

**OPTIMASI DAYA SERAP MEMBRAN *MOLECULARLY*
IMPRINTED POLYMERS (MIPs) TERHADAP ASAM URAT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh :

NURHAFIZAH AZWIR

17036056 / 2017

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

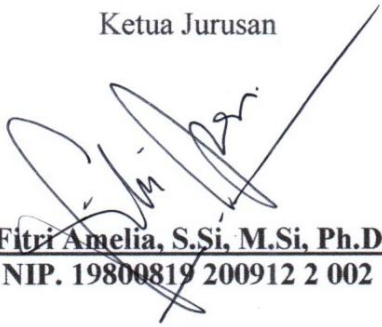
PERSETUJUAN SKRIPSI

OPTIMASI DAYA SERAP MEMBRAN *MOLECULARLY IMPRINTED* *POLYMERS* (MIPs) TERHADAP ASAM URAT

Nama : Nurhafizah Azwir
NIM : 17036056
Program Studi : Kimia (NK)
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, September 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan



Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing



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

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Nama : Nurhafizah Azwir
NIM : 17036056
Program Studi : Kimia (NK)
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

OPTIMASI DAYA SERAP MEMBRAN *MOLECULARLY IMPRINTED* *POLYMERS* (MIPs) TERHADAP ASAM URAT

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, September 2021

Tim Penguji

Nama

Tanda tangan

Ketua : Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D



Anggota : Dr. Indang Dewata, M.Si



Anggota : Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Nurhafizah Azwir
NIM : 17036056
Tempat/Tanggal lahir : Balai Tengah/23 Januari 1998
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Optimasi Daya Serap Membran *Molecularly Imprinted Polymers* (MIPs) terhadap Asam Urat**

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/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 kepustakaan.
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 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, September 2021
Yang menyatakan



Nurhafizah Azwir
NIM : 17036056

OPTIMASI DAYA SERAP MEMBRAN *MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS* (MIPs) TERHADAP ASAM URAT

Nurhafizah Azwir

ABSTRAK

Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) adalah sebuah polimer yang memiliki rongga. Rongga pada polimer terbentuk dari pembuangan asam urat. MIPs memiliki tingkat selektivitas dan sensitivitas yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini untuk mensintesis, mengkarakterisasi dan mengetahui daya serap membran MIPs terhadap asam urat pada kondisi optimum. Metoda yang digunakan untuk sintesis membran MIPs yaitu metoda photopolimerisasi yang menggunakan sinar Ultra-Violet. Penentuan kadar asam urat dalam larutan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan menggunakan *Easy Touch* dalam sampel darah. FTIR menunjukkan bahwa karakterisasi spectra inframerah dari membran MIPs-ekstraksi tidak ditemukan adanya puncak serapan N-H, sedangkan pada MIPs re-ekstraksi terdapat puncak serapan pada daerah 910-665. Kondisi optimum membran MIPs yang digunakan adalah 0,08 gram, waktu kontak 24 jam dan pH 7,57. Efisiensi daya serap MIPs dalam larutan adalah 72,6%, sedangkan efisiensi daya serap MIPs terhadap asam urat dalam darah adalah 24,6%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa membran MIPs dapat menyerap asam urat baik dalam larutan maupun dalam darah.

Kata kunci: Membran MIPs, asam urat, photopolimerisasi.

OPTIMIZATION OF MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS (MIPs) MEMBRANE ABSORPTION FOR URIC ACID

Nurhafizah Azwir

Abstract

Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) are polymers that have cavities. The cavities in the polymer were formed by the removal of the uric acid. MIPs have a high degree of selectivity and sensitivity. The purpose of this research was to synthesize, characterize of MIPs membrane and determine the absorption of MIPs membrane for uric acid at optimum conditions. The method used for the synthesis of MIPs membrane was the photopolymerization method using Ultra-Violet light. Determination of uric acid levels in solution was analyzed by spectrophotometer UV-Vis meanwhile by Easy Touch in blood sample. FTIR spectrum analysis showed that the infrared spectra characterization of the MIPs-extraction membrane did not find N-H absorption peak, while in the MIPs re-extraction there was an absorption peak in the 910-665. The optimum conditions MIPs membrane was 0.08 grams, 24 hours of contact time and pH 7.57. The efficiency of MIPs absorption in solution was 72.6%, while the efficiency of MIPs absorption of uric acid in the blood was 24.6%. This study indicate that the MIPs membrane can absorb uric acid both in solution and in blood.

Keywords : MIPs membrane, uric acid, photopolymerization.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul **“Optimasi Daya Serap Membran *Molecularly Imprinted Polymers* (MIPs) terhadap Asam Urat”**. Proposal ini diajukan untuk memenuhi mata kuliah Seminar Proposal pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan, dorongan dan semangat kepada :

1. Bapak Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D sebagai Penasihat Akademik sekaligus sebagai Dosen Pembimbing.
2. Ibu Fitri Amelia, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Dr. Indang Dewata, M.Si dan Ibu Fitri Amelia, M.Si, Ph.D selaku dosen penguji.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
6. Orang tua penulis yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan proposal ini.
7. Teman-teman Kimia 2017 yang telah memberikan semangat dan dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan proposal ini.

Semoga dengan bimbingan dan bantuan yang bapak, ibu dan teman-teman berikan dapat menjadi amal kebaikan dan memperoleh balasan yang baik dari

Allah SWT. Penulis menyadari bahwa proposal ini masih belum sempurna. Untuk kesempurnaan proposal ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, September 2021

Nurhafizah Azwir

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Asam Urat	7
B. Molecularly Imprinted Polymers (MIPs)	11

C. Polimerisasi	15
D. Karakterisasi MIPs.....	19
BAB III	22
METODE PENELITIAN.....	22
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
B. Subjek dan Objek Penelitian	22
C. Variabel Penelitian.....	22
D. Alat dan Bahan	23
E. Prosedur Penelitian	23
BAB IV	30
PEMBAHASAN	30
A. Sintesis dan Karakterisasi Membran MIPs	30
B. Optimasi Daya Serap Membran Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) ...	36
C. Adsorpsi Asam Urat dalam Sampel Darah	43
BAB V	45
PENUTUP	45
A. Kesimpulan.....	45
B. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.Asam Urat	7
Gambar 2.Reaksi Pembentukan Asam Urat	8
Gambar 3.Skema Pembentukan Secara Non-kovalen dan Kovalen.....	13
Gambar 4.Skema Sintesis MIP	14
Gambar 5.Proses Sintesis MIPs Asam Urat dengan Monomernya Asam Metakrilat (MAA).....	15
Gambar 6.Mekanisme Photopolimerisasi dengan Pembentukan Radikal Bebas, Kation dan Anion dari Monomernya	18
Gambar 7.Mekanisme Photopolimerisasi yang Menggunakan Bahan Inisiasi	19
Gambar 8.Skema Instrumen FTIR.....	20
Gambar 9.Tahapan Polimerisasi Asam Metakrilat	32
Gambar 10.Desain Sintesis Membran MIPs-Asam Urat	33
Gambar 11.Hasil Analisa Spektrofotometer Infra Merah (FTIR)	34
Gambar 12.Reaksi Senyawa Asam Urat dengan AgNO ₃	37
Gambar 13. Mekanisme Reaksi Reduksi ion Ag ⁺ menjadi Ag ⁰ oleh Asam Urat	37
Gambar 14. Kurva Kalibrasi Standar Asam Urat	38
Gambar 15. Kurva Jumlah Membran MIPs Optimum terhadap Penyerapan Asam Urat	40
Gambar 16. Kurva Waktu Optimum Penyerapan Asam Urat oleh Membran MIPs	41
Gambar 17. Kurva Optimasi pH Penyerapan Asam Urat oleh Membran MIPs ...	42

DAFTAR TABEL

Tabel 1.Jumlah Masa Asam Urat dan Volume MAA, EGDMA.....	24
Tabel 2.Interpretasi Spectra FTIR	35

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Metabolisme purin menghasilkan hasil akhir berupa asam urat (Yantina, 2016). Kadar asam urat di tubuh manusia tidak boleh berlebih. Metabolisme normal menghasilkan asam urat, sehingga setiap orang mempunyai asam urat di dalam tubuhnya. Purin yang banyak terkandung dalam makanan dan senyawa lain menjadi pemicu kelebihan asam urat di dalam tubuh. Asam urat yang terdapat dalam tubuh manusia terdiri dari asam urat endogen atau asam urat yang diproduksi sendiri oleh tubuh, dan asam urat eksogen atau asam urat yang berasal dari makanan. Sebagian besar asam urat yang dihasilkan di tubuh merupakan hasil dari metabolisme nukleotida purin endogen, *guanilic acid* (GMP), *inosinic acid* (IMP), dan *adenic acid* (AMP). Proses pembentukan dari asam urat endogen ini berdasarkan perubahan intermediat dari hipoxantin dan guanin menjadi xantin, yang selanjutnya dikatalis oleh enzim xantin oksidase dan menghasilkan hasil akhir asam urat (Yantina, 2016). Sebanyak 80-85% asam urat dihasilkan tubuh dan sisanya dari makanan yang dikonsumsi. Kadar asam urat normal wanita dewasa 2,5-5,7 mg/dl, pria dewasa 3,4-7,0 mg/dl dan anak-anak 2,8-4,0 mg/dl (Yantina, 2016).

Sangat penting untuk menentukan konsentrasi asam urat yang terlarut dalam urin dan darah manusia agar dapat mendiagnosis penyakit yang disebabkan oleh gangguan biosintesis purin atau katabolisme purin, seperti asam urat, hiperurisemia, sindrom *lesch-Nyhan*. Beberapa studi epidemiologi menunjukkan

bahwa produksi asam urat berlebih dalam serum manusia juga merupakan faktor resiko penyakit kardiovaskular (Usman Ali et al., 2011). Oleh karena itu, sangat diperlukan analisa terhadap penentuan kadar asam urat dalam tubuh manusia sebagai pengontrol kesehatan terhadap jumlah kandungan asam urat agar tidak berlebih dan melampaui ambang batasnya, sehingga akan menimbulkan gangguan kesehatan. Sehingga diperlukan metoda analisis yang tepat untuk menentukan kadar asam urat.

Beberapa metoda telah dilakukan dalam penentuan konsentrasi asam urat. Salah satu metoda yang umum dan paling banyak digunakan ialah metoda spektrofotometri. Metoda ini didasarkan pada serapan maksimum enzim terhadap suatu substrat (Mateo et al., 2007). Metoda lain yang telah dilakukan dalam penentuan konsentrasi asam urat ialah metode *chemiluminescence* (Y. Zhao et al., 2009), *biosensor fluorescent* (Martinez-Pérez et al., 2003), kromatografi ion (F. Y. Zhao et al., 2011), dan *Glassy Carbon Electrode* (Liu et al., 2008). Beberapa kelemahan dari metoda ini yaitu membutuhkan biaya yang mahal, waktu yang lama, dan bahkan sulit dilakukan.

Penentuan konsentrasi asam urat umumnya juga dilakukan dengan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) (George et al., 2006), Kalorimetri menggunakan pereaksi enzimatik (Chen et al., 2005), dan metoda voltametri (Khasanah et al., 2013). Metoda analisa dengan menggunakan HPLC membutuhkan waktu analisa yang lama, perlakuan yang rumit, limit deteksinya yang tinggi (0,11 µg/ml) dan biaya yang tinggi (George et al., 2006). Sedangkan metoda kalorimetri ini memiliki sensitifitas yang rendah dan batas deteksi yang cenderung tinggi yaitu skala mM. Metoda voltametri memiliki beberapa kelebihan

dari beberapa metoda lain, yaitu preparasi sampelnya mudah, dapat digunakan untuk menentukan 4 sampai 6 unsur secara simultan, dan memiliki limit deteksi yang rendah (hingga konsentrasi 10^{-10} M) (Khasanah, 2016). Namun metoda voltametri ini juga memiliki kelemahan, yaitu senyawa lain dengan potensial oksidasi yang mendekati asam urat pada berbagai elektroda yang digunakan dapat mengganggu. (Premkumar & Khoo, 2005).

Kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan telah mendorong banyak ilmuwan untuk menemukan cara mensintesis sebuah bahan yang sensitif terhadap suatu molekul target dalam sebuah sampel seperti asam urat. Hasil sintesis ini disebut sebagai *Molecularly Imprinted Polymers* (MIPs) (Wulff & Schauhoff, 2010). Aplikasi dari MIPs ini nantinya digunakan sebagai bahan pemisah yang bersifat sensitif dan selektif terhadap molekul asam urat untuk sensor.

Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) atau polimer tercetak molekul ialah salah satu metoda pemisahan, yang mana metoda ini sedang banyak digunakan. Hal ini karena telah tercetak molekul target pada pemisahan MIPs sehingga dapat digunakan lebih efektif dan spesifik (F. W. Handayani et al., 2013). Dalam jaringan polimer, analit (*template*) dijebakkan dan kemudian melalui proses ekstraksi *template* akan dihilangkan. Penghilangan *template* ini mengakibatkan cetakan pada polimer terbentuk dengan ukuran dan bentuknya sesuai dengan analit (Brüggemann, 2002). Pada metoda ini dilakukan berdasarkan prinsip polimerisasi yang melibatkan monomer fungsional, molekul taut silang (*crosslinker*), inisiator yang merupakan pengaktif radikal bebas, *template* dan pelarut (Khasanah, 2016). Kelebihan dari metoda ini diantaranya ialah bisa

bekerja di dalam berbagai media dan juga dapat meningkatkan selektivitas dan stabilitas elektroda (Lakshmi et al., 2006).

Ada dua jenis polimerisasi, yaitu polimerisasi adisi dan polimerisasi kondensasi. Polimerisasi adisi merupakan proses yang didahului dengan pembukaan ikatan rangkap monomer sehingga tidak kehilangan molekul-molekul sederhana. Sedangkan polimerisasi kondensasi ialah proses polimerisasi dengan unit yang berulang memiliki struktur yang berbeda dengan komponen penyusunnya. Salah satu metoda polimerisasi yang telah dilakukan adalah metoda *cooling-heating*. Metoda *cooling-heating* ialah metoda yang melibatkan proses pendinginan dan pemanasan pada saat polimerisasi. Kelebihan metoda ini adalah efektif dalam pembentukan rongga polimer (Nurhamidah et al., 2017), dan preparasi sampel yang sederhana (A. P. Leshchinskaya et al., 2016). Namun metoda ini membutuhkan waktu yang cukup lama dalam proses pembentukan polimer. Sehingga ditemukan metoda yang waktu pengerjaannya cepat dan preparasi sampelnya yang sederhana untuk sintesis MIPs yaitu dengan metode photopolimerisasi.

Metoda photopolimerisasi ialah proses pembentukan polimer yang memanfaatkan sinar ultraviolet (UV) pada proses polimerisasinya (Assiddiq S, Hasbi; Dinahkandy, 2017). Sinar ultraviolet (UV) ini berfungsi untuk mengaktifkan monomer menjadi radikal bebas. Radikal bebas ini kemudian akan bergabung membentuk rantai polimer (Fouassier et al., 2003). Sehingga pada penelitian ini MIPs akan disintesis dalam bentuk membran dengan mereaksikan *template* asam urat dengan monomer, *crosslinker*, dan inisiator yang diphotopolimerisasi dengan menggunakan sinar ultraviolet. Penelitian ini diberi

judul “**Optimasi Daya Serap Membran *Molecularly Imprinted Polymers* (MIPs) Terhadap Asam Urat**”.

B. Identifikasi Masalah

1. Jika mengkonsumsi makanan yang mengandung asam urat yang berlebih dalam tubuh dapat menyebabkan beberapa penyakit seperti gout, batu ginjal, dan sindrom *Lesch-Nyhan*.
2. Diperlukan metoda yang lebih efisien untuk penyerapan asam urat. Sehingga diharapkan metoda MIPs dapat digunakan sebagai metoda alternatif sebagai bahan penyerap asam urat.
3. Metoda yang telah digunakan untuk sintesis MIPs membutuhkan waktu yang lama, salah satunya yaitu metoda *cooling heating*. Sehingga diharapkan metoda photopolimerisasi ini menjadi metoda yang lebih efisien untuk sintesis membran MIPs.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

Agar peneliti lebih terfokus, maka peneliti membatasi masalah yaitu sintesis membran MIPs serta optimasinya sebagai penyerap asam urat.

D. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakterisasi membran MIPs asam urat hasil sintesis dengan metoda photopolimerisasi ?

2. Bagaimana kondisi optimum daya serap membran MIPs (jumlah MIPs, pH larutan asam urat, dan waktu penyerapan) terhadap asam urat ?
3. Bagaimana daya serap membran MIPs terhadap asam urat dalam sampel darah ?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengkarakterisasi membran MIPs asam urat hasil sintesis dengan metoda photopolimerisasi.
2. Mengetahui kondisi optimum daya serap membran MIPs (jumlah MIPs, pH larutan asam urat, dan waktu penyerapan) terhadap asam urat.
3. Mengetahui daya serap membran MIPs terhadap asam urat dalam sampel darah.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberian informasi mengenai sintesis membran *Molecularly Imprinted Polymers* (MIPs) asam urat dengan menggunakan metoda photopolimerisasi serta optimasi daya serap MIPs terhadap asam urat.
2. Sebagai bahan rujukan untuk penelti berikutnya terkait dengan MIPs asam urat.

BAB II

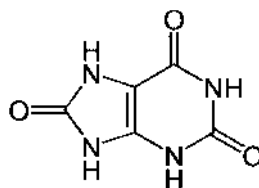
TINJAUAN PUSTAKA

A. Asam Urat

1. Definisi Asam Urat

Metabolisme purin menghasilkan produk akhirnya berupa asam urat. Kadar asam urat di tubuh tidak boleh berlebih. Setiap orang di dalam tubuhnya memiliki asam urat karena metabolisme normal menghasilkan asam urat (Yantina, 2016). Asam urat terbagi menjadi asam urat eksogen dan asam urat endogen. Asam urat eksogen adalah asam urat hasil pemecahan beserta sisa-sisa pembuangan bahan makanan yang mengandung nukleotida purin. Sedangkan asam urat endogen adalah asam urat dari tubuh yang memproduksi nukleotida purin. Asam urat endogen berasal dari metabolisme nukleotida purin endogen, adenosin, inosin, dan guanin. Di dalam hati, asam urat yang disintesis ini dikatalisis oleh enzim xantin oksidase. Kemudian asam urat yang telah disintesis di angkut oleh darah ke ginjal untuk difiltrasi, direabsorpsi sebagian, dieksresi sebagian dan akhirnya dieksresikan melalui urin (Silbernagl, 2006).

2. Sifat Fisika dan Kimia Asam Urat

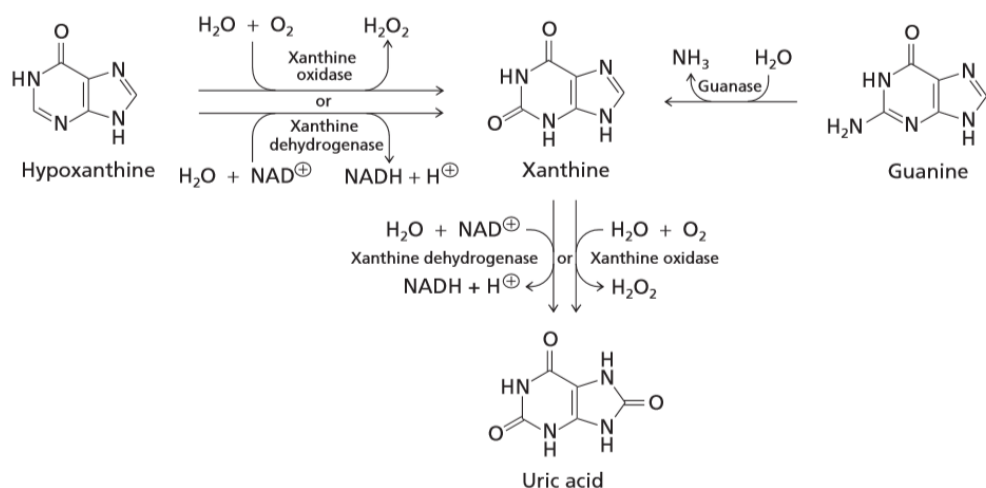


Gambar 1. Asam Urat

Gambar 1 merupakan struktur dari asam urat dengan rumus molekulnya yaitu $C_5H_4N_4O_3$. Asam urat adalah asam organik lemah dengan pK_a 5,75, yang

mana akan terionisasi menjadi ion urat di dalam darah dan jaringan pada pH normal. Garam monosodium urat (MSU) akan terbentuk dari 98% asam urat dan garam yang berasal dari ion urat dengan kation-kation yang ada. Kelarutan maksimum asam urat yaitu 6,8 mg per 100 mL pada suhu 37°C , namun pada suhu 30°C hanya sebesar 4,5 mg per 100 mL. Monosodium urat merupakan bentuk garam dari asam urat. Asam urat ini akan diekskresikan melalui urin dalam bentuk garamnya. Kelarutan urat hanya sekitar 15 mg/dL dalam pH normal (5,8) (Nabyuro, 2011).

3. Pembentukan Asam Urat



Gambar 2.Reaksi Pembentukan Asam Urat

Gambar 2 merupakan reaksi pembentukan asam urat. Asam urat yang disintesis oleh tubuh sebagian besar dihasilkan melalui metabolisme nukleotida purin endogen, *guanic acid* (GMP), *inosibic acid* (IMP), dan *adenic acid* (AMP). Prosesnya berlangsung melalui perubahan intermediet hipoxantin dan guanin menjadi xantin yang dikatalis oleh enzim xantin oksidase dengan produk akhirnya adalah asam urat (Yantina, 2016). Sekitar 80-85% asam urat diproduksi tubuh, dan sisanya dari makanan (Yantina, 2016).

4. Fungsi Asam Urat

Asam urat berperan sebagai asam dalam regenerasi sel dan juga sebagai antioksidan. Asam urat dibutuhkan dalam peremajaan sel. Ada banyak oksidan dan radikal bebas yang akan membunuh sel-sel tubuh kita saat tubuh kekurangan antioksidan. Kulit juga akan mudah kusam dan tidak sehat jika itu terjadi pada kulit. Manusia memperoleh antioksidan dari luar karena tidak dapat memproduksi antioksidannya sendiri, yaitu vitamin E dan vitamin C. Vitamin E dan Vitamin C bekerja dikulit sebagai penangkal radikal bebas dari luar tubuh, namun tubuh tidak dapat mensintesisnya sendiri, sehingga kita memerlukan suplemen dari luar. Hal ini bisa digantikan dengan terdapatnya asam urat di tubuh kita.

Kadar asam urat yang meningkat di dalam tubuh dapat diamati melalui *gout*. Gout disebabkan oleh sintesis asam urat yang berlebihan dalam tubuh, namun eksresinya di ginjal sedikit. Asam urat sebenarnya dibutuhkan tubuh untuk membentuk inti-inti sel. Jumlah yang dibutuhkan tubuh hanya sedikit. Hiperurisemia terjadi jika kadar asam urat di atas normal. Usia dan jenis kelamin menentukan kadar rata-rata asam urat di dalam darah manusia. Pria cenderung mengalami asam urat dibandingkan dengan perempuan. Hal ini karena perempuan memiliki hormon estrogen yang berperan dalam membantu pembuangan asam urat melalui urin. Oleh karena itu, kadar asam urat dalam tubuh perempuan lebih rendah dibandingkan pada pria karena tidak memiliki hormone estrogen. Selain itu kadar asam urat pada orang tua juga sedikit lebih tinggi karena usia juga mempengaruhi kadar asam urat (Sustrani, 2006).

Kadar asam urat dalam serum laki-laki sebelum pubertas sekitar $\pm 3,5$ mg/dL (35 ppm) dan setelah pubertas kadarnya menjadi $\pm 5,2$ mg/dL (52 ppm). Sedangkan kadar asam urat pada perempuan tetap rendah, tapi setelah menginjak

pramanopause kadarnya meningkat menjadi 4 mg/dL (40 ppm) dan setelah monopause kadarnya meningkat lagi menjadi 4,7 mg/dL (47 ppm). Pada usia ini tidak boleh mengonsumsi makanan berkalori tinggi secara berlebih (Sci, 2007). Jika kadar asam urat sudah mencapai lebih dari 12 mg/dL akan menyebabkan terjadinya gangguan asam urat.

Hiperurisemia berkaitan dengan metabolisme purin dan asam urat. Hal ini karena kelainan dari metabolisme purin dan asam urat yang dapat menyebabkan penyakit tersebut (Murray, 2009). Hiperurisemia dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan dari penyebabnya tersebut. Pertama disebut sebagai hiperurisemia primer, yang mana peningkatan dari konsentrasi asam urat di dalam tubuh merupakan akibat dari menurunnya ekskresi asam urat yang penyebabnya tidak diketahui. Kedua disebut sebagai hiperurisemia sekunder, yang mana peningkatan konsentrasi asam urat yang berlebih atau penurunan ekskresi asam urat yang diakibatkan adanya penyakit lain dan juga karena adanya terapi obat-obatan tertentu (Price, 2005).

Beberapa studi telah menggambarkan bahwa kadar asam urat yang terlarut dalam urin dan darah manusia dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit. Penyakit itu disebabkan oleh gangguan biosintesis purin dan katabolisme purin, seperti asam urat, hiperurisemia, sindrom lesch-Nyhan. Beberapa studi epidemiologi juga menunjukkan bahwa produksi asam urat berlebih dalam serum manusia juga merupakan faktor risiko penyakit kardiovaskular (Usman Ali et al., 2011).

B. Molecularly Imprinted Polymers (MIPs)

Molecular Imprinting adalah sebuah teknologi baru yang memungkinkan untuk bahan dengan situs reseptor yang sangat spesifik terhadap molekul target. Polimer disiapkan dengan adanya molekul target itu sendiri sebagai templatennya. *Template* akan berinteraksi dengan monomer fungsional sebelum dihubungkan oleh *crosslinker* pada proses polimerisasi. Situs pengikatan spesifik yang melengkapi analit target dihasilkan setelah *template* dihapus dari polimer padat (Lok & Son, 2009).

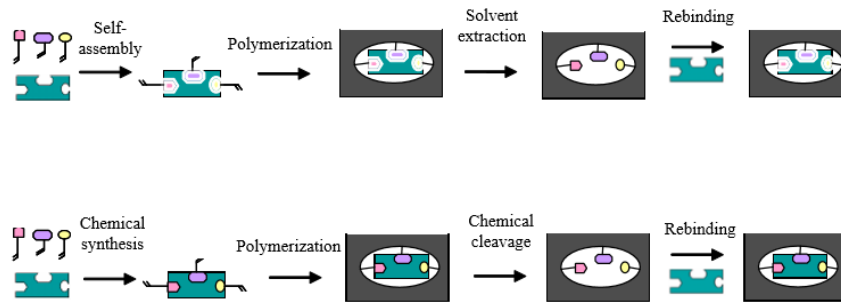
Molecularly Imprinted polymer (MIP) adalah sebuah polimer yang memiliki rongga. Rongga pada polimer tersebut dihasilkan dari pembuangan *template* (Vasapollo et al., 2011). Proses pembuangan *template* yang baik dan tepat akan menghasilkan MIP yang lebih optimal. MIP optimal itu ialah MIP yang memiliki banyak rongga. Karena banyaknya rongga dan kandungan dari *template* ini akan memberikan pengaruh pada sensitifitas dan selektifitas dari MIP saat mendeteksi target.

MIP memiliki beberapa keunggulan seperti memiliki selektifitas dan afinitas yang tinggi, memiliki stabilitas tinggi, dan persiapan sampel yang mudah (Piletsky et al., 2006). MIP juga dapat digunakan berulang kali tanpa kehilangan aktivitas dengan kekuatan mekanik tinggi dan tahan lama terhadap media kimiawi yang keras, panas, dan tekanan (Lavignac et al., 2004). Perlakuan panas mengungkapkan bahwa polimer tahan panas dan mampu mempertahankan afinitas kimianya, karena MIP tidak akan menurun hingga suhu 150°C (Svenson & Nicholls, 2001).

Molecularly Imprinted Polymer (MIP) ini dapat disintesis dengan mereaksikan polimer dengan *template* dan kemudian *template* dikeluarkan dari polimer sehingga membentuk cetakan yang spesifik. Teknik ini mempunyai banyak kelebihan di antaranya biaya yang diperlukan tidak mahal, polimer yang dihasilkan selektif, dan dapat bekerja di dalam berbagai media (Yan & Ramström, 2004).

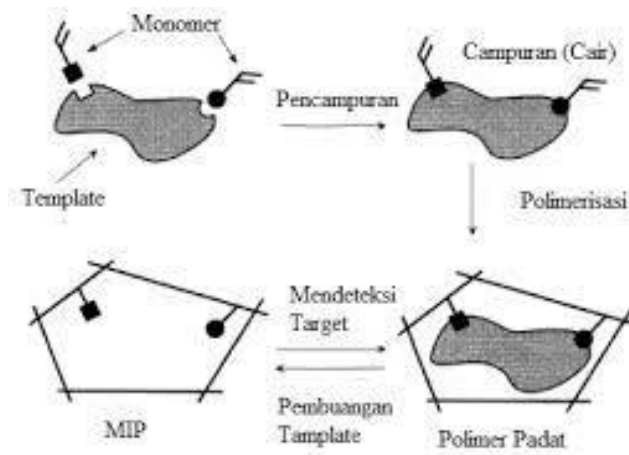
Dalam proses pembuatan MIP terdapat beberapa metoda, yaitu pendekatan kovalen dan pendekatan non-kovalen. Pendekatan kovalen (praterorganisir) diperkenalkan oleh wulff dan rekannya (1972). Pada pendekatan kovalen ini, sebelum proses polimerisasi monomer fungsional dan *template* disini terikat satu sama lain melalui ikatan kovalen. Selanjutnya baru polimerisasi konjugat kovalen. Setelah polimerisasi *template* akan dihilangkan dengan pemutusan ikatan kovalennya, kemudian ikatan kovalen ini akan terbentuk kembali setelah pengikatan kembali molekul target (Lok & Son, 2009).

Sedangkan pendekatan non-kovalen didasarkan pada pembentukan interaksi non-kovalen yang relatif lemah (misalnya ikatan hidrogen, interaksi elektrostatik, interaksi hidrofobik, gaya van der Waals dan ikatan dipol-dipol) antara *template* dan monomer fungsional sebelum polimerisasi. Pendekatan non-kovalen merupakan salah satu metode yang sangat banyak digunakan untuk sintesis MIP, karena kesederhanaan dan ketersediaan monomer yang dapat berinteraksi dengan hampir semua jenis *template*. Metoda non-kovalen ini mudah untuk dilakukan dan pemindahan *template* dapat dilakukan hanya melalui ekstraksi pelarut. Namun, jika dilihat dari kekuatan pencetakan, pendekatan kovalen jauh lebih baik dari pada pendekatan non-kovalen (Lok & Son, 2009).



Gambar 3. Skema Pembentukan Secara Non-kovalen dan Kovalen

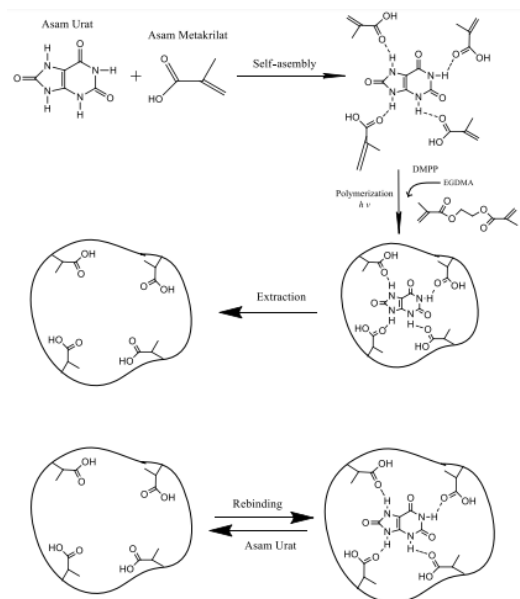
Dalam sintesis MIP, untuk mendapatkan rongga yang sangat spesifik, pemilihan monomer yang tepat adalah sangat penting. Monomer fungsional yang sering digunakan di sini biasanya adalah kelompok asam karboksilat seperti asam akrilat, asam metakrilat, dan asam *vinilbenzoic*. Monomer yang baik ini dapat dilihat dari kekuatan mengikatnya dan sifat interaksi antara molekul template-monomer. Monomer yang baik untuk sintesis MIPs yaitu MAA (asam metakrilat), karena MAA stabil pada tekanan dan suhu ruang, mempunyai kemampuan yang baik untuk membentuk ikatan hidrogen serta donor dan akseptor proton pada ikatan hidrogen. *Template* dapat menentukan jumlah monomer yang terikat dengan molekul template. *Crosslinker* juga sangat penting dalam sintesis MIPs, fungsinya yaitu untuk mengendalikan morfologi dari matriks polimer, menstabilkan situs pengikat dan menjaga stabilitas mekanik pada matriks polimer untuk mempertahankan kemampuan pengenalan molekul (Sellergren, 1999).



Gambar 4. Skema Sintesis MIP

Pada Gambar 4 Terjadi pencampuran antara *template* dan monomer. Setelah proses pencampuran ini, monomer dan *template* ini akan berikatan dalam bentuk cair. Selanjutnya akan terjadi proses polimerisasi sehingga membentuk padat. Selanjutnya *template* dalam bentuk padat akan dihilangkan dari polimer ini hingga membentuk rongga. Polimer yang memiliki rongga inilah yang disebut sebagai *Membran Imprinted Polymer* (MIP).

Pembuatan MIP terdiri dari 3 tahap yaitu tahap pertama dimulai dengan pembentukan kompleks antara molekul target (*template*) dan gugus fungsi dari monomer. Selanjutnya akan terjadi kopolimerisasi antara kompleks yang terbentuk dengan *crosslinker*. Kemudian terjadi reaksi polimerisasi dan penghilang *template* dari polimer dengan cara ekstraksi ataupun cara lain (Komiyama *et al.*, 2003). Pada reaksi polimerisasi ini *crosslinker* digunakan untuk membuat ikatan antara rantai polimer dengan polimer yang lain. Sedangkan inisiator digunakan untuk meningkatkan kecepatan polimerisasi. Satu molekul asam urat dapat mengikat empat monomer fungsional.



Gambar 5. Proses Sintesis MIPs Asam Urat dengan Monomernya Asam Metakrilat (MAA)

C. Polimerisasi

Makromolekul yang tersusun dari unit-unit molekul sederhana yang tersusun berulang-ulang disebut sebagai polimer. Polimer pada dasarnya terdiri dari 2 jenis, yaitu polimer alam dan polimer buatan (sintetik) (Budianto dan Sarwono, 2008).

Polimerisasi merupakan proses terbentuknya polimer dari monomer-monomernya. Polimer dengan susunan ulang tertentu akan dihasilkan dari reaksi ini. Terdapat 2 jenis polimerisasi, yaitu polimerisasi adisi dan polimerisasi kondensasi. Polimerisasi adisi merupakan proses polimerisasi yang hanya terjadi pada senyawa yang mempunyai ikatan rangkap. Polimerisasi adisi ini dimulai dengan membuka ikatan rangkap monomer sehingga tidak kehilangan molekul-molekul sederhana. Sedangkan polimerisasi kondensasi adalah proses polimerisasi dengan unit berulang yang memiliki struktur yang berbeda dengan komponen penyusunnya (P. A. Handayani, 2010). Polimerisasi kondensasi ini

terjadi antara 2 molekul yang memiliki 2 atau lebih gugus fungsi yang bereaksi dan disertai dengan terbentuknya molekul kecil seperti H_2O (Cowd, 1991).

Proses dari polimerisasi itu sendiri akan menentukan jenis polimer yang akan dihasilkan. Terdapat banyak metode yang bisa kita gunakan untuk proses polimerisasi, di antaranya adalah metode *cooling-heating*, metode hidrotermal, metode ruah, metode endapan, metode suspensi, metode emulsi, dan metode photopolimerisasi. Metode polimerisasi *cooling-heating* ialah metode yang menggunakan proses *cooling* (pendinginan) dan *heating* (pemanasan) pada proses polimerisasinya. Proses *cooling* atau pendinginan pada metoda ini mempengaruhi proses polimerisasi dengan cara memperlambat reaksi antara senyawa yang ada di dalam larutan dengan oksigen. Sedangkan proses *heating* atau pemanasan ini akan membantu mempercepat pembentukan polier padatan, yang mana proses ini dilakukan secara bertahap (Aprilia, 2020). Waktu yang digunakan pada metode *cooling-heating* ini sangat efektif dibandingkan penelitian yang menggunakan aliran nitrogen pada larutan prapolimer yang selanjutnya diletakkan pada *water bath* atau *oil bath* (Nurhamidah et al., 2017).

Metode polimerisasi ruah ialah metode konvensional untuk sintesis MIP-SPE, yang mana pada hasil dari sintesis ini dihaluskan dan diayak untuk mendapatkan ukuran partikel sesuai dengan keinginan. Pada metode ini juga terdapat kelemahan seperti kurang terjaminnya kehomogenan ukuran partikel yang didapat (Pitaloka et al., n.d.). Sedangkan metode polimerisasi endapan dikenal sebagai proses yang efektif dan tidak membutuhkan tambahan surfaktan untuk memproduksi MIP-SPE yang berukuran mikro atau nano dalam pelarut organik (Lai et al., 2007). Perbedaan yang paling mendasar dari metoda

polimerisasi ruah dan metoda polimerisasi endapan ini adalah pada jumlah volume pelarut (porogen) yang digunakan. Metoda polimerisasi endapan memerlukan volume lebih besar dalam media polimerisasi dibandingkan dengan metoda ruah (Haginaka, 2008).

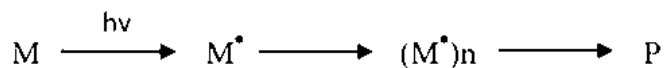
Metode polimerisasi suspensi ialah metoda yang menghasilkan partikel berbentuk granula. Metode suspensi ini melibatkan polimerisasi monomer radikal di dalam medium dispersi yang menghasilkan polimer suspensi dengan ukuran rata-rata partikel yang bervariasi dari 150 nm hingga ratusan mikrometer. Di sini partikel polimer dibentuk langsung dari tetesan monomer yang terdispersi di dalam air dan distabilkan oleh polimer organik yang larut dalam air. Ukuran partikel monomer yang terbentuk dalam suspensi ditentukan oleh tetesan monomer dalam emulsi awal, bergantung pada kondisi pencampuran, nilai tegangan antar muka (dikontrol oleh sifat stabilizer dan monomer dan efisiensi inisiasi). Polimerisasi suspensi memiliki dua tahap utama, yaitu pembentukan partikel monomer dan polimerisasi monomer di dalam partikel. Metode polimerisasi suspensi ini memiliki banyak keuntungan, seperti mudahnya penghilangan panas, persiapan sampel yang sederhana, dan kemungkinan memperoleh polimer bermassa molekul tinggi dalam bentuk butiran dengan ukuran partikel yang bervariasi (Anastasia P. Leshchinskaya et al., 2013).

Polimerisasi dengan metoda photopolimerisasi menggunakan sinar ultra violet (UV) untuk membantu pengaktifan monomer menjadi radikal bebas atau ion untuk memulai terjadinya proses polimerisasi. Polimerisasi dengan metoda photopolimerisasi ini dapat dilakukan pada berbagai suhu, karena proses inisiasi relatif tidak menggunakan suhu (Clapper et al., 2008). Selain itu, kelebihan dari

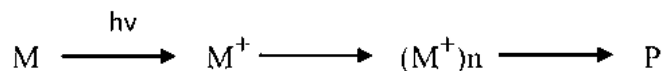
metode photopolimerisasi ini adalah prosesnya lebih cepat, biaya yang dibutuhkan juga tidak terlalu tinggi, dan ramah lingkungan.

Prinsip dasar dari proses photopolimerisasi ini ialah penyerapan cahaya oleh monomer saat disinari dengan sinar ultra violet (UV), sehingga akan dihasilkan beberapa monomer aktif seperti radikal bebas, kation, dan anion yang akan bergabung secara ikatan kimia untuk membentuk rantai polimer. Agar reaksi pempolimeran yang terjadi lebih mudah, perlu ditambahkan bahan inisiasi yang sensitif terhadap sinar UV (Fouassier et al., 2003). Bahan inisiasi yang telah digunakan untuk sintesis polimer dengan metode photopolimerisasi ini ialah 2,2-dimetoksi-2-fenilasetofenon (Futra et al., 2016). Bahan inisiasi ini akan dengan mudah membentuk radikal bebas jika disinari dengan sinar UV, dan akan bereaksi dengan monomer. Kemudian reaksi antara radikal bebas dengan monomer akan membentuk polimer (Fouassier et al., 2003).

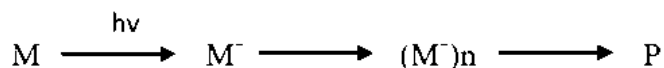
Pempolimeran radikal :



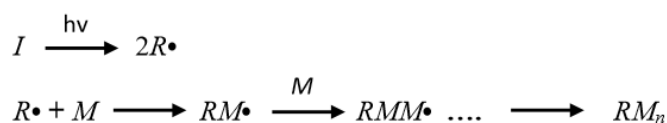
Pempolimeran kation :



Pempolimeran anion ;



Gambar 6.Mekanisme Photopolimerisasi dengan Pembentukan Radikal Bebas, Kation dan Anion dari Monomernya (Fouassier et al., 2003)



Gambar 7. Mekanisme Photopolimerisasi yang Menggunakan Bahan Inisiasi
(Sperling, 2006)

D. Karakterisasi MIPs

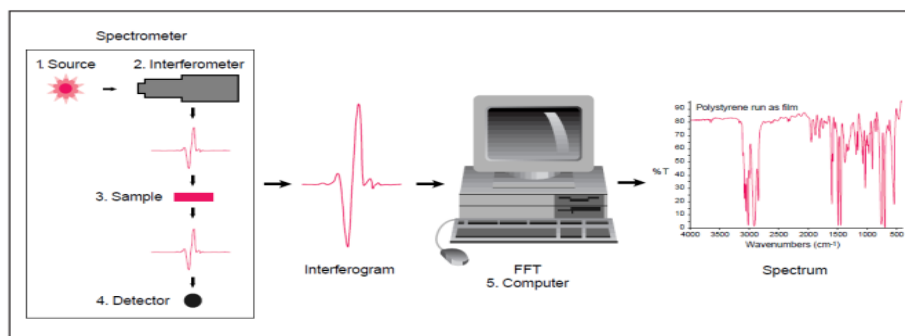
1. FTIR (Fourier Transform Infrared)

Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) dapat dikarakterisasi dengan menggunakan spektrofotometri infrared. FTIR (*Fourier Transform Infrared*) berfungsi untuk melihat gugus fungsi yang terkandung di dalam *Molecularly Imprinted Polymers* (MIPs) hasil sintesis. *Fourier Transform Infrared* memberikan informasi yang sangat mendasar tentang struktur molekul komponen organik dan anorganik, dan merupakan salah satu teknik analisis paling serbaguna untuk karakterisasi kimia. Spektrofotometri infrared memberikan spektrum IR jauh lebih cepat dibandingkan dengan spektrofotometri tradisional (Mohamed et al., 2017).

Beberapa kelebihan dari menggunakan spektrofotometri FTIR ini dibandingkan dengan spektrofotometri dengan metode konvensional di antaranya adalah sensitivitas dari FTIR ini adalah 80-200 kali lebih tinggi dari instrumentasi dispersi standar karena resolusinya juga lebih tinggi (Razi, 2012). Metode spektrofotometri FTIR memiliki sensitivitas yang tinggi dibandingkan dengan cara dispersi. Hal ini karena radiasi yang masuk ke sistem detektor ini lebih banyak karena tidak melewati celah (*slitless*) (Giwangkara S, 2012).

Prinsip kerja dari FTIR ialah celah pada sampel akan dilalui oleh infrared, yang mana celah ini sebagai pengontrol jumlah dari energi yang diteruskan ke sampel. Selanjutnya sampel akan menyerap sebagian infrared dan sebagiannya lagi ditransmisikan pada permukaan sampel yang menyebabkan infrared masuk ke detektor. Sinyal yang telah diukur selanjutnya di kirim ke komputer (Therno,

2001). Ada tiga teknik pengukuran dengan FTIR, yaitu *Photo Acoustic Spectroscopy* (PAS), *Attenuated Total Reflectance* (ATR), dan *Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform* (DRIFT). Semua teknik ini mempunyai spectrum vibrasi molekul masing-masing. Metode dari pembacaan spectrum vibrasi molekul terdiri dari metode reflektansi dan metode transmisi. Teknik khusus diperlukan pada persiapan sampel pada metode transmisi yaitu diharuskan berbentuk pellet disk. Pada spektroskopi infrared sebagian radiasi inframerah akan diserap oleh sampel dan sebagiannya lagi akan dilewatkan (ditransmisikan). Adapun skema kerja dari FTIR dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 8. Skema Instrumen FTIR

Saat suatu sampel dilewati oleh radiasi infra merah, maka molekulnya akan menyerap energy dan terjadi transisi antara tingkat vibrasi dasar dan tingkat vibrasi tereksitasinya. Spektrum yang terbentuk pada FTIR akan memberikan informasi tentang gugus fungsi suatu molekul (Puspitasari 2012).

2. Spektrofotometer UV-VIS

Spektrofotometer UV-VIS ialah gabungan dari spektrofotometer UV dan Visible. Spektrofotometer sinar tampak (UV-VIS) merupakan penghitungan energi cahaya oleh suatu sistem kimia dengan menggunakan panjang gelombang tertentu. Sinar UV memiliki panjang gelombang pada rentangan 200–400 nm, sedangkan sinar tampak (*visible*) memiliki panjang gelombang pada 400–750 nm

(Yildiz et al., 2019). Pengukuran dengan Spektrofotometri UV-Vis ini menggunakan energi elektronik yang cukup besar terhadap molekul yang akan dianalisa. Oleh karena itu, penggunaannya dalam analisa kuantitatif lebih banyak dari pada kualitatif.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Membran MIPs asam urat hasil sintesis berdasarkan karakterisasinya menunjukkan bahwa membran MIPs selektif terhadap molekul asam urat.
2. Kondisi optimum penyerapan pada membran MIPs dapat menyerap molekul asam urat dengan jumlah membran MIPs sebanyak 0,08 gram dengan waktu kontak 24 jam dengan pH optimum larutan asam urat 7,57.
3. Membran MIPs asam urat dapat menyerap molekul asam urat dalam darah manusia dengan % daya serap 24,6 %.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dari penelitian ini yaitu pengaplikasian membran hasil sintesis ke sensor.
2. Perlu dilakukan pemilihan pelarut untuk mengekstrak *template* yang tepat sehingga rongga yang terbentuk lebih maksimal.
3. Perlu dilakukan sintesis membran MIPs dengan monomer dan *template* yang lain agar dapat mengidentifikasi berbagai macam molekul.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Rahmad H, S. (2017). Aplikasi Mip (Molecularly Imprinted Polymer) Dengan Metanol Sebagai Ekstraktan Template Dalam Sintesisnya Untuk Penentuan Kadar Methanol As the Template Extractan Synthesis To Determination of Caffeine Content. *Jurnal Kimia Dasar*, 6(2), 45–52.
- Ahmad, Nabyluro'y R. 2011. Cara Mudah Mencegah Mengobati Asam Urat dan Hipertensi. Jakarta : Dinamikamedia.
- Alula, M. T., Lemmens, P., Bo, L., Wulferding, D., Yang, J., & Spende, H. (2019). Preparation of silver nanoparticles coated ZnO/Fe₃O₄ composites using chemical reduction method for sensitive detection of uric acid via surface-enhanced Raman spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 1073, 62–71.
- Amjadi, M., Hallaj, T., & Nasirloo, E. (2020). In situ formation of Ag/Au nanorods as a platform to design a non-aggregation colorimetric assay for uric acid detection in biological fluids. *Microchemical Journal*, 154(January), 104642.
- Aprilia, S. (2020). Pengaruh Milling Terhadap Karakteristik Molecularly Imprinted Polymer Karbaril (C₁₂H₁₁No₂). *Journal Online of Physics*, 5(2), 1–5.
- Assiddiq S, Hasbi; Dinahkandy, I. (2017). *Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan ARTICLE*. 7(1), 1–6.