan manusia seperti jantung koroner, stroke, pengapuran pembuluh darah dan sebagainya. Oleh sebab itu, perlu adanya kontrol terhadap jumlah kolesterol agar tidak melebihi ambang batas yang menyebabkan dampak negatif terhadap

kesehatan, maka dalam pengendalian kadar kolesterol diperlukan metoda analisa yang tepat untuk mengukur besarnya kandungan kolesterol dalam suatu sampel darah. Beberapa metode analisa kolesterol yang biasa dilakukan dengan UV-Visible, Ekstraksi fase padat dan analisis Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). Metoda analisa (KCKT) ini merupakan salah satu metode analisis yang baik dimana proses pemisahan dan pengukuran kuantitatif maupun kualitatif pada metode ini dapat dilakukan secara simultan sehingga hasil lebih efisien. Metoda KCKT tersebut memerlukan waktu yang lama dalam melakukan analisis, preparasi sampel rumit dan biaya operasional yang tinggi. Metode analisis kolesterol yang sederhana adalah menggunakan spektrofotometer UV-Visible karena biaya operasional yang rendah dan mudah digunakan. Metode analisis UV-Visible juga memiliki kelemahan yaitu sampel masih memerlukan tahap pemisahan (ekstraksi) untuk meminimalisasi interferensi matriks dengan jumlah pelarut yang digunakan cukup banyak. Ekstraksi fase padat adalah salah satu teknik ekstraksi yang dinilai cukup efisien karena kemampuannya untuk memurnikan analit dari sampel cairan, namun metode ini juga memiliki kelemahan yaitu selektivitas metode ini tergantung dari pemilihan adsorben yang didasarkan pada kemampuannya untuk menyerap analit, dimana ikatan antara analit dengan adsorben harus lebih kuat dari pada ikatan analit dengan sampel, sehingga analit tertahan oleh adsorben.

Metoda yang biasa digunakan masih mempunyai beberapa kelemahan maka diperlukan metode yang lebih sederhana dan biaya yang murah namun tetap memberikan hasil yang akurat yaitu dengan menggunakan MIP (*Molecularly Imprinted Polymer*) dimana metode ini dapat melakukan pemisahan analit dengan

kemampuan adsorbennya. *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) merupakan bahan yang dikenal memiliki kemampuan biomimetik yang berfungsi sebagai peniru antibodi yang bersifat mengikat secara selektif (Sellergen, 1993). Selain itu MIP diartikan suatu polimer hasil polimerisasi antara molekul template, monomer fungsional, molekul taut silang (*crosslinker*) dan inisiator sebagai pengaktif reaksi radikal, pada metoda MIP memiliki kemampuan untuk menghasilkan cetakan yang spesifik terhadap analit dalam sampel (Bruggemann, 2002). Pada proses akhir molekul template dilepaskan kembali sehingga membentuk rongga (kavitas) yang mirip dengan molekul template sebagai analit yang kemudian digunakan untuk adsorpsi molekul analit dengan struktur kimia dan sifat fisik yang sama dengan yang terbentuk (Danielsson, 2008). MIP mempunyai selektivitas yang tinggi, tahan terhadap kekuatan mekanik, asam, basa, pelarut organik, tekanan dan suhu yang tinggi, maka MIP digunakan untuk aplikasi yang luas seperti pengembangan reseptor buatan untuk meniru situs aktif atau situs pengikatan enzim, antibodi dan reseptor (Danielsson, 2008).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang **”Desain dan karakterisasi *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) nanopartikel sebagai bahan penyerap kolesterol”** Pada penelitian ini MIP di desain dengan mereaksikan template kolesterol dengan *monomer*, *crosslinker*, *surfaktan*, dan *inisiator*.

1.2 Identifikasi Masalah

Metoda dalam melakukan analisa penyerapan molekul masih memiliki beberapa keterbatasan yaitu memerlukan waktu yang lama dalam melakukan

analisis, preparasi sampel yang rumit, biaya operasional yang relatif tinggi, memerlukan tahap pemisahan (ekstraksi), serta kemampuan menyerap analit pada suatu sampel yang kurang selektif. Oleh karena itu metode MIP (Molecularly Imprinted Polymer) diharapkan dapat digunakan sebagai metoda alternatif untuk bahan penyerap molekul.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

Agar peneliti ini lebih terfokus, maka peneliti membatasi masalah yaitu mensintesis bahan MIP (Molecularly Imprinted Polymer) sebagai bahan penyerap kolesterol dan karakterisasi serta daya serapnya.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diperoleh beberapa perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakterisasi kolesterol-MIP hasil sintesis?
2. Bagaimana kondisi optimum daya serap MIP terhadap kolesterol?
3. Bagaimanakah daya serap MIP terhadap kolesterol dalam darah?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakterisasi kolesterol-MIP hasil sintesis.
2. Mengeahui kondisi optimum daya serap MIP terhadap kolesterol.
3. Mengetahui daya serap MIP terhadap kolesterol dalam darah.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian adalah :

1. Memberikan informasi mengenai metode sintesis MIP dengan metode photopolimerisasi sebagai bahan penyerap kolesterol dalam darah.
2. Sebagai bahan rujukan untuk peneliti berikutnya terkait dengan MIP.

BAB II

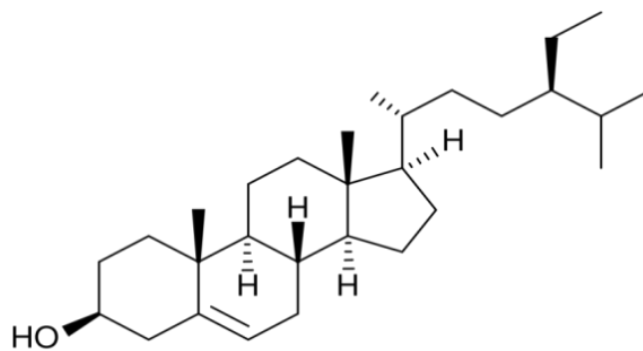
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kolesterol ($C_{26}H_{47}O$)

Kolesterol merupakan suatu senyawa steroid yang terdapat dalam hewan dan manusia (Murray *et al.*, 2003). Kolesterol yang berada pada hewan dan manusia berasal dari sintesis kolesterol dalam tubuh dan asupan makanan. Kolesterol berperan dalam memproduksi hormon, vitamin D dan empedu untuk keberlangsungan metabolisme tubuh akan tetapi kolesterol juga dapat membahayakan tubuh, tergantung dari seberapa banyak kadar kolesterol yang terdapat di dalam tubuh. Salah satu contoh gangguan atau penyakit yang disebabkan oleh kolesterol ialah Hiperkolesterol (kadar kolesterol berlebih). Hiperkolesterol merupakan penyakit akibat ketidakseimbangan asupan kolesterol dari makanan dan sintesis di dalam tubuh, penyakit ini memiliki ciri ciri dengan kenaikan kadar kolesterol melebihi ambang batas normal di dalam tubuh.

Akumulasi kolesterol yang tinggi dalam darah berhubungan erat dengan beragam penyakit seperti jantung koroner, pengapuran pembuluh darah dan stroke. Maka analisis kolesterol dalam tubuh harus dikontrol secara rutin, agar tidak menimbulkan beberapa dampak negatif terhadap tubuh. Apabila kolesterol normal pemeriksaan selanjutnya cukup dilakukan setahun sekali, jika kolesterol cukup tinggi pemeriksaan harus dilakukan setiap tiga bulan sekali untuk mengevaluasi semua upaya pengendalian yang dilakukan selama ini. Bila perlu pemeriksaan diulang setiap bulan, apabila kadar kolesterol sangat tinggi.

Berdasarkan sifat kimia dan fisika kolesterol dapat larut dalam pelarut lemak, misalnya eter, kloroform, benzena, alkohol panas, asetonitril dan sedikit larut dalam air dingin. Kolesterol berbentuk kristal tak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau apabila terdapat dalam konsentrasi yang tinggi kemudian mempunyai titik lebur $150^{\circ}\text{C} - 151^{\circ}\text{C}$ (Poedjiadi, 2006) dan titik didih 360°C . Kolesterol mempunyai struktur organik dengan berat molekul 386 gram/mol dan memiliki 27 atom karbon, dimana 17 diantaranya tergolong kepada empat cincin yang tergabung, dua termasuk kepada kelompok metil bersegi yang lengket pada pertemuan cincin AB dan CD dan delapan adalah pada rantai sisi perifer. Kolesterol tersusun oleh karbon hidrogen dan karbon, dengan kelompok hidroksil berlekatan pada C3. Kolesterol juga hampir jenuh secara sempurna, memiliki hanya satu ikatan ganda C5 dan C6 (Dominiczak dan Wallace, 2009).



Gambar 1. Struktur Molekul Kolesterol (5-Cholesten-3-beta-ol)

Sumber dari kolesterol tubuh merupakan hasil dari sintesis kolesterol pada sel-sel tubuh, terutama hati, dan juga dari asupan diet terutama produk hewani seperti, putih telur, daging merah dan mentega. Kolesterol yang terdapat dalam tubuh manusia berasal dari dua sumber utama yaitu dari makanan yang dikonsumsi dan dari pembentukan oleh hati. Kolesterol yang berasal dari makanan terutama

terdapat pada daging, unggas, ikan, produk olahan susu dan jeroan daging seperti hati memiliki kandungan kolesterol sangat tinggi.

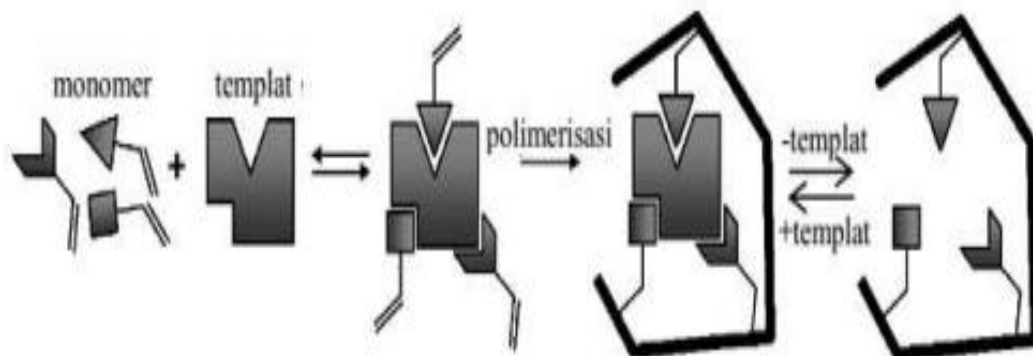
2.2 MIP (*Molecularly Imprinted Polymer*)

Teknologi pencetak molekul (*Molecularly Imprinted Polymer*) pertama kali diperkenalkan oleh Wulff dan Sarhan 1972. Pada tahun 1980 teknologi ini kemudian dikembangkan oleh (Arshady dan Moshbach, 1981) dan kawan kawan (Andersson, *et al.*, 1984) di dalam jurnal (Lok dan Son, 2009). MIP memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan *Conventional immunosorbent* (IS) yaitu dengan menunjukkan selektivitas, afinitas, stabilitas yang tinggi, dan kemudahan dalam melakukan preparasi (Piletsky *et al.*, 2006) dalam jurnal (Lok dan Son, 2009). Immunosorbent adalah salah satu dari beberapa teknik biokimia yang terutama digunakan dalam bidang imunologi untuk mendeteksi kehadiran antibodi atau antigen dalam suatu sampel, immunosorbent merupakan antibodi yang digunakan untuk menghilangkan antigen tertentu dari campuran. MIP dapat digunakan secara berulang kali tanpa kehilangan aktivitas sebagai pencetak molekul, akibat gangguan dari mekanik yang tinggi, jika dibandingkan dengan reseptor biologis, MIP (*Molecularly Imprinted Polymer*) mampu tahan terhadap panas yang diakibatkan oleh media kimia yang bisa merusak struktur MIP dan terhadap tekanan (Lavignacet *al.*, 2004) dan (Yan dan Row, 2006). Penelitian dalam teknologi ini telah berkembang pesat dalam berbagai bidang, mulai dari kimia, farmasi, teknik, ilmu material dan industri bioteknologi.

MIP (*Molecularly Imprinted Polymer*) merupakan suatu sintesis polimer dimana *monomer fungsional* dan *crosslinker* membentuk situs ikatan untuk mengikat analit, analit yang diikat memiliki karakteristik dan sifat yang sama

dengan *template* yang telah disintesis (Cormark & mehamod, 2013 : 532). Untuk mendapatkan MIP yang selektif terhadap molekul templat maka ada beberapa hal yang perlu ditinjau yaitu penggunaan monomer fungsional, pelarut serta rasio templat atau monomer fungsional yang sesuai dalam sintesisnya. Kebutuhan akan MIP dipandang perlu, mengingat dapat digunakan dalam berbagai analisis kimia khususnya bahan pangan dan kesehatan. Pada bidang kimia analitik merupakan area pengembangan utama bagi MIP yang telah terkenal di beberapa negara, banyak sedut atau celah untuk pengembangan aplikasi MIP. Kemudahan dalam preparasinya menjadikan MIP sebagai salah satu bidang penelitian yang patut untuk dikembangkan. Mekanisme dan prinsip kerja MIP hampir sama dengan proses-proses biologis yang ada dimana struktur suatu senyawa yang khas hanya akan cocok dengan target alaminya (tamplatnya), seperti antibodi dengan antigennya, enzim dengan substratnya atau reseptor hormone dengan hormonnya. Keuntungan utama dari MIP adalah mempunyai selektifitas yang tinggi untuk *template* yang digunakan dalam prosedur pencetakan, selain itu MIP juga lebih murah disintesis, rekognisi struktur berprinsip tailor-made, prosedur pembuatannya yang sederhana dan tahan terhadap panas (Cheng et al., 2014). MIP pada saat ini dijadikan sebagai pusat perhatian di bidang analitik di mana MIP merupakan material yang kompeten untuk rekognisi secara molecular terutama pada sensor kimia (Riskin et al., 2011). Menurut Krisch dalam jurnal Andrian Saputra dkk, 2013, bahwa sintesis MIP dilakukan berdasarkan prinsip polimerisasi yang melibatkan monomer fungsional, *crosslinker*, inisiator dan pelarut yang sesuai. Campuran untuk memulai proses polimerisasi campuran tersebut di sonikasi agar

homogen. Sonikasi adalah suatu teknik yang memanfaatkan gelombang ultrasonik yang memiliki frekuensi diatas 20 kHz, gelombang ultrasonik ini dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas. Campuran tersebut disinari dengan cahaya ultraviolet untuk memulai inisiasi radikal dengan menggunakan instrument photolimer. Kompleks molekul template-monomer fungsional akan distabilkan dalam polimer hasil sintesis yang kaku dan bertaut-silang, mekanisme sintesis MIP dilakukan dengan mencampurkan molekul target pada bahan polimer yang pada akhir proses template akan dilepaskan kembali sehingga menghasilkan polimer dengan rongga yang secara bentuk, ukuran dan susunan kimia mirip dengan molekul *template* (Yan dan Row, 2006). Pada Gambar 2. disajikan skema proses sintesis MIP sehingga pada produk akhir tersisa kaviti hasil pencetakan molekul *template*.



Gambar 2. Prinsip dasar dari polimer tercetak molekul (Sellergen dan Allender, 2005)

Dalam proses pembuatan MIP terdapat dua macam interaksi antara molekul template dengan monomer fungsional yaitu interaksi kovalen dan non interaksi kovalen. Pada interaksi kovalen, sebelum dilakukan proses polimerisasi, monomer fungsional dan templat terikat satu sama lain melalui ikatan kovalen. Kemudian

konjugat kovalen membentuk delokalisasi electron yaitu electron electron yang berperan serta dalam lebih dari satu ikatan secara serentak (simultan). Setelah polimerisasi, ikatan kovalen diputus dan template dihilangkan dari polimer. Analit yang masuk dalam cetakan akan membentuk ikatan kovalen yang sama dengan sebelumnya (Komiyama *et al.*, 2003), yang kedua dengan interaksi non kovalen di mana interaksi yang umum di manfaatkan dalam pencetakan molekular. Keuntungan interaksi non kovalen antara lain: relative mudah untuk dipraktikan, menghasilkan situs pengikatan dengan afinitas yang baik, prosedur penghapusan template yang mudah dan fleksibel di mana monomer fungsional dapat berinteraksi dengan hampir semua jenis molekul target yang ada melalui interaksi non kovalen. Interaksi yang termasuk dalam interaksi non kovalen yaitu ikatan hydrogen, gaya van der Waals dan efek hidrofilik dipolimerisasi (Yan dan Raw, 2006) dan analit yang terikat dalam polimer terjadi melalui interaksi non kovalen yang sesuai dengan sebelumnya.

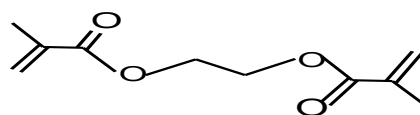
Pada umumnya, pencetakan melalui interaksi non kovalen lebih mudah terbentuk. Namun jika di tinjau dari kekuatan pencetakan pendekatan kovalen jauh lebih baik dibandingkan non kovalen (Komiyama *et al.*, 2003). Proses ekstraksi molekul dilakukan dengan ekstraksi pelarut sederhana dan menghasilkan situs yang pengikat spesifik yang memiliki kemampuan untuk mengikat molekul target dengan interaksi yang sama, yaitu interaksi non kovalen. Ikatan non kovalen digunakan secara umum untuk interaksi antara molekul template dengan monomer fungsional. Berdasarkan perolehan energi interaksi, dalam MIP non kovalen

monomer fungsional yang mampu berinteraksi melalui ikatan hidrogen lebih disukai dari pada interaksi non kovalen selain ikatan hidrogen (Riahi et al., 2010).

Monomer fungsional berikatan secara langsung dengan molekul *template*, sehingga dibutuhkan monomer yang cocok, sehingga kriteria pemilihan harus didasarkan pada kekuatan interaksi kompleks yang dihasilkan. Beberapa penelitian membuktikan penggunaan monomer asam metakrilat baik digunakan sebagai monomer fungsional bagi molekul *template* yang memiliki situs aktif moderat polar (Jin dan Kyung, 2005; Yan dan Row, 2006; Khan et al., 2012). Asam poli metakrilat merupakan salah satu monomer fungsional sebagai penunjang dalam sintesis MIP, asam metakrilat mempunyai rumus molekul $C_4H_6O_2$ salah satu komponen organik yang dapat larut dalam air dengan massa molar rata-rata relative (M_r) sebesar 86 g/mol. Keunggulan MAA dibandingkan dengan jenis monomer yang lain adalah cukup mudah untuk diperoleh dengan harga yang terjangkau. Selain itu, MAA yang termasuk golongan asam karboksilat memiliki kemampuan yang baik dalam berinteraksi dengan molekul *template* untuk membentuk cetakan molekul dalam badan polimer. Berdasarkan kajian tersebut diharapkan molekul *template* yang berinteraksi dengan *monomer fungsional* tidak akan mudah lepas ketika terperangkap dalam situs pengikatan spesifik MIP. Monomer fungsional dan kolesterol merupakan suatu komponen penting dalam interaksi *template* pada pembuatan MIP, *template* yang biasa digunakan adalah molekul organik kecil, seperti molekul 17- β -Estradiol yang telah dilakukan oleh (Dedi et al., 2013) dan (Zhu et al., 2007). Menurut Sellergen dan Crish (2005) terdapat juga senyawa organik yang lebih besar yaitu sebagai senyawa penghantar

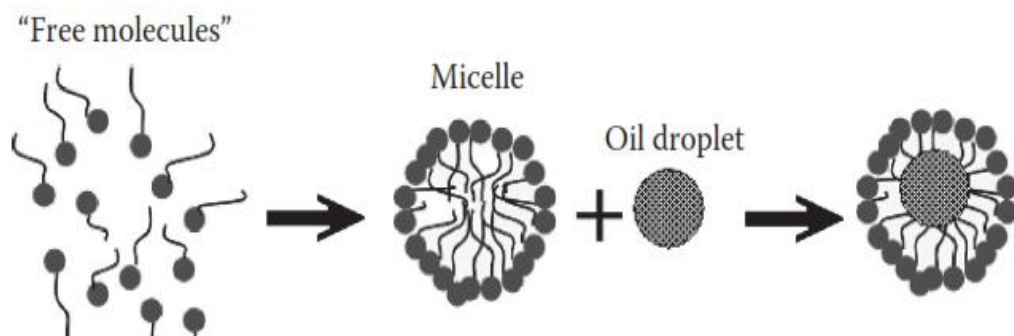
obat, struktur imprinting yang jauh lebih besar masih menjadi tantangan, maka di perlukan prosedur khusus karena template yang berukuran lebih besar bersifat kurang kaku sehingga tidak memberikan rongga pengikat yang baik selama proses pencetakan. Monomer fungsional berfungsi sebagai agen pengikat template, interaksi ikatan dalam sisi ikatan imprinted yang selektif dengan molekul target (Kim dan Spivak, 2003). Untuk mendukung sintesis MIP ini, maka dibutuhkan monomer fungsional yang sesuai dengan template untuk memaksimalkan pembentukan efek imprinting. MAA (asam metakrilat) merupakan salah satu monomer yang banyak digunakan dalam pembuatan MIP, monomer ini bersifat asam dan sebagai donor proton pada gugus karboksilat (C=O) sehingga dapat berinteraksi melalui ikatan hydrogen (Bronsted-Lowry) sehingga template yang dihasilkan sesuai dengan molekul target (Dedi *et al.*, 2013).

Crosslinker bertanggung jawab sebagai pengendalian morfologi matriks polimer, menstabilkan sisi ikatan imprinted dan memberikan stabilitas mekanik dengan matriks polimer, pada dasarnya crosslinker berfungsi membentuk ikatan yang menghubungkan rantai polimer satu dengan polimer yang lainnya. Pada proses pembuatan polimerisasi, crosslinker dengan rasio tinggi umumnya lebih disukai untuk menjaga stabilitas sisi pengenalan atau sisi aktif dari molekul Imprinted. Salah satu jenis pengikat silang yang digunakan dalam proses pembentukan MIP adalah EGDMA (Etilen Glikol Dimetakrilat) dengan rumus kimia $C_{10}H_{14}O_4$ (Dedi *et al.*, 2013).



Gambar 3. Struktur EGDMA

Penambahan inisiator berfungsi sebagai pemicu pembentukan radikal bebas pada saat terjadinya pempolimeran dan sebagai pendukung pembentukan monomer fungsional dengan monomer lainnya, DMPP adalah salah satu inisiator yang biasanya digunakan dalam proses polimerisasi. Sedangkan Pelarut juga memiliki peran yang penting dalam pembentukan struktur pori MIP, karena sifat dan tingkat pelarut menentukan interaksi non-kovalen, mempengaruhi bentuk atau morfologi polimer dan secara langsung mempengaruhi kerja MIP. Air adalah pelarut universal yang kuat dalam melarutkan banyak jenis zat kimia yang bersifat asam dan basa ada juga senyawa yang tidak larut dalam air, seperti molekul non polar yaitu lemak dan lilin, maka pada penelitian ini di butuhkan surfaktan untuk menyatukan molekul molekul yang memiliki sifat yang berbeda, surfaktan dalam air menunjukkan perubahan sifat fisik pada daerah konsentrasi tertentu yang disebabkan oleh pembentuk agregat atau penggumpalan dari molekul surfaktan menjadi satu kemudian membentuk misel. Surfaktan yang digunakan ialah sodium dodesil sulfat yaitu jenis surfaktan anionik yang bermuatan negatif dalam bagian surface aktif. SDS bersifat ampifilik karena memiliki rantai C12 (lipofilik) dan gugus sulfat (hidrofilik), berikut adalah skema pembentukan misel



Gambar 4. Skema pembentukan misel (Josep dan Cesiulis, 2010)

Campuran template, monomer fungsional, crosslinker, inisiator, surfaktan dan pelarut air di homegenkan dengan menggunakan sonikasi yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk homogenitas suatu zat, campuran tersebut disonikasi selama 30 menit, fungsi sonikasi pada pembuatan MIP adalah untuk memecah campuran atau larutan menjadi misel, misel terjadi akibat adanya penambahan surfaktan (Dedi *et al.*, 2013).

Metode yang digunakan dalam pembentukan polimer adalah dengan metode photopolimerisasi, metode ini menggunakan cahaya UV untuk proses terjadinya radikal bebas, penambahan inisiator yang sensitif terhadap cahaya UV pada pembuatan MIP setelah disinari cahaya UV inisiator dan monomer aktif membentuk radikal bebas kemudian akan bereaksi dengan monomer untuk membentuk radikal pada monomer, selanjutnya reaksi antara radikal bebas dan monomer akan membentuk polimer. Campuran tersebut dipolimerisasi dengan photopolymer selama 600 detik dibawah aliran gas nitrogen secara kontinu, gas nitrogen pada penelitian ini berfungsi untuk menghilangkan oksigen yang dapat mengganggu proses pempolimeran.

Kim dan Guiochou (2005) melakukan penelitian dengan membandingkan sifat termodinamika, MIP memperlihatkan jenis situs pengikatan pada permukaan polimernya. Situs pengikat berenergi tinggi atau situs pengikatan spesifik, pada MIP hanya mengadsorpsi molekul yang dicetak atau molekul *template*. Situs pengikatan dengan energi intermediet pada MIP dapat mengadsorpsi baik molekul *template* atau antipodanya, meskipun sebagian dari situs ini hanya mengadsorpsi molekul *template* saja. Situs pengikatan dengan energi paling rendah pada MIP

akan menghasilkan interaksi non selektif bagi molekul template dan antipodanya. *Non imprinted polymer* (NIP) adalah suatu polimer kontrol dimana proses sintesisnya sama dengan MIP namun tidak melibatkan molekul template. Pada NIP, hanya melibatkan dua situs yaitu situs pengikatan dengan energi tinggi pada NIP mempunyai energi yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan pengikatan intermediet yang berada pada MIP dan energi pengikatan dengan rendah pada NIP memiliki sifat yang mirip dengan situs pengikatan dengan energi terendah pada MIP.

Afinitas MIP dipengaruhi beberapa variabel, yaitu molekul *template*, monomer fungsional, molekul taut silang, inisiator, pelarut, metode polimerisasi dan rasio molekul *template* dengan monomer fungsional. Molekul template seharusnya bersifat inert selama proses polimerisasi berlangsung. Semakin besar ukuran molekul template maka strukturnya semakin kurang kaku sehingga menghasilkan situs pengikatan non spesifik pada polimerisasinya (Yan dan Row, 2006). Monomer fungsional berfungsi dalam interaksi pengikatan pada situs pengikatan spesifik yang tercetak dan bertanggung jawab untuk memilih molekul template yang cocok sehingga dapat memaksimalkan pembentukan kompleks serta efek pencetakan. MIP diperoleh dengan rasio molekul template atau monomer fungsional secara empiris dengan mengevaluasi beberapa polimer yang dibuat dengan formulasi yang berbeda (Kim dan Spivak, 2003).

Selektivitas MIP dipengaruhi oleh jenis dan jumlah molekul taut silang yang ditambahkan dalam pembuatan MIP. Molekul taut silang memiliki tiga fungsi utama dalam sintesis MIP yaitu sebagai pengontrol morfologi matriks polimer,

menstabilkan situs pengikatan yang dicetak, dan memberikan stabilitas mekanik bagi matriks polimer. Sedangkan pelarut berfungsi dalam pembentukan struktur berpori (makropori), menentukan kekuatan interaksi non kovalen dan mempengaruhi morfologi polimer. Syarat bagi pelarut porogen adalah dapat melarutkan molekul *template*, monomer fungsional, inisiator, crosslinker dan pelarut harus dapat menghasilkan pori yang besar memiliki polaritas yang relatif rendah untuk mengurangi intrferensi (Yan dan Row, 2006).

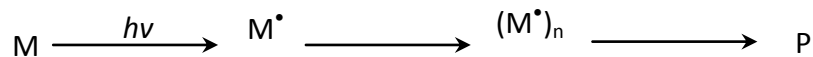
2.3 Proses Polimerisasi (*Photopolimerisasi*)

Polimer merupakan molekul besar terbentuk dari unit-unit berulang yang sederhana. Polimer dapat ditemukan di alam dan dapat disintesis di laboratorium. Polimerisasi adalah proses pembentukan polimer dari monomernya. Reaksi tersebut akan menghasilkan polimer dengan susunan ulang tertentu. Proses polimerisasi akan menentukan jenis polimer yang dihasilkan. Proses pembentukan polimer (polimerisasi) dibagi menjadi dua golongan, yaitu polimerisasi adisi dan polimerisasi kondensasi. Pempolimeran dengan metode potopolimerisasi adalah menggunakan cahaya *Ultra-Violet* (UV) untuk mengaktifkan monomer menjadi radikal bebas atau ion untuk memulai terjadinya reaksi pempolimeran.

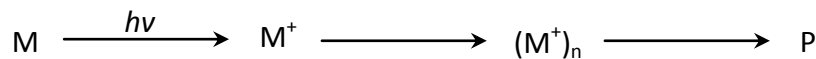
Proses pempolimeran dari molekul monomer atau oligomer dilakukan dengan menyinari bahan polimer dengan cahaya ultra violet (UV) (Fouassier *et al.*, 2003) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Kelebihan metode ini adalah lebih cepat dan mudah untuk dikendalikan, biaya rendah dan ramah lingkungan. Dasar dari pempolimeran dengan metode potopolimerisasi adalah terjadinya penyerapan cahaya oleh monomer apabila disinari dengan cahaya UV sehingga menghasilkan beberapa jenis monomer aktif seperti radikal bebas, kation dan anion. Monomer

aktif ini bergabung secara ikatan kimia untuk membentuk rantai polimer (Fouassier *et al.*, 2003). Untuk memudahkan terjadinya reaksi pempolimeran, kepada monomer perlu ditambahkan bahan inisiasi yang sensitif terhadap cahaya UV. Bahan inisiasi ini akan membentuk radikal bebas dengan mudah jika disinari dengan cahaya UV dan seterusnya bereaksi dengan monomer untuk membentuk radikal bebas pada monomer. Seterusnya reaksi antara radikal bebas monomer akan membentuk polimer, contoh bahan inisiasi yang telah digunakan untuk sintesis polimer dengan metode fotopempolimeran adalah 2,2-dimetoksi-2-fenilasetofenon (DMPP) (Alizar *et al.*, 2011, 2012, 2013, 2014, Dedi *et al.*, 2016).

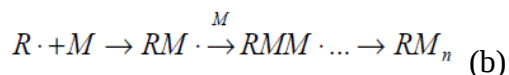
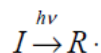
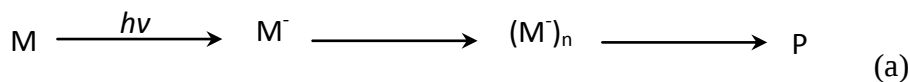
Pempolimeran radikal:



Pempolimeran kation:



Pempolimeran anion:



Gambar 3. Mekanisme potopolimerisasi dengan pembentukan radikal bebas, kation dan anion dari monomer (Fouassier *et al.*, 2010) (a) dan yang menggunakan bahan inisiasi (Sperling, 2006)(b).

2.4 Karakterisasi MIP

Struktur polimer pada MIP harus kaku agar bentuk situs pengikatan tidak berubah setelah penghilangan molekul *template*. MIP memiliki bentuk fisik

padatan sehingga tidak dapat dikarakterisasi dengan metode karakterisasi polimer pada umumnya yang memerlukan larutan polimer. Metode kromatografi gel permease, teknik NMR larutan, dan pengukuran menggunakan UV secara langsung terhadap polimer. MIP termasuk sebagai bahan amorf sehingga kristalografi dan metode mikroskopi tidak dapat digunakan untuk menentukan struktur situs ikatan MIP, meskipun telah ada penambahan makroskopis untuk mengetahui morfologi MIP (Sellergen dan Shea, 1993). Ada beberapa metode yang dapat menganalisa karakteristik fisik MIP secara langsung yaitu dengan spektroskopi FT-IR dan lain sebagainya. Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan metode yang sangat berguna dan sesuai untuk analisis polimer. Didasarkan pada prinsip vibrasi molekul yang terjadi di daerah inframerah dan spektrum elektromagnetik dan gugus fungsi, serta mempunyai ciri frekuensi yang khas. Jika sinar infra merah dilewatkan pada sampel (polimer) maka beberapa frekuensinya akan diabsorpsi, sedangkan frekuensi lainnya ditransmisikan. Frekuensinya berkisar antara 2,5-16 μm , tetapi umumnya spektroskopi IR yang digunakan kebalikan dari panjang gelombang sehingga kisarannya menjadi $4000\text{-}625\text{cm}^{-1}$ sebagai contoh vibrasi pada panjang gelombang 2900cm^{-1} muncul regangan C-H yang menunjukkan adanya gugus alkana, pada panjang gelombang $3310\text{-}3500\text{cm}^{-1}$ (Daintith, 1994). Energi IR tidak mampu mengekskresikan elektron melainkan mampu mengekskresikan molekul - molekul bervibrasi dan berotasi. Kelebihan dari FTIR mencakup persyaratan ukuran sampel yang kecil, perkembangan spektrum yang cepat, dan karena FTIR mempunyai komputer yang terdedikasi sehingga mampu untuk menyimpan dan memanipulasi spektrum. Pada penelitian ini digunakan FTIR

karena spektrum-spektrum dapat di-*scan*, disimpan dan ditransformasikan dalam hitungan detik. Spektrum IR yang diperoleh dapat digunakan untuk analisis secara kualitatif dalam mengkarakterisasi senyawa polimer.

Scanning Electron Microscopy (SEM) adalah suatu instrumen yang menghasilkan seberkas elektron pada permukaan spesimen target dan mengumpulkan serta menampilkan sinyal-sinyal yang diberikan oleh material target. Penggunaan alat *Scanning Electron Microscopy* dalam morfologi kopolimer telah dikembangkan secara luas. Pada prinsipnya SEM terdiri dari kolom elektron (*electron coloum*), ruang sampel (*specimen chamber*) dan sistem vakum (*vacuum system*). Prinsip analisis SEM adalah dengan menggunakan alat sinyal elektron sekunder. Berkas elektron diarahkan pada suatu permukaan spesimen yang telah dilapisi oleh suatu film konduktor. Pelapisan ini bertujuan agar polimer yang digunakan dapat menghasilkan arus listrik sehingga dapat berinteraksi dengan berkas elektron. Berkas elektron yang berinteraksi dengan spesimen dikumpulkan untuk menghasilkan sinyal. Sinyal ini digunakan untuk mengatur intensitas elektron pada suatu tabung televisi yang di arahkan serentak dengan sinar dari mikroskop. Interaksi berkas elektron dengan spesimen akan menghasilkan pola difraksi elektron yang dapat memberikan informasi mengenai kristalografi, jenis unsur dan distribusinya dan morfologi dari permukaan bahan (Wu *et al.*, 2007).

2.5 Kerangka Berfikir

Saat ini banyak masyarakat yang mengkonsumsi makanan yang memiliki kandungan kolesterol tinggi tanpa mengetahui ambang batas yang dikonsumsi contoh makanan yang di konsumsi yaitu junk food (makanan siap saji yang tidak

sehat atau memiliki sedikit kandungan nutrisi. Analisis kolesterol dalam darah masih membutuhkan tahap pemisahan yang rumit, biaya relatif mahal dan membutuhkan tenaga ahli. Oleh karena itu perlu dilakukan metoda alternatif media pemisah (absorben analit) untuk mengatasi masalah yang ada.

Sebagai alternatif media pemisah diusulkan menggunakan Molecularly Imprinting Polymer (MIP) kolesterol. Secara prinsip polimerisasi asam metakrilat diperoleh dari sintesis dengan menggunakan monomer MAA dan kolesterol sebagai template. Pada MIP-kolesterol terdapat rongga yang memiliki struktur sama dengan kolesterol sehingga dapat digunakan untuk adsorpsi kolesterol dalam darah. Jenis polimerisasi ini adalah polimerisasi radikal bebas menggunakan metode photopolimerisasi. Prinsip polimerisasi ini adalah dengan mencampurkan semua komponen (monomer, template, inisiator, crosslinker dan surfaktan) yang kemudian dilakukan proses polimerisasi. Setelah diperoleh hasil sintesis berupa polimer, dilakukan ekstraksi template dengan larutan asetonitril untuk melepaskan molekul template sehingga membentuk rongga pada polimer. Seterusnya polimer dilakukan optimasi adsorpsi agar didapat hasil adsorpsi yang maksimal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakter MIP-kolesterol hasil sintesis berdasarkan spectra inframerah menunjukkan bahwa MIP yang disintesa selektif terhadap molekul kolesterol. Pada hasil analisis SEM menunjukkan MIP-kolesterol berukuran mikropartikel.
2. Pengaruh adsorpsi pada MIP-kolesterol dapat menyerap molekul kolesterol sebanyak 0,75 gram dalam waktu 30 menit dengan daya serap 84,49%.
3. MIP-kolesterol dapat menyerap molekul kolesterol darah manusia dengan daya serap 41,19%.

B. SARAN

1. Perlu dilakukan sintesis MIP dengan metode polimerisasi yang lain.
2. Perlu dilakukan sintesis MIP dengan monomer dan template yang lain sehingga dapat mengidentifikasi berbagai macam molekul.
3. Perlu dilakukan pemilihan pelarut untuk ekstraksi template yang tepat sehingga rongga yang di hasilkan lebih maksimal.