

**MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS (MIPs) BERBASIS
BUTIL AKRILAT SEBAGAI BAHAN PENYERAP KOLESTEROL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar

Sarjana Sains



Oleh :

VIRA AMANDA

NIM. 18036151/2018

PROGRAM STUDI KIMIA

DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

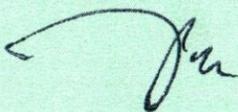
PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) Berbasis Butil
Akrilat sebagai Bahan Penyerap Kolesterol
Nama : Vira Amanda
NIM : 18036151
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, November 2022

Disetujui Oleh:

Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19721024 499803 1 001

Dosen Pembimbing



Dr. Hardeli, M.Si
NIP. 19640113 199103 1 001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Vira Amanda
TM/NIM : 2018/18036151
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS (MIPs) BERBASIS BUTIL AKRILAT SEBAGAI BAHAN PENYERAP KOLESTEROL

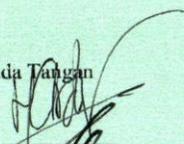
Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

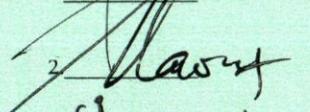
Padang, November 2022

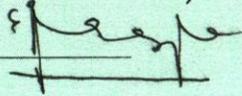
Tim Penguji

No	Jabatan	Nama
1	Ketua	Dr. Hardeli, M.Si
2	Anggota	Dr. Mawardi, M.Si
3	Anggota	Edi Nasra, S.Si.,M.Si

Tanda Tangan

1. 

2. 

3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Viru Amanda
NIM : 18036151
Tempat/Tanggal Lahir : Bunga Tanjung/05 April 1999
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul : Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) Berbasis Butil Akrilat sebagai Bahan Penyerap Kolesterol

Dengan ini menyatakan bahwa

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

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila di kemudian 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, November 2022
Yang Menyatakan



VIRA AMANDA
NIM : 18036151

Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) Berbasis Butil Akrilat sebagai Bahan Penyerap Kolesterol

Vira Amanda

ABSTRAK

Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) merupakan pembentukan situs pengenalan molekuler dalam polimer dengan melakukan sintesis dengan adanya template target. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakterisasi, pengaruh jumlah kolesterol dalam sintesis MIPs, pengaruh waktu penyerapan dan pengaruh pH larutan kolesterol. Metode yang digunakan dalam sintesis MIPs adalah metode photopolimerisasi yang menggunakan cahaya Ultra Violet (UV) dan dialiri gas nitrogen secara kontinyu. MIPs yang diperoleh berbentuk membrane padatan yang transparan dan dikarakterisasi menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR). Berdasarkan hasil spectrum FTIR menunjukkan bahwa pada MIPs ekstraksi tidak ditemukan puncak serapan gugus OH dan pada MIPs reekstraksi ditemukan puncak serapan gugus OH pada daerah 3395 cm^{-1} . Kolesterol yang diserap MIPs dapat dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan dalam darah menggunakan easy touch. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa membrane MIPs kolesterol dengan kondisi penyerapan maksimum dengan jumlah kolesterol pada membrane MIPs sebanyak 0,015 gram, dengan waktu kontak 30 menit dan pada pH 7,40. Efisiensi serapan MIPs dalam darah sebesar 9,9 mg/g. hal ini menunjukkan bahwa MIPs yang disintesis dapat menyerap kolesterol dengan baik dalam larutan dan dalam darah.

Kata kunci : MIPs kolesterol, photopolimerisasi, FTIR dan kolesterol.

Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) Based on Butyl Acrylate as Cholesterol Absorbing Material

Vira Amanda

ABSTACT

Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) are the formation of molecular recognition sites in polymers by synthesizing in the presence of a target template. The purpose of this study was to determine the characterization, the effect of the amount of cholesterol in the synthesis of MIPs, the effect of absorption time and the effect of the pH of the cholesterol solution. The method used in the synthesis of MIPs is the photopolymerization method using Ultra Violet (UV) light and nitrogen gas flowing continuously. The MIPs obtained were in the form of a transparent solid membrane and were characterized using Fourier Transform Infrared (FTIR). Based on the results of the FTIR spectrum, it showed that the extraction MIPs did not find the absorption peak of the OH group and the reextraction MIPs found the absorption peak of the OH group in the 3395 cm⁻¹ area. Cholesterol absorbed by MIPs can be analyzed using UV-Vis spectrophotometer and in blood using easy touch. Based on the results of the study, it was found that the cholesterol MIPs membrane with maximum absorption conditions with the amount of cholesterol on the MIPs membrane as much as 0.015 grams, with a contact time of 30 minutes and at a pH of 7.40. The absorption efficiency of MIPs in the blood is 9.9 mg/g. this indicates that the synthesized MIPs can absorb cholesterol well in solution and in the blood.

Keywords : MIPs-cholesterol membrane, photopolymerization, FTIR and cholesterol

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) Berbasis Butil Akrilat sebagai Bahan Penyerap Kolesterol”**. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains di Program Studi Kimia. Dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, petunjuk dan masukan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan nikmat menuntut ilmu sehingga penulis dapat menambah wawasan di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Dr. Hardeli, M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
3. Bapak Dr. Mawardi, M.Si. dan Bapak Edi Nasra, S.Si., M.,Si selaku dosen pembahas.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku kepala departemen kimia dan ketua prodi Kimia Universitas Negeri Padang.
5. Orang tua penulis yang telah memberikan semangat dan dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.

6. Teman-teman jurusan kimia yang telah memberikan masukan dan semangat kepada penulis dalam pembuatan proposal penelitian.
7. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian.

Dalam pembuatan skripsi ini, penulis berpedoman pada panduan skripsi program studi S1 Non Kependidikan 2019 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Penulis sadar bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis harapkan kritikan, masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas kritikan, masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, November 2022

Vira Amanda

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	4
BAB II.....	5
KAJIAN TEORITIS	5
A. MIPs (<i>Molecularly Imprinted Polymers</i>).....	5
B. Aplikasi MIPs sebagai sensor	8
C. Kolesterol	9
D. Polimerisasi	12
E. Karakterisasi MIPs	13
BAB III	16
METODOLOGI PENELITIAN.....	17
A. Waktu dan Tempat	17
B. Subjek dan Objek Penelitian	17
C. Variabel Penelitian	17
D. Tahapan Penelitian.....	18

E. Alat dan bahan.....	18
1. Alat	18
2. Bahan.....	18
F. Prosedur Penelitian.....	19
a) Sintesis MIPs Kolesterol	19
b) Analisis Daya Serap Membran MIPs terhadap Kolesterol.....	20
c) Optimasi Daya Serap Membrane MIPs terhadap Kolesterol	20
d) Adsorpsi Kolesterol dalam Sampel Darah	23
BAB IV	24
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
A. Sintesis MIPs Kolesterol	24
B. Analisis Daya Serap Membran MIPs terhadap Kolesterol.....	28
C. Optimasi Daya Serap Membrane MIPs terhadap Kolesterol	31
D. Adsorpsi Kolesterol dalam Sampel Darah	36
BAB V.....	38
A. KESIMPULAN	38
B. SARAN	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat fisika dan kimia kolesterol.....	11
Tabel 2. Kadar Kolesterol	11
Tabel 3. Perbandingan jumlah zat untuk sintesis MIPS	19
Tabel 5. Variasi jumlah kolesterol dalam sintesis MIPS	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Preparasi MIPS	6
Gambar 2. Kolesterol	10
Gambar 3. mekanisme photopolimerisasi	13
Gambar 4. mekanisme polimerisasi dengan penambahan inisiasi	13
Gambar 5. Fourier transform infrared (FTIR).....	14
Gambar 6. skematis komponen utama spektrofotometer FTIR sederhana	15
Gambar 7. Spektrofotometer UV-Vis	16

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Kerja Secara Umum.....	43
Lampiran 2 Prosedur Kerja	45
Lampiran 3 Perhitungan.....	49
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian.....	54
Lampiran 5 Spektrum FTIR.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Polimer merupakan molekul besar yang terdiri dari unit berulang molekul kecil. Unit berulang tersebut dapat dihubungkan dengan berbagai cara, salah satu contoh sederhananya yaitu polimer linear yang berarti polimer dimana unit-unitnya terhubung satu sama lain dalam urutan linear (lurus) (Ravve, 2013). Unit molekul kecil tersebut disebut monomer. Sifat polimer berbeda dengan monomer-monomer yang menyusunnya. Proses terbentuknya polimer dari monomer-monomer disebut polimerisasi.

Molecularly imprinting polymers merupakan pembentukan situs pengenalan molekuler dalam polimer dengan melakukan sintesis dengan adanya template target. Interaksi komplementer gugus fungsi monomer dan gugus fungsi molekul *template* dipertahankan melalui proses polimerisasi dan selanjutnya distabilkan dengan ikatan silang polimer (*crosslinker*). *Molecular imprinting polymers* (MIPs) mempunyai keunggulan seperti afinitas dan selektivitas yang tinggi, serbaguna, kesederhanaan persiapannya, terukur, dan hemat biaya untuk membuat reseptor molekul sintetik (Ahmad *et al.*, 2019).

Metode sintesis MIPs yang telah dilakukan adalah metode *cooling-heating*, dimana monomer yang digunakan adalah asam metakrilat, kelemahan dari metode *cooling-heating* adalah membutuhkan waktu yang lama dalam pembentukan polimer (Koriyanti *et al.*, 2020). Metode ruah dan metode endapan juga telah digunakan untuk sintesis MIPs, kelemahan metode ruah yaitu pada prosesnya membutuhkan proses

tambahan seperti mengayak dan menggerus sehingga memakan waktu yang lama dan menyebabkan interaksi MIPs terputus, sedangkan kelemahan dari metode endapan adalah membutuhkan pelarut yang banyak, dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan biaya yang cukup mahal (Chen *et al.*, 2016).

Oleh karena itu digunakan metoda yang lebih efisien untuk mensintesis MIPs yaitu dengan metode fotopolimerisasi. Fotopolimerisasi adalah penggunaan sinar ultraviolet (UV) dalam proses polimerisasi pada pembuatan polimer (Assiddiq S, Hasbi; Dinahkandy, 2017). Penelitian ini monomer yang digunakan adalah butil akrilat. Butil akrilat merupakan monomer akrilat dengan rumus molekul $\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$. Larutan ini mudah dicampur dengan pelarut organik lainnya dan siap dipolimerisasi dengan molekul template untuk membuat rantai polimer. Butil akrilat memiliki keunggulan dibandingkan jenis akrilat ester rendah lainnya, seperti metil akrilat dan etil akrilat, karena n-butil akrilat memiliki korosifitas rendah dan karenanya lebih mudah disimpan. Pemilihan butil akrilat sebagai monomer karena dapat berinteraksi secara non kovalen dengan *template* (Chen, Xu and Li, 2011). Interaksi non-kovalen yang terjadi yaitu ikatan hidrogen.

Pada penelitian terdahulu telah dilakukan sintesis MIPs untuk menyerap kolesterol dimana bahan yang digunakan kolesterol sebagai *template*, MAA (*methacrylic acid*) sebagai monomer, EGDMA (*ethylene glycol dimethacrylate*) sebagai *crosslinker*, DMPP (*2,2-dimethoxy-2-phenylacetophenone*) sebagai inisiator, SDS (sodium dodecyl sulfate) dan metode yang digunakan adalah fotopolimerisasi. Hasil sintesis pada penelitian ini adalah berupa bubuk. Penelitian kedua, bahan yang digunakan adalah kolesterol sebagai *template*, *methacrylic acid* (MAA) sebagai

monomer, *ethylene glycol dimethacrylate* (EGDMA) sebagai *crosslinker*, *2,2-dimethoxy-2-phenylacetophenone* (DMPP) sebagai inisiator dan metode yang digunakan fotopolimerisasi. Hasil sintesis MIPs pada penelitian ini berupa membran.

Berdasarkan latar belakang, peneliti tertarik melakukan penelitian yang berjudul “ ***Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) Berbasis Butil Akrilat sebagai Bahan Penyerap Kolesterol*** “. Dimana pada penelitian ini *Molecularly Imprinted Polymers* dibuat dari kolesterol sebagai template, butil akrilat sebagai monomer, *ethylene glycol dimethacrylate* (EGDMA) sebagai *crosslinker* dan *2,2-dimethoxy-2-phenylacetophenone* (DMPP) sebagai *inisiator*.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Mensintesis membran *Molecularly Imprinted Polymers* telah dilakukan oleh para peneliti seperti cooling-heating, tetap memiliki kelemahan yaitu membutuhkan waktu yang lama dalam pembentukan polimer.
2. Sintesis juga sudah dilakukan dengan metode ruah dan metode endapan, namun metode tersebut kurang efektif dalam proses pengerjaannya.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah mensintesis membran *Molecularly Imprinted Polymers* dari butil akrilat sebagai penyerap kolesterol dengan metode fotopolimerisasi.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana cara sintesis membran *Molecularly Imprinted Polymers* dari butil akrilat dengan metode fotopolimerisasi dan karakterisasinya ?
2. Bagaimana kondisi optimum daya serap membran *Molecularly Imprinted Polymers* terhadap penyerapan kolesterol ?
3. Bagaimana daya serap MIPs terhadap kolesterol dalam darah ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada penelitian ini adalah :

1. Dapat mensintesis membran *Molecularly Imprinted Polymers* kolesterol dengan metode fotopolimerisasi dan karakterisasinya.
2. Dapat menentukan kondisi optimum daya serap membran *Molecularly Imprinted Polymers* terhadap kolesterol.
3. Dapat menentukan daya serap MIPs terhadap kolesterol dalam darah.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberi informasi cara mensintesis dan mengkarakterisasi membran *Molecularly Imprinted Polymers* kolesterol dan untuk mengetahui mengetahui kondisi optimum penyerapan *Molecularly Imprinted Polymers* terhadap kolesterol.

BAB II

KAJIAN TEORITIS

A. MIPs (*Molecularly Imprinted Polymers*)

Molecular imprinting adalah proses pembentukan situs pengenalan molekuler dalam polimer dengan sintesis molekul template target, interaksi antara monomer fungsional dan molekul template yang dipertahankan oleh proses ionisasi polimer dan selanjutnya distabilkan oleh ikatan silang dalam polimer. MIPs yang dihasilkan itu akan mampu mengenali analit target secara selektif. MIPs saat ini merupakan pendekatan yang paling umum, serbaguna, terukur, dan hemat biaya untuk membuat reseptor molekul sintetik (Ahmad *et al.*, 2019). *Molecularly Imprinted Polymers* (MIPs) digambarkan sebagai reseptor sintesis yang dapat mengenali molekul target secara spesifik seperti sistem kerja antigen-antibodi dalam tubuh. MIPs beroperasi dengan mekanisme “*lock and key*” untuk secara selektif mengikat molekul template selama produksi. MIPs berpotensi menawarkan spesifisitas dan selektifitas reseptor biologis dengan keuntungan eksplisit dari daya tahan sehubungan dengan lingkungan dan biaya rendah (Belbruno, 2019).

Molecularly imprinted polymers (MIPs) dipandang perlu karena dapat digunakan dalam berbagai analisis kimia khususnya pada analisis bahan pangan dan kesehatan. MIPs merupakan salah satu bidang penelitian yang patut dikembangkan karena kemudahan preparasinya (Riskin *et al.*, 2011).

Molecularly imprinted polymers (MIPs) menarik banyak perhatian karena sifatnya yang unik, seperti kesederhanaannya, biaya rendah, preparasi yang mudah, selektivitas dan sensitivitas yang tinggi. MIPs biasanya meliputi molekul template,

monomer fungsional, pengikat silang, inisiator, dll. Monomer fungsional berinteraksi dengan template melalui ikatan nonkovalen (ikatan *hydrogen*, ionik atau hidrofobik) dan ikatan kovalen untuk membentuk kompleks sebelum reaksi pengikatan silang dalam pelarut. Prosedur umum untuk sintesis MIPs melibatkan : 1) molekul template bergabung dengan monomer fungsional untuk membuat kompleks melalui ikatan kovalen atau nonkovalen dalam larutan; 2) pengikat silang dan inisiator berpolimerisasi dengan kompleks dibawah kondisi foto/termal; 3) penghilangan *template* dalam polimer melalui ekstraksi menggunakan elusi pelarut karena analit memiliki kelarutan yang lebih tinggi dalam pelarut (Gui *et al.*, 2018)

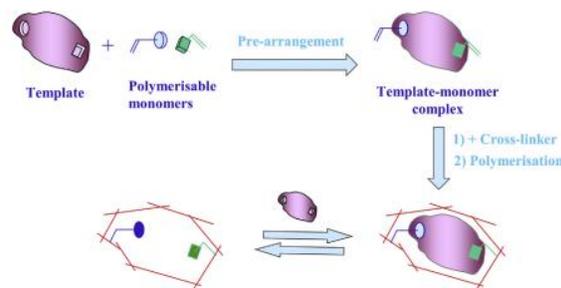


Fig. 1. Preparation of MIPs.

Gambar 1. preparasi MIPs (Turiel and Martín-Esteban, 2019)

Tujuan akhir dari *molecular imprinting polymers* adalah untuk menghasilkan MIPs dengan afinitas dan spesifisitas yang sebanding dengan reseptor biologis sehingga mereka pada akhirnya dapat diaplikasikan. Umumnya molekul template yang ideal harus memenuhi tiga syarat yaitu harus mengandung gugus fungsi yang tidak mencegah polimerisasi, menunjukkan stabilitas kimia yang sangat baik selama proses polimerisasi dan mengandung gugus fungsi yang dapat membentuk kompleks monomer fungsional. Sejauh ini, MIPs telah berhasil diterapkan untuk pengenalan

deteksi berbagai molekul organik (Chen *et al.*, 2016). Komponen penting dalam sintesis MIPs adalah monomer fungsional yang dapat berinteraksi dengan molekul template atau ion untuk membentuk kompleks dalam proses pra-polimerisasi. Monomer fungsional terdiri dari dua jenis bagian yaitu unit pengenalan dan unit yang dapat dipolimerisasi (Malik *et al.*, 2019).

Fiksasi monomer fungsional disekitar *template* dilakukan dengan bantuan zat pengikat silang. *Cross-linker* memungkinkan memelihara struktur polimer yang kaku bahkan setelah pelepasan template. Umumnya jumlah *cross-linker* yang dioptimalkan diperlukan untuk operasi MIPs yang tepat. Menurunkan jumlah *cross-linker* menghasilkan sifat mekanik yang tidak stabil sedangkan jumlah yang terlalu tinggi menyebabkan pengurangan jumlah situs pengenalan per satuan massa MIPs. Terbatasnya jumlah *cross-linker* yang mungkin menghalangi kemajuan dalam teknologi MIPs. Beberapa *cross-linker* yang umum digunakan adalah trisilyl idocyanurate (TAIC), bis(1-(*tert-butylperoxy*)-1-methylethyl)-benzene (BIBP) (prosedur kovalen), *tetramethoxylane* (TMOS), *diphenyl diethoxysilane* (DPDES) (prosedur sol gel), etilen glikol dimetakrilat (EGDMA), divinilbenzena (DVB), N-N-metilendiakrilamida (MDAA), dan asam 3,5-bis(akrilolamido)benzoate (prosedur non-kovalen) (Malik *et al.*, 2019).

Dalam MIPs ada dua macam interaksi antara molekul template dan monomer fungsional yaitu interaksi kovalen dan interaksi non kovalen. Pada interaksi kovalen, sebelum proses polimerisasi, monomer fungsional dan molekul template berikatan satu sama lain melalui ikatan kovalen. Konjugat kovalen membentuk delokalisasi

elektron. Delokalisasi elektron adalah elektron-elektron yang berperan dalam lebih dari satu ikatan secara serentak (simultan). Setelah polimerisasi, ikatan kovalen diputus dan molekul template dihilangkan dari polimer. Analit yang masuk dalam cetakan akan membentuk ikatan kovalen yang sama dengan sebelumnya (Komiyama, M., Takeuchi, T., Mukawa, T., Asanuma, 2003).

Interaksi ikatan non kovalen dimanfaatkan dalam pencetakan molekul. Interaksi non kovalen memiliki keuntungan seperti relative mudah dipraktikan, menghasilkan situs pengikatan dengan afinitas yang baik, proses penghapusan template yang mudah dan fleksibel dimana monomer fungsional dapat berinteraksi dengan hampir semua jenis molekul target dalam interaksi non kovalen. Interaksi non kovalen terdiri dari ikatan hidrogen, gaya van der Waals dan efek hidrofilik dipolimerisasi (Yan and Kyung, 2006).

B. Aplikasi MIPs sebagai sensor

MIPs dengan selektivitas dan spesifitas yang tinggi serta ketahanan dan stabilitas yang tinggi menarik untuk digunakan dalam sejumlah aplikasi. Contoh dari aplikasi MIPs adalah *Solid Phase Extraction* (SPE) merupakan teknik preparasi sampel yang digunakan untuk memisahkan molekul target dalam jumlah sedikit (Mulyasuryani and Savitri, 2015).

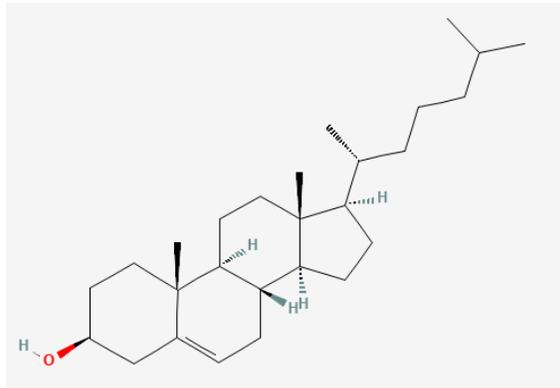
Kemampuan MIPs memiliki daya tarik yang cukup besar dalam penggunaan sebagai katalis dalam reaksi kimia karena memiliki kemampuan yang selektif dalam mengikat molekul target pada berbagai kondisi. Penggunaan MIP sebagai substrat sudah banyak dilaporkan yaitu substrat untuk reaksi katalitik atau enzimatik tertentu,

seperti p-nitrophenol palmitat sebagai substrat lipase dan substrat peroksidase (Keçili *et al.*, 2011). MIPs banyak dimanfaatkan sebagai membran pada sensor yang digunakan untuk mendeteksi senyawa yang ada dalam obat dan urin manusia.

Aplikasi MIPs telah banyak digunakan pada bidang analitik, seperti mengidentifikasi antibiotik dalam sampel makanan dan lingkungan (Uzuriaga-Sánchez *et al.*, 2016), dalam bidang farmasi, seperti penemuan dan pemurnian obat (Kazemi, Sarabi and Abdouss, 2016), kemudian analisis makanan, analisis minuman dan biologis (Gué and Schroeder, 2017).

C. Kolesterol

Kolesterol merupakan lemak yang terdapat dalam aliran darah yang diperlukan untuk pembentukan dinding sel. Apabila kadar kolesterol dalam darah berlebih, maka akan menyebabkan penyakit berbahaya seperti penyakit stroke dan jantung coroner (SIDDIK, NOVAMIZANTI and RAMATRYANA, 2019). Kolesterol adalah zat alamiah yang sifat fisiknya berupa lemak tetapi memiliki rumus steroid. Secara normal kolesterol diproduksi sendiri dalam tubuh dalam jumlah yang tepat. Kadar kolesterol dapat meningkat karena asupan makanan yang berasal dari lemak hewani seperti daging ayam, telur ayam, daging sapi dan lain-lain (Sentral, Kadar and Darah, 2013).



Gambar 2. Kolesterol (sumber : pubchem)

Berdasarkan sifatnya kolesterol dapat larut dalam pelarut lemak, misalnya eter, kloroform, benzena, alkohol panas dan asetonitril. Bentuk fisik kolesterol yaitu berbentuk kristal tak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau apabila terdapat dalam konsentrasi yang tinggi. Kolesterol mempunyai titik lebur 150°C - 151°C (Poedjadi, A., & Supriyanti, 2006). Kolesterol memiliki struktur organik dengan berat molekul 386 gram/mol dan 27 atom karbon. Dari 27 atom karbon tersebut, 17 atom karbon tergolong kepada empat cincin yang tergabung, dua atom karbon kelompok metil persegi yang lengket pada pertemuan cincin AB dan CD, delapan pada sisi rantai perifer. Kolesterol disusun oleh karbon hidrogen dan karbon, dengan kelompok hidroksil soliter berlekatan pada atom C3. Kolesterol hampir jenuh secara sempurna, dan hanya memiliki satu ikatan ganda pada posisi atom C5 dan C6 (Dominiczak, M. H. dan Wallace, 2009).

Tabel 1. Sifat fisika dan kimia kolesterol (sumber : pubchem)

Sifat fisika dan kimia kolesterol	
Rumus molekul	$C_{27}H_{46}O$
Massa molar	386.7 g/mol
Warna	putih
Fisik	padat
Bau	hampir tidak berbau
Titik didih	360 °C
Titik leleh	148.5 °C
Kelarutan	Dalam air : 0.095 mg/L (at 30 °C) larut dalam alkohol panas, benzena, minyak dan lemak

Low Density Lipoprotein (LDL) adalah kolesterol jahat yang memiliki dampak yang cukup buruk bagi tubuh apabila kadarnya terlalu tinggi (Anggraeni, 2016). Menurut National Institute of Health (NIH) kadar dalam darah yaitu, kadar LDL yang diinginkan ≤ 130 mg/dl, ambang batas tinggi 131-159 mg/dl, dan kadar LDL tinggi ≥ 160 mg/dl (Nilawati, 2008). High Density Lipoprotein (HDL) adalah kolesterol baik karena HDL merupakan lipoprotein yang mengangkut lipid dari perifer menuju hepar (Anggraeni, 2016). Standar HDL dalam darah, kadar HDL yang diinginkan > 45 mg/dl, ambang batas rendah 35-45 mg/dl, kadar HDL terlalu rendah < 35 mg/dl (Nilawati, 2008).

Menurut National Institute of Health (NIH)-USA, kadar kolesterol yang dianjurkan yaitu :

Tabel 2. Kadar Kolesterol (Nilawati, 2008)

Kadar kolesterol darah yang diinginkan	≤ 200 mg/dl
Kadar kolesterol darah atau ambang batas tinggi	200-239 mg/dl
Kadar kolesterol tinggi	> 240 mg/dl

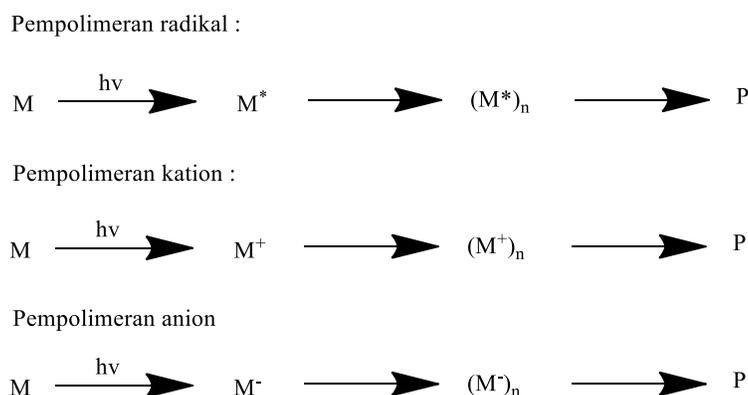
D. Polimerisasi

Polimer adalah molekul besar (makromolekul) yang disusun secara berulang dari unit molekul kecil dan sederhana (Billmeyer, 1984). Unit molekul kecil ini disebut dengan monomer. Hal ini berarti senyawa polimer terdiri dari banyak monomer (Sari, N. H., & Suteja, 2021). Proses terbentuknya polimer dari monomer-monomer disebut dengan polimerisasi. Reaksi polimerisasi terdiri dari dua macam yaitu polimerisasi adisi (poliadisi) dan polimerisasi kondensasi (polikondensasi) (Permono, 2018). Polimerisasi adisi merupakan polimer yang terbentuk dari monomer-monomer melalui pemutusan ikatan rangkap. Polimerisasi kondensasi merupakan polimer yang terbentuk dari monomer-monomer dengan melepaskan molekul seperti H_2O dan CH_3OH (Sari, N. H., & Suteja, 2021).

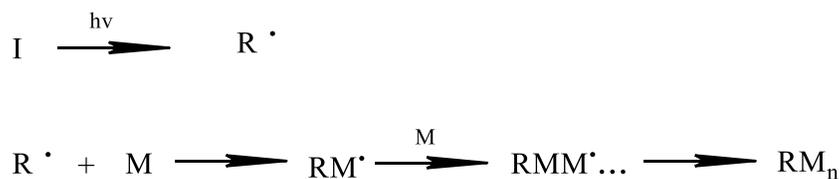
Polimerisasi dengan menggunakan metode photopolimerisasi adalah proses polimerisasi dengan melibatkan sinar Ultra Violet (UV) untuk mengaktifkan monomer menjadi radikal bebas atau ion untuk memulai terjadinya proses polimerisasi. Proses pempolimeran molekul monomer atau oligomer dilakukan dengan menyinari bahan polimer dengan sinar Ultra Violet (UV) (Fouassier, Allonas and Burget, 2003).

Bahan inisiasi ditambahkan pada reaksi pempolimeran, hal ini bertujuan untuk memudahkan terjadinya reaksi pempolimeran karena bahan inisiasi sensitif terhadap cahaya UV. Bahan inisiasi ini akan membentuk radikal bebas dengan mudah jika disinari dengan cahaya UV dan kemudian bereaksi dengan monomer untuk membentuk radikal bebas pada monomer. Reaksi antara radikal bebas monomer akan membentuk polimer. Bahan inisiasi yang telah digunakan untuk sintesis polimer

dengan metode fotopolimeran adalah 2,2-dimetoksi-2-fenilasetofenon (Ulianas, Heng and Ahmad, 2011; Ulianas *et al.*, 2012, 2014)(Futra *et al.*, 2016).



Gambar 3. mekanisme potopolimerisasi dengan pembentukan radikal bebas, kation dan anion (Fouassier *et al.*, 2010)



Gambar 4. mekanisme polimerisasi dengan penambahan inisiasi

E. Karakterisasi MIPs

Membran MIPs memiliki bentuk fisik berupa padatan, untuk mendapatkan hasil yang optimal diperlukan metode yang sesuai. Salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis karakteristik MIPs adalah menggunakan spektroskopi FTIR. *Fourier Transform Infrared* (FTIR) digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan jenis ikatan antara monomer dan *template*. Hal ini penting untuk mencocokkan ikatan antara monomer dan *template* untuk memaksimalkan pembentukan kompleks (Handayani *et al.*, 2013).

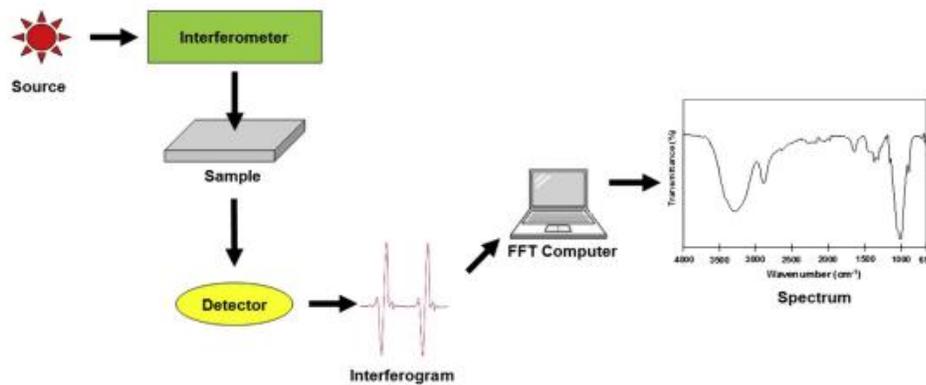


Gambar 5. Fourier transform infrared (FTIR)

Spektroskopi inframerah transformasi fourier (FTIR) adalah teknik yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi sampel (gas, cair dan padat) menggunakan pancaran radiasi inframerah. Spektroskopi inframerah mengukur penyerapan radiasi inframerah yang dihasilkan dari masing-masing ikatan dalam molekul dan hasilnya dinyatakan sebagai % transmitansi dengan bilangan gelombang (cm^{-1}) (Sharma *et al.*, 2018). *Fourier Transform Infrared (FTIR)* adalah salah satu teknik analisis yang penting bagi peneliti. Jenis analisis ini dapat digunakan untuk mengkarakterisasi sampel dalam bentuk cairan radiasi, larutan, pasta, bubuk, film, serat impak, dan gas. Analisis ini juga merupakan molekul yang memungkinkan untuk menganalisis material pada permukaan substrat penyerap. Dibandingkan dengan jenis analisis dan karakterisasi lainnya, spesifikasi FTIR cukup populer. Karakterisasi FTIR analisisnya cukup cepat, akurasiya bagus dan relatif sensitif (Nandiyanto, Oktiani and Ragadhita, 2019).

Alat untuk menentukan spectrum serapan suatu senyawa disebut spektrometer. Spektrometer transformasi fourier menyediakan spectrum IR jauh lebih cepat

dibandingkan spektrofotometer tradisional. Gambar dibawah menggambarkan secara skematis komponen utama spektrofotometer FTIR sederhana.



Gambar 6. skematis komponen utama spektrofotometer FTIR sederhana

Instrument tersebut menghasilkan sinar radiasi IR, yang dipancarkan dari sumber benda hitam bercahaya. Selanjutnya, berkas melewati interferometer dimana pengkodean spectral berlangsung. Penggabungan kembali berkas-berkas dalam panjang intasan yang berbeda dalam interferometer menciptakan interferensi konstruktif dan destruktif yang disebut interferogram. Kemudian detector mengukur sinyal interferogram kusus dalam energi versus waktu untuk semua frekuensi secara bersamaan. Sementara itu, balok ditumpangkan untuk memberikan referensi (latar belakang) untuk pengoperasian instrument. Akhirnya spektrum yang diinginkan diperoleh setelah interferogram secara otomatis mengurangi spectrum latar belakang dari spectrum sampel dengan perangkat lunak computer transformasi fourier (Mohamed *et al.*, 2017).

Pada penelitian ini menggunakan karakterisasi FTIR karena spektrum-spektrum dapat di-scan, disimpan dan ditransformasikan dalam hitungan detik. Spektrum IR

yang diperoleh dapat digunakan untuk analisa secara kualitatif dalam mengkarakterisasi senyawa polimer.

Metode analisa kolesterol yang digunakan pada penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis. Spektrofotometer UV-Visible adalah metode analisa kolesterol yang sederhana karena biaya operasional yang rendah dan mudah digunakan.



Gambar 7. Spektrofotometer UV-Vis

Prinsip spektrofotometer UV-Vis adalah sumber cahaya yang menghasilkan cahaya nantinya dipecah oleh prisma dan menghasilkan cahaya monokromatis yang dapat diserap oleh sampel. Spectrum absorbansi yang dihasilkan digunakan untuk uji kualitatif karena setiap molekul menyerap energi yang berbeda-beda. Sedangkan jumlah radiasi yang terabsorpsi digunakan sebagai uji kuantitatif karena jumlah radiasi berbanding lurus dengan jumlah molekul (Suhartati, 2017). Panjang gelombang yang digunakan untuk senyawa yang tidak berwarna adalah 200 nm sampai 400 nm dan panjang gelombang untuk senyawa yang berwarna adalah 400 nm sampai 800 nm.

BAB V PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil spektra inframerah menunjukkan bahwa membrane MIPs selektif terhadap molekul kolesterol.
2. Kondisi optimum penyerapan pada membrane MIPs dapat menyerap molekul kolesterol dengan massa optimum kolesterol 0,015 gram dengan waktu perendaman 30 menit dan pH larutan kolesterol 7,40.
3. Membrane MIPs kolesterol dapat menyerap molekul kolesterol dalam darah manusia dengan kapasitas serapan 9,9 mg/g.

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan yang didapat maka disarankan :

1. Perlu dilakukan sintesis membrane MIPs dengan monomer dan template yang lain sehingga dapat mengidentifikasi berbagai macam molekul.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, O. S. *et al.* (2019) 'Molecularly Imprinted Polymers in Electrochemical and Optical Sensors', *Trends in Biotechnology*, 37(3), pp. 294–309. doi: 10.1016/j.tibtech.2018.08.009.
- Anggraeni, D. (2016) 'Kandungan Low Density Lipoprotein (LDL) dan High Density Lipoprotein (HDL) pada Kerang Darah (Anadara granosa) yang Tertangkap Nelayan Sedati , Sidoarjo', *ADLN -Perpustakaan Universitas Airlangga*, (LDL), pp. 1–30. Available at: <http://repository.unair.ac.id/57143/>. diakses pada tanggal 26 Januari 2021.
- Assiddiq S, Hasbi; Dinahkandy, I. (2017) 'Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan ARTICLE', 7(1), pp. 1–6.
- Belbruno, J. J. (2019) 'Molecularly Imprinted Polymers', *Chemical Reviews*, 119(1), pp. 94–119. doi: 10.1021/acs.chemrev.8b00171.
- Billmeyer, F. W. (1984) *Textbook of polymer science. Third edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Chen, L. *et al.* (2016) 'Molecular imprinting: Perspectives and applications', *Chemical Society Reviews*, 45(8), pp. 2137–2211. doi: 10.1039/c6cs00061d.
- Chen, L., Xu, S. and Li, J. (2011) 'Recent advances in molecular imprinting technology: Current status, challenges and highlighted applications', *Chemical Society Reviews*, 40(5), pp. 2922–2942. doi: 10.1039/c0cs00084a.
- Coates, J. (2006) 'Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach', *Encyclopedia of Analytical Chemistry*, pp. 10815–10837. doi: 10.1002/9780470027318.a5606.
- Dominiczak, M. H. dan Wallace, A. (2009) *Medical Biochemistry: Biosynthesis of Cholesterol and Steroids*. Philadelphia: Mosby Elseviers.
- Fouassier, J. P. *et al.* (2010) 'Dyes as photoinitiators or photosensitizers of polymerization reactions', *Materials*, 3(12), pp. 5130–5142. doi: 10.3390/ma3125130.
- Fouassier, J. P., Allonas, X. and Burget, D. (2003) 'Photopolymerization reactions under visible lights: Principle, mechanisms and examples of applications', *Progress in Organic Coatings*, 47(1), pp. 16–36. doi: 10.1016/S0300-9440(03)00011-0.
- Futra, D. *et al.* (2016) 'A novel electrochemical sensor for 17 β -estradiol from molecularly imprinted polymeric microspheres and multi-walled carbon nanotubes grafted with gold nanoparticles', *Analytical Methods*, 8(6), pp. 1381–1389. doi: 10.1039/c5ay02796a.