

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL
MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER (MIPs)
DENGAN METODA PHOTOPOLIMERISASI
SEBAGAI BAHAN PENYERAP
ASAM URAT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:

WILLY DRYA PUSPA

16036054/2016

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2020**

PERSETUJUAN SKRIPSI

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL
MOLECULARLY IMPRINTED POLYMERS (MIPs)
DENGAN METODE PHOTOPOLIMERISASI
SEBAGAI BAHAN PENYERAP
ASAM URAT**

Nama : Willy Drya Puspa

NIM : 16036054

Program Studi : Kimia

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 17 Mei 2020

Mengetahui

Ketua Jurusan Kimia



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

NIP. 19700902 1998011 002

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing



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

NIP. 19700902 1998011 002

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Program Studi Kimia Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Padang

Judul : Sintesi dan Karakterisasi Nanopartikel *Molecularly Imprinted Polymers* (MIPs) dengan Metode Photopolimerisasi sebagai Bahan Penyerap Asam Urat

Nama : Willy Drya Puspa

TM/NM : 2016/16036054

Program Studi : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 17 Mei 2020

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
1. Ketua	: Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D	 _____
2. Anggota	: Dr. Indang Dewata, M.Si	 _____
3. Anggota	: Fitri Amelia, M.Si, Ph.D	 _____

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Willy Drya Puspa
TM/NIM : 2016/16036054
Tempat/Tanggal lahir : Padang, 23 Mei 1998
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Alamat : Jl. Aur Duri No 77 G, Kel. Parak Gadang Timur, Kec. Padang Timur, Kota Padang
No. Hp/telpon : 085284840624
Judul Skripsi : **Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel *Molecularly Imprinted Polymers* (MIPs) dengan Metode Photopolimerisasi sebagai Bahan Penyerap 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, penelitian dan artikel review yang dilakukan 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 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 nomor yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 17 Mei 2020
Yang Membuat Pernyataan



Willy Drya Puspa
NIM : 16036054

**Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Molecularly Imprinted Polymers (MIPs)
dengan Metode Photopolimerisasi sebagai
Bahan Penyerap Asam Urat**

Willy Drya Puspa

ABSTRAK

Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) merupakan suatu polimer yang dapat melakukan pemisahan molekul target dari sampel, dengan selektivitas dan sensitifitas yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakterisasi, pengaruh massa, waktu dan pH serta aplikasi dari MIPs asam urat. MIPs disintesis menggunakan metode photopolimerisasi dengan sinar *Ultra-violet* sebagai pengaktif radikal bebas. Penentuan kadar asam urat diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dalam larutan dan Easy Touch QCU dalam darah. Berdasarkan hasil penelitian analisa spektrum FTIR menunjukkan bahwa karakterisasi spektra inframerah dari MIPs tidak ditemukan bahwa adanya puncak serapan oleh gugus N-H pada, sedangkan MIPs-re-ekstraksi menunjukkan intensitas yang tinggi terhadap gugus C-N. Berdasarkan review artikel karakterisasi MIP dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*), MIP memiliki bentuk sferik dengan ukuran partikel 2,0 μm dan hasil analisa spektrum FTIR menunjukkan bahwa karakterisasi spektra inframerah dari MIPs tidak ditemukan adanya puncak serapan oleh gugus N-H, sedangkan pada NIP terdapat puncak serapan gugus N-H di daerah $1450,52\text{ cm}^{-1}$. Pengaruh variasi massa MIPs terhadap daya serap molekul asam urat maksimum diperoleh sebesar 12 mg dengan waktu 3 jam pada pH 6. Rata-rata penyerapan MIPs terhadap asam urat dalam darah manusia yaitu 90%, hal ini menunjukkan rongga dan gugus aktif MIPs mampu menyerap molekul asam urat secara selektif.

Katakunci : MIPs, photopolimerisasi, FTIR, SEM dan asam urat

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi ini dengan judul **Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Molecularly Imprinted Polymer (MIPs) dengan Metode Photopolimerisasi sebagai Bahan Penyerap Asam Urat**. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi mata kuliah Tugas Akhir 2 di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Seluruh pendanaan dalam penelitian yang akan dibiayai melalui dana penelitian pembimbing. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan, dorongan dan nasehat kepada :

1. Bapak Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang, Dosen Pembimbing dan Penasehat Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Umar Kalmar Nizar, M.Si, Ph.D selaku Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNP dan dosen pembahas.
3. Ibu Fitri Amelia, M.Si, Ph.D selaku dosen pembahas
4. Seluruh Dosen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang yang telah memberikan pengajaran selama penulis menempuh pendidikan di bangku perkuliahan.
5. Kedua orang tua Bapak Nofrizal dan Ibu Zulhelmi dan seluruh keluarga yang selalu memberikan kasih sayang, do'a dan dukungan kepada penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
6. Teman-teman satu kelompok penelitian yang telah bekerjasama dengan baik dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Teman-teman Kimia angkatan 2016 yang selalu ada dalam suka dan duka.

8. Abang, kakak serta adik-adik jurusan kimia yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Padang, 10 Mei 2020

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Willy Drya Puspa' with a stylized flourish at the end.

Willy Drya Puspa

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Perumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Asam Urat	6
B. MIPs (<i>Molecularly Imprinted Polymers</i>)	12
C. Proses Photopolimerisasi.....	21
D. Karakterisasi MIP	23
E. Analisa Asam Urat	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
B. Subjek dan Objek Penelitian	28
1. Subjek Penelitian	28
2. Objek Penelitian.....	28
C. Variabel Penelitian	28

1. Variabel Bebas	28
2. Variabel Kontrol	28
3. Variabel Terikat	28
D. Tahapan Penelitian Secara Umum	28
E. Alat dan Bahan	29
1. Alat.....	29
2. Bahan	29
F. Prosedur Penelitian	29
1. Sintesis Molecularly Imprinted Polymers (MIPs)	29
2. Karakterisasi MIP-Asam Urat.....	30
3. Uji Daya Serap MIPs terhadap Asam Urat	31
4. Uji Daya Serap Asam Urat dari dalam Sampel Darah.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. Sintesis Molecularly Imprinted Polymers (MIPs)	35
B. Uji Daya Serap MIPs terhadap Asam Urat	39
a. Analisis Ekstraksi dan Penyerapan Asam Urat dari MIPs	39
C. Karakterisasi MIPs Asam Urat menggunakan SEM	46
D. Uji Daya Serap MIPs terhadap Asam Urat	49
a. Preparasi Kurva Standar Asam Urat dengan Spektrofotometer UV-Vis	49
b. Pengaruh massa MIPs terhadap Penyerapan Asam Urat	51
c. Pengaruh Waktu Perendaman terhadap Penyerapan Asam Urat	53
d. Pengaruh pH terhadap Penyerapan Asam Urat.....	54
D. Uji Daya Serap Asam Urat dari dalam Sampel Darah.....	56
BAB V PENUTUP	57
A. Kesimpulan	57
b. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58

Lampiran 1. Skema Kerja Secara Umum	65
1. Sintesis Non Imprinted Polymer (NIP)/ non asam urat sebagai polimer referensi.....	65
2. Sintesis MIP-asam urat	66
Lampiran 2. Prosedur Kerja.....	67
A. Skema Kerja Preparasi MIP	67
a. Sintesis MIP dan Karakterisasinya.....	67
b. Uji Daya Serap MIP terhadap Asam Urat.....	67
c. Pengaruh Daya Serap MIP terhadap Asam Urat.....	68
B. Adsorpsi Asam Urat dalam Sampel Darah	69
Lampiran 3. Jadwal dan Anggaran Biaya Penelitian	70
A. Jadwal Penelitian.....	70
B. Anggaran Biaya Penelitian.....	70
Lampiran 4. Perhitungan Bahan	71
a. Asam Urat	71
b. Asam Metakrilat.....	71
c. EGDMA	72
d. DMPP.....	72
e. SDS	72
f. Air.....	72
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	73

DAFTAR TABEL

Table 1. Perbedaan Ikatan Kovalen dan non Kovalen.....	16
Table 2. Perbandingan jumlah zat untuk sintesis MIPS	29
Table 3. Preparasi Kurva Standar Asam Urat dengan reagen diazotised 4-nitroaniline.....	32
Table 4. Interpretasi spektra FTIR MIPS menggunakan 2 mol monomer fungsional	40
Table 5. Interpretasi spektra FTIR MIPS menggunakan 4 mol monomer fungsional	41
Table 6. Interpretasi spektra FTIR MIPS menggunakan 6 mol monomer fungsional	42
Table 7. Interpretasi spektra MIPS-PMMA	44
Table 8. Analisis asam urat dalam serum darah	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Asam Urat	6
Gambar 2. Proses Produksi Asam Urat.....	7
Gambar 3. Prinsip kerja MIPs.....	14
Gambar 4. Struktur EGDMA.....	18
Gambar 5. Proses Pembentukan Misel	19
Gambar 6. Mekanisme polimerisasi tanpa penambahan bahan inisiasi.....	23
Gambar 7. Mekanisme polimerisasi dengan penambahan bahan inisiasi.....	23
Gambar 8. Pewarna Brown-azo	27
Gambar 9. Tahap inisiasi pembentukan radikal inisiator.....	35
Gambar 10. Tahap inisiasi monomer	36
Gambar 11. Tahap propagasi	36
Gambar 12. Tahap terminasi.....	37
Gambar 13. Desain reaksi sintesis MIPs.....	38
Gambar 14. a. sebelum polimerisasi b. sesudah polimerisasi.....	39
Gambar 15. Hasil FTIR MIPs menggunakan 2 mol monomer fungsional.....	40
Gambar 16. Hasil FTIR MIPs menggunakan 4 mol monomer fungsional	41
Gambar 17. Hasil FTIR MIPs menggunakan 6 mol monomer fungsional	42
Gambar 18. Uji FTIR MIPs-PMMA.....	44
Gambar 19. Hasil uji SEM.....	46
Gambar 20. Hasil SEM NIPs (A. P. Leshchinskaya, 2016)	47
Gambar 21. Hasil SEM MIPs-20-10.....	47
Gambar 22. Hasil SEM MIPs-30-10.....	48
Gambar 23. Hasil SEM MIPs-40-10.....	48
Gambar 24. Hasil SEM MIPs-60-10.....	48
Gambar 25. Kurva standar larutan asam urat.....	49
Gambar 26. Grafik variasi massa MIPs	51
Gambar 27. Ilustrasi rongga MIPs	52
Gambar 28. Pengaruh waktu perendaman	53
Gambar 29. Grafik optimasi pH.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema kerja sintesis NIPs	65
Lampiran 2. Skema kerja sintesis MIPs.....	66
Lampiran 3. Skema kerja sintesi dan karakterisasi MIPs	67
Lampiran 4. Skema kerja ekstraksi dan penyerapan MIPs	67
Lampiran 5. Skema kerja analisis penyerapan asam urat	68
Lampiran 6. Skema kerja penentuan kurva kalibrasi.....	68
Lampiran 7. Skema kerja penentuan massa serapan optimum MIPs.....	68
Lampiran 8. Skema kerja penentuan waktu optimum	69
Lampiran 9. Skema kerja adsorpsi asam urat dalam sampel darah	69
Lampiran 10. Perhitungan bahan	71

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Asam urat adalah asam lemah yang dihasilkan dari metabolisme purin, baik endogen maupun eksogen. Basa nitrogen purin dan pirimidin dihasilkan dari pemecahan asam nukleat menjadi polinukleotida yang selanjutnya akan dipecah menjadi nukleotida. Basa nitrogen purin dan pirimidin akan mengalami degradasi atau diubah kembali menjadi nukleotida melalui proses “*the salvage pathways*” (Mandal & Mount, 2015). Pada manusia, asam urat menjadi produk terakhir katabolisme nukleotida purin, dikarenakan tidak adanya enzim urikase yang berfungsi dalam proses pengubahan asam urat menjadi alantoin. Asam urat berperan sebagai antioksidan, pelindung sel-sel otak dan juga berperan dalam menjaga tekanan darah (Liu, et al., 2019).

Pada umumnya asam urat masuk ke dalam tubuh berasal dari makanan. Kadar asam urat yang tinggi dapat disebabkan oleh makanan yang mengandung purin 200 mg/100 g (Kaneko, Aoyagi, Fukuuchi, Inazawa, & Yamaoka, 2014). Asam urat dapat berasal dari dua sumber yaitu sumber endogen dan sumber eksogen. Sumber endogen asam urat diperoleh dari dalam tubuh manusia. Asam urat dihasilkan dari perombakan protein/nukleoprotein. Sumber endogen asam urat diperoleh dari makanan yang mengandung nukleoprotein yang di dalam tubuh akan mengalami metabolisme dan menghasilkan basa nitrogen purin (Martsiningsih & Otnel, 2016).

Kadar asam urat dalam tubuh khususnya dalam serum merupakan indeks untuk menilai fungsi ginjal dan indentifikasi berbagai penyakit. Asam urat dalam serum menunjukkan kualitas ginjal. Konsentrasi asam urat dalam serum dianggap sebagai faktor dalam sindrom metabolisme (Mandal & Mount, 2015). Level normal asam urat dalam serum darah adalah 240-520 μM dan dalam urin sekitar 1,4-4,4 mM (Qian Tang, 2016). Kelebihan asam urat dapat menyebabkan Hyperuricemia, gagal ginjal kronis, hipertensi (Eckel, Groundy, & Zimmet, 2005), sindrom Lesch-Nyhan, *Severe Combined Immunodeficiency* (SCID), Von Gierke's disease.

Upaya pencegahan penyakit yang disebutkan diatas dapat dilakukan pengontrolan kadar asam urat melalui pemantauan, pemisahan dan penyerapan asam urat (Tang, et al., 2016). Penentuan kadar asam urat umumnya dilakukan dengan metode kalorimetri menggunakan pereaksi kimia atau melalui reaksi enzimatik (Chen, Chung, Hsu, Tsai, Kumar, & Zen, 2005), HPLC (George, Dipu, Mehra, Singh, Verma, & Ramgaokar, 2006) dan voltametri. Metode analisis secara kalorimetri memerlukan sekitar 2-3 mL darah, memiliki sensitivitas rendah dan limit deteksi yang relatif tinggi. Pada metode HPLC preparasi sampel rumit dan biaya operasional instrumen yang relatif mahal. Sedangkan kelemahan metode voltametri adalah adanya gangguan dari senyawa organik lain yang memiliki potensial oksidasi yang mendekati potensial oksidasi asam urat (Khasanah, Darmokoesoemo, & Widayanti, 2016).

Oleh sebab itu diperlukan metode yang lebih sederhana dan biaya yang murah namun tetap memberikan hasil yang akurat yaitu dengan menggunakan *Molecularly Imprinted Polymers* (MIPs) dimana metode ini dapat melakukan

pemisahan analit dengan cara menyerap molekul target (adsorben). Metoda MIPs memiliki kemampuan untuk menghasilkan cetakan yang spesifik terhadap analit dalam sampel. 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 ukuran dan sifat fisik yang sama dengan yang terbentuk.

Metode yang pernah digunakan dalam pembuatan MIPs adalah metode polimerisasi suspensi dan metode *cooling-heating*. Metode polimerisasi suspensi melibatkan polimerisasi radikal monomer dalam medium dispersi yang menghasilkan suspensi polimer. Kelebihan dari metode ini adalah preparasi yang sederhana (A. P. Leshchinskaya, 2016). Metode *cooling-heating* adalah metode yang menggunakan proses pendinginan dan pemanasan pada proses polimerisasi. Kelebihan metode ini adalah efektif dalam pembantukan rongga polimer (Nurhamidah, 2017). Namun kedua metode ini masih memiliki kelemahan seperti tidak efisien waktu dan proses pengerjaan yang sulit. Maka diperlukan suatu metoda sintesis MIPs dengan waktu pengerjaan yang relatif singkat dan preparasi sampel yang sederhana.

Metode photopolimerisasi adalah suatu metode yang melibatkan sinar UV pada proses polimerisasi. Pada saat photopolimerisasi terjadi penyerapan sinar oleh photoinisiator sehingga menghasilkan radikal bebas. Radikal bebas ini kemudian bergabung secara ikatan kimia membentuk rantai polimer. Kelebihan metode ini adalah efisien waktu (cepat), mudah untuk dikendalikan, biaya relatif murah dan ramah lingkungan (Fouassier, Allonas, & Burget, 2003).

Berdasarkan latar belakang di atas maka dikembangkanlah teknik MIPs asam urat yang secara khusus menjadi cetakan asam urat. MIPs asam urat ini diharapkan memiliki kemampuan deteksi kadar asam urat dengan selektifitas yang tinggi, akurat, stabil dan murah. Penelitian ini diberi judul ” **Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) dengan Metode Photopolimerisasi sebagai Bahan Penyerap Asam Urat**”

B. Identifikasi Masalah

Asam urat saat ini menjadi sumber penyakit yang memicu beberapa efek negatif bagi tubuh. Untuk mendeteksi asam urat dapat dilakukan melalui beberapa metode, akan tetapi metode analisa tersebut memiliki keterbatasan yaitu memerlukan waktu yang lama dalam melakukan analisis, preparasi sampel yang rumit, biaya operasional yang relatif mahal, memerlukan tahap pemisahan (ekstraksi) kembali,serta kemampuan dalam menyerap analit pada suatu sampel secara selektif. Oleh sebab itu diharapkan teknik MIPs asam urat ini dapat dijadikan cetakan untuk deteksi asam urat dengan selektifitas yang tinggi, akurat, stabil, dan hemat biaya.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

Agar peneliti lebih terfokus, maka peneliti membatasi masalah yaitu sintesis nanopartikel MIPs sebagai bahan penyerap asam urat.

D. Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana sintesis nanopartikel MIPs asam urat dengan metode photopolimerisasi?
2. Bagaimana respon optimasi nanopartikel MIPs asam urat dengan metode photopolimerisasi?
3. Bagaimana daya serap nanopartikel MIPs hasil sintesis terhadap asam urat dalam darah?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sintesis nanopartikel MIPs asam urat dengan metode photopolimerisasi.
2. Mengetahui respon optimasi nanopartikel MIPs terhadap asam urat.
3. Mengetahui daya serap nanopartikel MIPs hasil sintesis terhadap asam urat dalam darah.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian adalah :

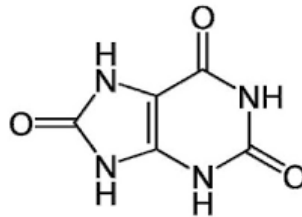
1. Memberikan informasi mengenai pembuatan nanopartikel *Molecularly Imprinted Polymers* (MIPs) asam urat dengan metoda photopolimerisasi.
2. Sebagai bahan rujukan untuk peneliti berikutnya terkait dengan MIPs asam urat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Asam Urat

Senyawa kimia asam urat mempunyai nama IUPAC 7,9-dihidro-1 H-purin-2,6,8(3H)-trion atau dengan nama lain 2,6,8-trioksipurina. Rumus molekul asam urat adalah $C_5H_4N_4O_3$ dengan berat molekul 168,11 g/mol dan massa jenis 1,89 g/ml. Asam urat termasuk asam lemah dengan $pK_a = 5,8$ (Mandal & Mount, 2015) yang berupa kristal putih seperti jarum, mengalami dekomposisi oleh pemanasan menjadi asam sianida dan sukar larut dalam air tetapi larut dalam glierin dan basa. Struktur asam urat ditunjukkan pada gambar berikut

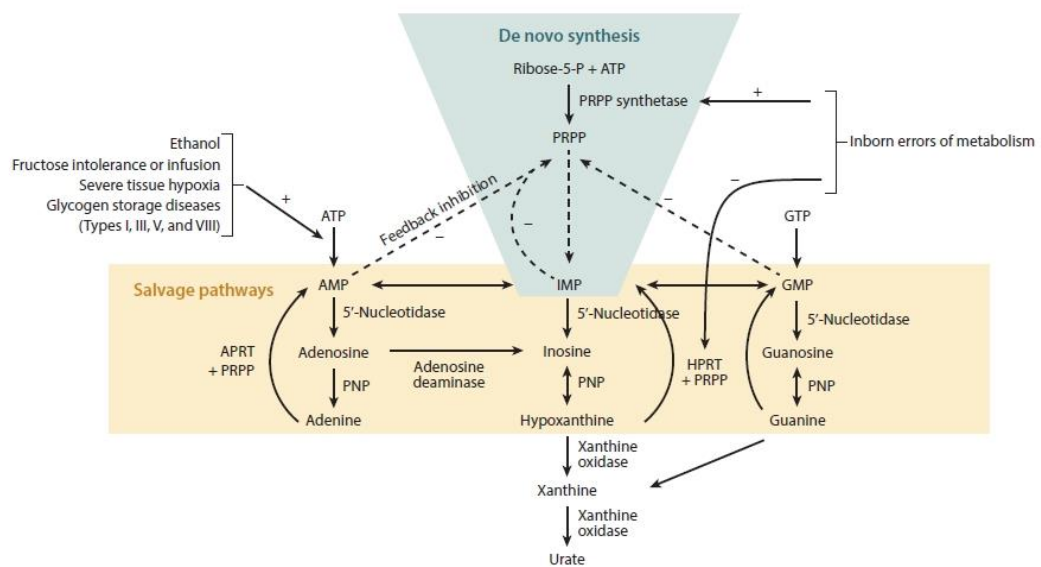


Gambar 1. Struktur Asam Urat

Sumber : https://id.m.wikipedia.org/wiki/Asam_urat

Asam urat merupakan produk pemecahan metabolisme nukleotida purin, dan merupakan komponen normal urin. Pemecahan asam nukleat menjadi polinukleotida, yang selanjutnya dipecah menjadi nukleotida, nukleotida dipecah menjadi nukleosida, dan nukleosida akan dipecah menghasilkan basa purin dan pirimidin. Basa purin dan pirimidin akan mengalami degradasi atau kembali diubah menjadi nukleotida melalui "the salvage pathways".

Dua langkah terakhir dalam metabolisme purin dikatalisis oleh enzim xanthine oksidoreduktase menghasilkan hipoksantin dan xanthine. Purin dapat digunakan kembali melalui jalur yang melibatkan enzim hipoksantin-guanin phosphoribosyltransferase (HPRT). Sintesis de novo purin dimulai dengan produksi 5-phosphorobosyl 1-pyrophosphate (PRPP) dari adenosine triphosphate (ATP) dan ribosa 5-fosfat. Akhirnya pemecahan ATP menghasilkan ADP dan AMP dan menghasilkan asam urat.



Gambar 2. Proses Produksi Asam Urat

(Mandal & Mount, 2015)

Nukleotida di dalam lumen usus sebagian besar akan diserap masuk ke sel usus. Kemudian sebagian diteruskan ke dalam hepar. Di dalam sel usus dan hepar nukleosida akan mengalami katabolisme menjadi asam urat. Di dalam banyak sel jaringan, nukleosida akan dipecah menjadi basa purin atau pirimidin, kemudian mengalami “salvage” menjadi nukleotida kembali. Di sel tertentu nukleosida mengalami fosforiasi menjadi ribosa 1-fosfat. Ribosa 1-fosfat yang dihasilkan

akan diubah menjadi ribosa 5-fosfat. Ribosa 1-fosfat dan ribosa 5-fosfat berada dalam keseimbangan. Ribosa 5-fosfat bisa diubah menjadi PRPP atau mengalami katabolisme melalui HMP Shunt. Katabolisme purin berakhir menjadi asam urat yang tidak larut dalam air, dan dieksresi melalui ginjal dalam bentuk garam sodium urat.

Asam urat merupakan produk utama dari degradasi purin pada manusia dan dapat berfungsi sebagai penanda racun uremik. Tingkat asam urat dalam serum merupakan indeks penting untuk menilai fungsi ginjal dan mengidentifikasi berbagai penyakit ginjal (Anastasia P. Leshchinskaya, 2012). Level normal asam urat dalam serum dan ekskresi urin adalah 240-520 μM dan 1,4-4,4 mM (Qian Tang, 2016). Konsentrasi asam urat dalam serum melebihi 420 $\mu\text{mol/L}$ dapat menyebabkan hiperurikemia, asam urat, gagal ginjal kronis, penyakit Lesch-Nyan, SCID, penyakit Von Gierke's, dan gangguan lainnya dalam organ tubuh manusia. Selain itu asam urat merupakan faktor dalam metabolisme sindrom (Anastasia P. Leshchinskaya, 2012). Karena itu pemantauan, pemisahan dan penentuan asam urat dalam cairan fisiologis manusia adalah cara penting untuk mencegah dan mengendalikan penyakit tersebut (Qian Tang, 2016).

Manifestasi abnormal metabolisme purin berasal dari meningkatnya hasil degradasi purin yaitu asam urat. Meningkatnya asam urat dalam darah dikenal dengan hiperurikemia. Hiperurikemia terjadi apabila sodium urat mengendap membentuk kristal dalam cairan sinovial dari persendian, yang dapat menyebabkan inflamasi dan artritis. Sebagian besar gangguan ini disebabkan karena kelebihan purin, karena kekurangan enzim salvage HGPRT. Sebagian besar dari gangguan ini dapat diobati dengan pemberian allopurinol, suatu

senyawa yang mirip dengan hiposantin, sehingga dapat menghambat kerja santin oksidase dan santin dehidrogenase.

Lesch-Nyhan sindrom disebabkan karena kehilangan fungsi gene HGPRT . Kelainan ini diturunkan melalui sex-linked. Gene HGPRT terdapat dalam X kromosom. Penderita dari gangguan ini akan memperlihatkan malfungsi dari sistem syaraf. Pada penderita yang “severe” terjadi “self-mutilation”, kematian akan terjadi pada penderita sebelum penderita mencapai umur 20 tahun. Aktivitas enzim hiposantin-guanin fosforibosiltransferase (HGPRT) kurang dari 1%. Akibatnya hiposantin dan guanin dipecah menjadi asam urat yang mestinya dapat diubah kembali menjadi IMP dan GMP. PRPP yang tidak terpakai untuk “salvage” diperuntukkan ke sintesa de novo purin. Ekskresi asam urat melalui ginjal melebihi enam kali lipat. Penyebab utama terjadinya simptom dari kekurangan satu enzim ini belum diketahui.

SCID disebabkan karena kekurangan enzim adenosin deaminase (ADA). Enzim ini mengkatalis perubahan adenosin menjadi inosin. Kekurangan enzim ini secara selektif menyebabkan rusaknya limfosit B dan T, yang mana terlibat dalam sistem imun. Jika tidak ada enzim ADA, deadenosin akan mengalami fosforilasi menjadi dATP yang bisa mencapai 50 kali lipat, terutama dalam limfosit. Tingginya dATP akan menghambat ribonukleotida reduklase, sehingga mencegah pembentukan dNTP. Akibatnya akan menghambat sintesis DNA, sehingga tidak bisa mengadakan proliferasi. Biasanya penderita meninggal sebelum mencapai satu tahun.

Penderita von Gierke's mengalami kekurangan enzim glukosa 6-fosfatase. Akibatnya kelebihan glukosa 6-fosfat akan masuk ke dalam jalur HMP Shunt dan menghasilkan ribosa 5-fosfat, yang selanjutnya akan meningkatkan pembentukan PRPP. Peningkatan PRPP ini akan menyebabkan meningkatnya pembentukan purin dan hasil katabolismenya.

Dalam kondisi seperti itu, mikroanalisis jauh lebih masuk akal, dimana membutuhkan metode analisis yang cepat dan sensitif untuk mendeteksi asam urat pada rentang nanomolar. Mengingat pentingnya diagnosis klinis, analisis cairan biologis untuk asam urat dengan beberapa metoda dimulai dari kalorimetri, HPLC, biosensor hingga metode enzimatik dan kimia biasanya memberikan nilai yang lebih tinggi karena adanya zat endogen dan eksogen yang mengurangi fosfatungstat. Metode enzimatik yang sensitif melibatkan gangguan ion logam yang menyebabkan kesalahan negatif (Bhim Prasad, 2007).

Dalam beberapa tahun terakhir, beberapa metode analitik telah dikembangkan untuk deteksi asam urat, termasuk kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC), chemiluminescence, elektrokimia, uji enzimatik, fluoresensi, resonansi plasmon permukaan, dan fotoelektrokimia. Meskipun banyak kemajuan dalam deteksi asam urat, banyak dari metode ini yang tidak memenuhi syarat untuk deteksi asam urat yang lebih sensitif dan selektif. Dengan demikian, pengembangan lebih lanjut dari metode yang stabil dan mudah dengan sensitivitas tinggi dan selektivitas untuk deteksi asam urat sangat diperlukan (Chunlei Zhang, 2018).

Metode elektrokimia umumnya diterima sebagai uji analitik tercepat dibandingkan dengan metode spektroskopi tradisional. Metode elektrokimia yang paling berkembang untuk mendeteksi asam urat adalah didasarkan pada pendekatan enzimatis. Enzim uricase direaksikan dengan asam urat dan hidrogen peroksida yang dihasilkan terdeteksi secara elektrokimia. Namun, metode ini masih memiliki beberapa masalah fatal seperti biaya yang mahal, stabilitas enzim yang rendah dan deteksi tidak langsung (mendeteksi produk reaksi). Beberapa penelitian berdasarkan metode non-enzimatis untuk mendeteksi asam urat telah diusulkan, termasuk elektroda yang dimodifikasi menggunakan karbon nanotube-multiwalled, activated glassy carbon, dan mediator redoks (Po-Yen Chen, 2010).

Hemoperfusi adalah perawatan ekstrakorporeal yang menghilangkan zat beracun endogen dan eksogen dari darah penderita. Adsorpsi afinitas adalah alternatif yang tepat untuk hemoperfusi konvensional untuk menghilangkan zat yang tidak diinginkan dari serum pasien dalam patologi yang berbeda. Namun, adsorben ini harus sangat selektif dan memiliki kapasitas adsorpsi yang relatif tinggi untuk toksin target, dapat digunakan kembali, biokompatibel dan tahan secara mekanis. Banyak resin polimer yang dimodifikasi memenuhi persyaratan ini untuk menghilangkan asam urat. Namun, kapasitas resin rendah dan yang lebih penting tidak memiliki selektivitas untuk asam urat (Bilgen Osman, 2019).

Saat ini, metode penting untuk pemurnian darah ekstrakorporeal didasarkan pada penggunaan adsorben fase padat. Selama paparan cairan biologis, adsorben dengan luas permukaan besar yang kaya akan sisi aktif mampu mengikat berbagai senyawa yang menunjukkan toksisitas terhadap metabolisme sel. Hemoadsorben berdasarkan arang aktif menempati posisi dominan karena

sejumlah keunggulan misalnya; memiliki porositas yang tinggi, luas permukaan besar, tidak ada pembengkakan, daya serap tinggi, harga murah dan preparasi yang sederhana. Namun selektivitas rendah (selain komponen toksik, mereka juga menyerap banyak senyawa aktif fisiologis yang diperukan untuk fungsi vital organ manusia), ketidakhomogenan, stabilitas mekanik rendah, bentuk fisik yang tidak sesuai. Dengan demikian diperlukan pengembangan matriks polimer dalam bentuk butiran dengan selektivitas dan spesifisitas tinggi, kapasitas daya serap yang tinggi sehubungan dengan toksin uremik target, bisa digunakan berulang kali dan preparasi yang sederhana (A. P. Leshchinskaya, 2016).

B. MIPs (*Molecularly Imprinted Polymers*)

Teknologi pencetak molekul (*Molecularly Imprinted Polimers*) pertama kali diperkenalkan oleh Wulff dan Sarhan (1972). Pada tahun 1980 teknologi ini kemudian dikembangkan oleh Mosbach (Arshady & Mosbach, 1984) dan kawan kawan. MIPs memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan *Conventional immunosorbent* (IS) yaitu dengan menunjukkan selektivitas, afinitas, stabilitas yang tinggi, dan kemudahan dalam melakukan preparasi (Piletsky, Turner, & Laitenberger, 2006). Immunosorbent adalah salah satu dari beberapa teknik biokimia untuk mendeteksi kehadiran antibodi atau antigen dalam suatu sampel, immunosorbent merupakan antibodi yang digunakan untuk menghilangkan antigen tertentu dari campuran.

MIPs dapat digunakan secara berulang kali tanpa kehilangan aktivitas sebagai pencetak molekul, akibat gangguan dari mekanik yang tinggi, jika dibandingkan dengan reseptor biologis, MIPs mampu tahan terhadap panas yang diakibatkan oleh media kimia yang bisa merusak struktur MIPs dan terhadap tekanan

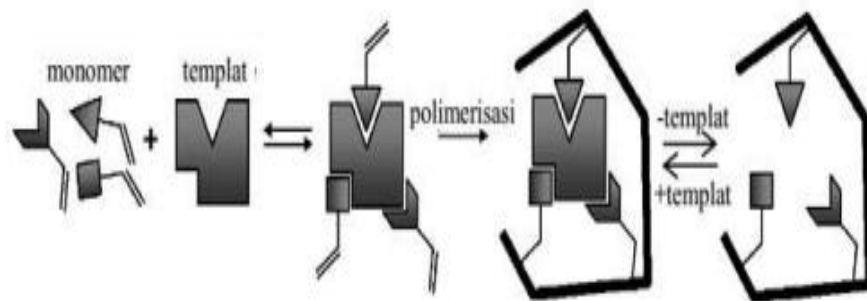
(Lavignac, Allender, & Brain, 2004). Penelitian dalam teknologi ini telah berkembang pesat dalam berbagai bidang, mulai dari kimia, farmasi, teknik, ilmu material dan industri bioteknologi.

Molecularly imprinted polymers (MIPs) adalah teknologi modern untuk memperoleh bahan adsorpsi selektif yang memiliki sifat reseptor buatan dimana sisi pengikatan terbentuk dalam proses polimerisasi dengan adanya molekul target yang berfungsi sebagai template. Setelah selesainya sintesis, molekul template dihilangkan dari jaringan polimer dan meninggalkan jejak yang saling melengkapi dengan molekul ini dalam bentuk, ukuran dan sisi interaksi fungsional. Akibatnya polimer yang dicetak secara molekuler menunjukkan afinitas tinggi untuk molekul template (interaksi jenis substrat dengan enzim). Sifat ini memfasilitasi pengikatan yang sangat spesifik dari toksin target yang hadir dalam media multikomponen dalam pengobatan tanpa mengganggu homeostatis (A. P. Leshchinskaya, 2016).

Molecularly imprinted polymers adalah suatu teknik pembuatan polimer yang disintesis dari analit, pelarut, monomer fungsional, *crosslinker* dan inisiator melalui proses polimerisasi. Polimer yang dihasilkan selanjutnya diekstraksi untuk membuang analit/template yang digunakan. Hasil proses ekstraksi tersebut akan dihasilkan polimer yang memiliki rongga yang biasa disebut *Molecularly imprinted polymers* (MIPs). Rongga-rongga yang dihasilkan berfungsi untuk menyerap molekul dengan ukuran, struktur serta sifat-sifat fisika dan kimia yang sama dengan template (Nurhamidah, 2017).

Molecularly imprinted polymers (MIPs) adalah agen penyerap buatan dengan selektivitas yang tinggi terhadap target molekul yang hadir dalam campuran

multikomponen. Strategi yang paling umum dalam persiapan MIPs yaitu menggunakan interaksi antara molekul target (template atau jejak) dan beberapa kelompok fungsional. Interaksi ini menyebabkan pembentukan kompleks antara template dan monomer fungsional dalam larutan. Selama polimerisasi, target template dicampur dengan monomer fungsional. Setelah pembentukan polimer, molekul template diekstrak dari jaringan polimer. Sehingga, rongga pengenalan spesifik terbentuk (Anastasia P. Leshchinskaya, 2012).



Gambar 3. Prinsip kerja MIPs

(B & Allender, 2005)

Kebutuhan akan MIPs dipandang perlu, mengingat dapat digunakan dalam berbagai analisis kimia khususnya bahan pangan dan kesehatan. Pada bidang kimia analitik merupakan area pengembangan utama bagi MIPs. MIPs juga telah terkenal di beberapa negara, banyak sudut atau celah untuk pengembangan aplikasi MIPs. Kemudahan dalam preparasinya menjadikan MIPs sebagai salah satu bidang penelitian yang patut untuk dikembangkan. Keuntungan utama dari MIPs adalah mempunyai selektifitas yang tinggi untuk *template* yang digunakan dalam prosedur pencetakan, selain itu MIPs juga lebih murah disintesis. MIPs pada saat ini dijadikan sebagai pusat perhatian di bidang analitik di mana MIPs

merupakan material yang kompeten untuk rekognisi secara molekuler terutama pada sensor kimia (Riskin, Amram, Tel-Vered, Chegel, Almog, & Willner, 2011).

Ada dua strategi untuk pencetakan molekul; dalam metode pertama *template* terikat dengan monomer fungsional oleh ikatan non kovalen, dan yang kedua menggunakan ikatan kovalen. Saat ini, polimer dicetak dengan *template* berbeda seperti obat, herbisida, gula, nukleotida, asam amino dan protein yang banyak digunakan dalam ilmu analitik serta dalam katalisis dan sintesis. Selain itu MIPs memiliki potensi yang cukup besar untuk aplikasi dibidang analisis kimia, diagnosa medis, pemantauan lingkungan dan pemberian obat. Preparasi MIPs sangat mudah, stabil, murah dan mampu mengikat molekul. Sehingga kini telah dikembangkan beberapa metode mengendalikan keseimbangan penyerapan dan selektivitas penyerapan zat sasaran biologis oleh agen penyerap (Anastasia P. Leshchinskaya, 2012).

Dalam proses pembuatan MIPs terdapat dua macam interaksi antara molekul *template* dengan monomer fungsional yaitu interaksi kovalen dan interaksi non kovalen. Pada interaksi kovalen monomer fungsional dan *template* terikat satu sama lain melalui ikatan kovalen. Setelah polimerisasi, ikatan kovalen diputus dan *template* dihilangkan dari polimer. Analit yang masuk dalam cetakan akan membentuk ikatan kovalen yang sama dengan sebelumnya, yang kedua dengan interaksi non kovalen di mana interaksi yang umum di manfaatkan dalam pencetakan *molecular*. Keuntungan interaksi non kovalen antara lain: relative mudah untuk dipraktikan, menghasilkan situs pengikatan dengan afinitas yang baik, prosedur penghapusan *template* yang mudah, dan fleksibel. Interaksi yang

termasuk dalam interaksi non kovalen yaitu ikatan hydrogen, gaya van der waals, dan efek hidrofilik dipolimerisasi (Yan & Row, 2006).

Table 1. Perbedaan Ikatan Kovalen dan non Kovalen

Pencetakan (<i>imprinting</i>)	Kovalen	Non kovalen
Sintesis monomer-template konjugasi	Diperlukan	Tidak diperlukan
Penghapusan template setelah polimerisasi	Sulit	Mudah
Pengikatan dan pembebasan analit	Lambat	Cepat
Struktur tempat pengikatan analit	Jelas	Kurang jelas

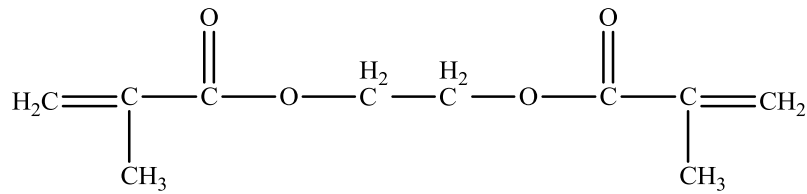
Pada umumnya, pencetakan melalui interaksi non kovalen lebih mudah terbentuk. Namun jika di tinjau dari kekuatan pencetakan pendekatan kovalen jauh lebih baik dibandingkan non kovalen. Proses ekstraksi molekul dilakukan dengan ekstraksi pelarut sederhana dan menghasilkan situs pengikat spesifik yang 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 MIPs non kovalen monomer fungsional yang mampu berinteraksi melalui ikatan hidrogen lebih disukai dari pada interaksi non kovalen selain ikatan hidrogen (Riahi, Eynollahi, Ganjali, & Norouzi, 2010).

Monomer fungsional akan berikatan secara langsung dengan molekul template, sehingga dibutuhkan monomer yang cocok. Beberapa penelitian membuktikan penggunaan monomer asam metakrilat baik digunakan sebagai monomer fungsional bagi molekul *template* yang memiliki situs aktif moderat polar (Yan & Row, 2006). Asam polimetakrilat merupakan salah satu monomer fungsional sebagai penunjang dalam sintesis MIPs. Asam metakrilat (MAA)

mempunyai rumus molekul $C_4H_6O_2$ dengan massa molekul relative (Mr) 86 g/mol. Keunggulan MAA dibandingkan dengan jenis monomer yang lain adalah cukup mudah untuk diperoleh dengan harga yang terjangkau dan termasuk golongan asam karboksilat yang memiliki kemampuan yang baik dalam berinteraksi dengan molekul *template* untuk membentuk cetakan molekul dalam badan polimer.

Non imprinted polymers (NIPs) adalah suatu polimer kontrol dimana proses sintesisnya sama dengan MIPs namun tidak melibatkan molekul *template*. Pada NIPs, hanya melibatkan dua situs yaitu situs pengikatan dengan energi tinggi pada NIPs mempunyai energi yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan pengikatan intermediet yang berada pada MIPs, dan energi pengikatan dengan rendah pada NIPs memiliki sifat yang mirip dengan situs pengikatan dengan energi terendah pada MIPs.

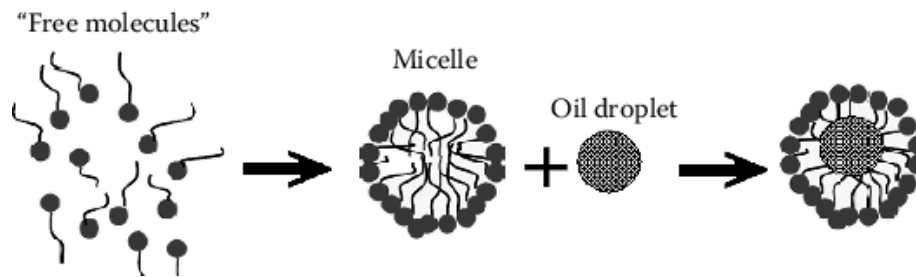
Crosslinker berfungsi sebagai pengendali morfologi matriks polimer, menstabilkan sisi ikatan imprinted dan memberikan stabilitas mekanik dengan matriks polimer. Pada dasarnya *crosslinker* berperan dalam pembentukan ikatan yang menghubungkan rantai polimer satu dengan yang lainnya. Pada proses polimerisasi, *crosslinker* dengan rasio tinggi umumnya lebih baik dalam menjaga stabilitas sisi pengenalan atau sisi aktif dari molekul tercetak. Salah satu jenis crosslinker yang digunakan dalam proses pembentukan MIPs adalah EGDMA (Etilen Glikol Dimetakrilat) dengan rumus kimia $C_{10}H_{14}O_4$ (Futra, Heng, Japaar, & Ulianas, 2015).



Gambar 4. Struktur EGDMA

Penambahan inisiator berfungsi memicu pembentukan radikal bebas pada saat terjadinya polimerisasi dan sebagai pendukung pembentukan monomer fungsional dan monomer lainnya. DMPP adalah salah satu contoh inisiator yang biasa digunakan dalam proses polimerisasi. Pelarut juga memiliki peran penting dalam pembentukan struktur pori MIPs, karena sifat dan tingkat pelarut menentukan interaksi non-kovalen, mempengaruhi bentuk atau morfologi polimer dan mempengaruhi kinerja MIPs.

Air adalah pelarut universal yang bisa melarutkan banyak zat kimia. Namun ada beberapa jenis zat kimia yang tidak larut di dalam air, contohnya lemak dan lilin, maka dibutuhkanlah suatu zat yang dapat mencampurkan molekul-molekul yang memiliki sifat berbeda, yaitu surfaktan. Surfaktan dalam air menunjukkan perubahan sifat fisik pada daerah konsentrasi tertentu yang disebabkan oleh pembentukan agregat atau penggumpalan dari molekul surfaktan menjadi satu kemudian membentuk misel. Surfaktan yang digunakan adalah sodium dodesil sulfat (SDS) yaitu jenis surfaktan anionik yang bermuatan negatif dalam bagian aktif permukaan. SDS bersifat amfifilik karena memiliki rantai C12 (lipofilik) dan gugus sulfat (hidrofilik). Berikut adalah skema pembentukan misel



Gambar 5. Proses Pembentukan Misel

(S. A & Cesilius, 2010)

Campuran template, monomer fungsional, *crosslinker*, inisiator, surfaktan dan pelarut air dihomogenkan dengan menggunakan alat sonikasi yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk menghomogenkan suatu zat. Campuran disonikasi selama 10 menit, hal ini dilakukan untuk memecah campuran menjadi misel, misel terjadi akibat adanya penambahan surfaktan (Futra, Heng, Japaar, & Ulianas, 2015).

Metode yang digunakan dalam pembentukan polimer adalah metode photopolimerisasi. Metode photopolimerisasi adalah suatu metode yang memanfaatkan sinar UV untuk membentuk radikal bebas, setelah disinari dengan UV inisiator dan monomer fungsional aktif membentuk radikal bebas, kemudian akan bereaksi dengan monomer membentuk radikal monomer, selanjutnya reaksi antara radikal bebas dengan radikal monomer akan membentuk polimer. Campuran tersebut dipolimerisasi dengan photopolymer selama 600 detik dibawah aliran gas nitrogen. Gas nitrogen merupakan gas yang bersifat inert, dalam hal ini berfungsi untuk menghilangkan oksigen yang dapat menghalangi proses polimerisasi (Nurhamidah, 2017). *Non Imprinted Polymer* (NIP) adalah suatu polimer kontrol yang tidak mengandung molekul template di dalamnya.

Metode lain dalam pembuatan nanopartikel MIPs adalah polimerisasi suspensi. Metode ini melibatkan polimerisasi radikal monomer dalam medium dispersi yang menghasilkan suspensi polimer dengan ukuran rata-rata partikel yang bervariasi dari 150 nm hingga ratusan mikrometer. Dalam hal ini, partikel polimer terbentuk langsung dari tetesan monomer yang biasanya didispersikan dalam air dan distabilkan dengan polimer organik yang larut dalam air. Ukuran partikel polimer yang terbentuk (nanopartikel) dalam suspensi ditentukan oleh ukuran tetesan monomer dalam emulsi awal, dan ini pada gilirannya tergantung pada kondisi campuran, nilai tegangan permukaan (dikendalikan oleh stabilizer, monomer dan efisiensi dari inisiasi). Polimerisasi suspensi mencakup dua tahap utama yaitu pembentukan partikel monomer dan polimerisasi monomer di dalam partikel-partikel ini. Metode ini memiliki banyak keunggulan yaitu preparasi yang sederhana (A. P. Leshchinskaya, 2016).

Afinitas MIPs 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 & 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.

MIPs diperoleh dengan rasio molekul template/monomer fungsional secara empiris (Kim & Spivak, 2003). Selektivitas MIPs dipengaruhi oleh jenis dan jumlah molekul taut silang yang ditambahkan dalam pembuatan MIPs. Molekul taut silang memiliki tiga fungsi utama dalam sintesis MIPs 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 parogen 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 & Row, 2006).

C. Proses Photopolimerisasi

Polimer merupakan makromolekul yang tersusun secara berulang dari molekul kecil dan sederhana. Penyusun tersebut dapat berupa secara linier ataupun bercabang. Unit pengulangan dalam polimer setara atau hampir setara dengan monomer penyusunnya. Panjang rantai polimer ditentukan oleh jumlah unit pengulangan dalam rantai yang disebut derajat polimerisasi (Billmeyer, 1984). Polimer dapat ditemukan di alam dan dapat disintesis di laboratorium. Polimerisasi adalah proses pembentukan polimer dari monomernya. Proses polimerisasi akan menentukan jenis polimer yang dihasilkan.

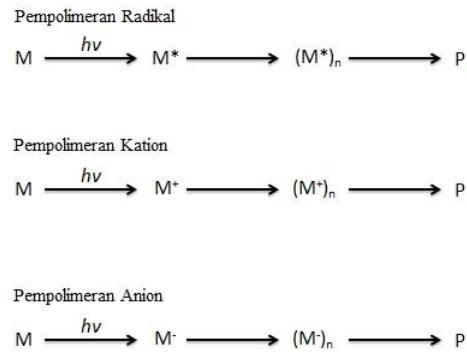
Proses pembentukan polimer terbagi dua yaitu polimerisasi adisi dan polimerisasi kondensasi. Polimerisasi kondensasi mempunyai kesamaan dengan reaksi kondensasi zat yang bermassa molekul rendah. Pada polimerisasi

kondensasi terjadi reaksi antara dua molekul yang mengandung dua gugus fungsi atau lebih yang dapat bereaksi dan memberikan satu molekul besar. Dalam polimerisasi kondensasi disertai dengan terbentuknya molekul kecil seperti H₂O (Cowd, 1991). Polimerisasi adisi melibatkan reaksi rantai. Penyebab reaksi rantai dapat berupa radikal bebas (partikel yang mengandung elektron yang tak berpasangan) atau ion. Polimerisasi adisi terjadi khusus pada senyawa yang mempunyai ikatan rangkap (Cowd, 1991).

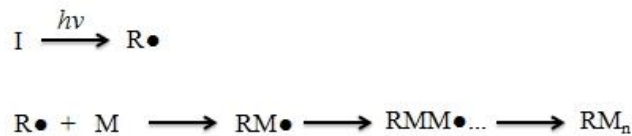
Polimerisasi dengan metode photopolimerisasi adalah proses polimerisasi yang melibatkan sinar *Ultra Violet* (UV) untuk mengaktifkan monomer menjadi radikal bebas atau ion untuk memulai terjadinya proses polimerisasi. Proses polimerisasi dari molekul monomer dilakukan dengan menyinari bahan polimer dengan sinar *Ultra Violet* (UV) (Fouassier, Allonas, & Burget, 2003). Kelebihan metode ini adalah lebih cepat dan mudah untuk dikendalikan, biaya rendah dan ramah lingkungan. Dasar dari polimerisasi dengan metode photopolimerisasi adalah terjadinya penyerapan sinar oleh monomer apabila disinari dengan sinar 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, Allonas, & Burget, 2003).

Untuk memudahkan terjadinya reaksi polimerisasi kepada monomer ditambahkan bahan inisiasi yang sensitif terhadap sinar UV. Bahan inisiasi ini akan membentuk radikal bebas dengan mudah jika disinari dengan sinar UV dan seterusnya bereaksi dengan monomer untuk membentuk radikal bebas pada monomer. Seterusnya reaksi antara radikal bebas dengan monomer akan membentuk polimer. Contoh bahan inisiasi yang telah digunakan untuk sintesis

polimer dengan metode photopolimerisasi adalah 2,2-dimetoksi-2-fenilasetofenon (DMPP).



Gambar 6. Mekanisme polimerisasi tanpa penambahan bahan inisiasi (Fouassier J.-P. , 2010)



Gambar 7. Mekanisme polimerisasi dengan penambahan bahan inisiasi

D. Karakterisasi MIP

MIPs memiliki bentuk fisik padatan, sehingga dibutuhkan beberapa metode agar mendapatkan hasil yang optimal. Salah satu metode yang dapat mengkarakterisasi fisik MIPs yaitu dengan spektroskopi FT-IR (*Fourier Transform Infrared*). Prinsip kerja FT-IR didasarkan pada vibrasi molekul yang terjadi di daerah inframerah dan spektrum elektromagnetik dan gugus fungsi serta mempunyai ciri frekuensi yang khas. Jika sinar inframerah dilewatkan pada sampel (polimer) maka beberapa frekuensinya akan diserap dan sebagian lagi akan ditransmisikan. Frekuensinya berkisar antara 2,5-16 μm , tetapi umumnya

spektroskopi IR yang digunakan dari panjang gelombang dengan kisaran 4000-625 cm^{-1} , sebagai contoh vibrasi pada panjang gelombang 2900 cm^{-1} muncul renggangan C-H yang menunjukkan adanya gugus alkana, pada panjang gelombang 3310-3500 cm^{-1} (Dainith, 1994). Energi IR tidak mampu mengeksresikan molekul-molekul bervibrasi dan berotasi. Kelebihan dari FT-IR mencakup persyaratan ukuran sampel yang kecil, perkembangan spektrum yang cepat.

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 SEM dalam morfologi kopolimer telah dikembangkan secara luas. Pada prinsipnya SEM terdiri dari kolom elektron, ruang sampel dan sistem vakum. Prinsip analisis SEM adalah 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 diarahkan 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 serta morfologinya dari permukaan bahan (Wu, Zheng, Zheng, Wang, Yuan, & Jiang, 2007).

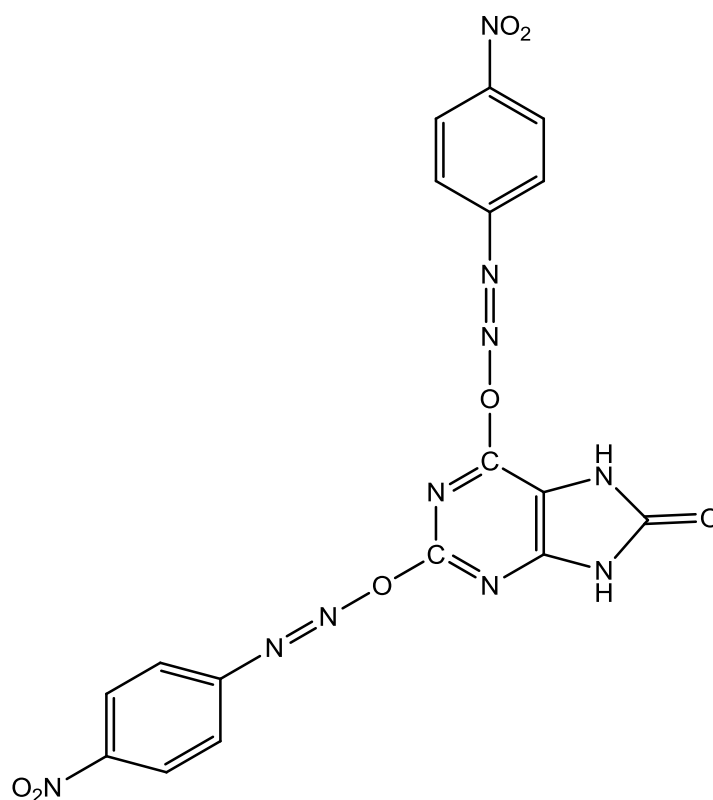
E. Analisa Asam Urat

Ada sejumlah publikasi yang menggambarkan penerapan polimer yang dicetak secara molekuler (MIPs) sebagai bahan modifikasi elektroda untuk meningkatkan penginderaan elektrokimia elektroda. HMDE yang dimodifikasi poli-melamin kemudian dimodifikasi dengan chloranil dalam cairan berair dan bioogis. Kemudian pengembangan MIPs yang terikat pada silika gel sebagai adsorben pada ekstraksi fase padat (SPE). SPE berbasis MIPs dikombinasikan dengan sensor berbasis MIPs dan digunakan untuk menentukan asam urat menggunakan pulsa differensial katodik stripping voltametry (DPCSV) (Miratul Khasanah, 2010).

Dalam penelitian terbaru, sintesis dan karakterisasi polimer dengan template molekul (MIPs) telah dilakukan. Prinsip umum pencetakan molekul didasarkan pada proses dimana monomer fungsional dan ikatan silang dikopolimerisasi dengan adanya analit target (molekul cetakan) yang bertindak sebagai template molekul. Polimer dibuat dari asam metakrilat (MAA) sebagai monomer, crosslinker etilen glikol dimetakrilat (EGDMA) dan inisiator 2,2'-azobisisobutyronitrile (AIBN), sedangkan template nya adalah asam urat. Pembentukan MIP dilakukan dengan mengekstraksi asam urat dari jaringan polimer. MIP yang terbentuk digunakan sebagai bahan untuk melapisi elektroda drop mercury drop (HMDE) untuk mendapatkan sensor yang sensitif dan selektif untuk penentuan asam urat. Dengan sistem pencetakan ini, cetakan khusus akan dibentuk untuk molekul tertentu (analit) sehingga analisis analit tidak terganggu oleh kehadiran matriks lain karena cetakan hanya akan sesuai dengan spesies yang dianalisis (Miratul Khasanah, 2010).

Untuk menentukan konsentrasi asam urat diperlukan suatu metode spektrofotometri UV-Vis. Spektrofotometri UV-Vis adalah alat yang digunakan untuk mengukur transmitansi, reflektansi dan absorbansi dari analit sebagai fungsi panjang gelombang serta untuk pengukuran di daerah ultra violet dan di daerah tampak. Spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi cahaya secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Suatu spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum sinar tampak yang sinambung dan monokromatis. Sel pengabsorpsi untuk mengukur perbedaan absorpsi antara cuplikan dengan blanko ataupun pembanding.

Penentuan kadar asam urat dalam sampel dapat diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis yaitu dengan mengomplekskan asam urat dengan senyawa lain sehingga menghasilkan larutan berwarna. Salah satu pengompleks asam urat yang dapat digunakan adalah pereaksi diazotised. Diazotised-4-nitroaniline dapat dipilih sebagai pereaksi yang sangat baik untuk penentuan asam urat, karena diazotised-4-nitroaniline merupakan salah satu jenis garam diazotised berwarna kuning yang bila direaksikan dengan asam urat membentuk pewarna azo yang berwarna coklat. Kemudian larutan ini diuji dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 423 nm.



Gambar 8. Pewarna Brown-azo

(Al-Kass, 2004)

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Karakterisasi nanopartikel MIPS-asam urat hasil sintesis berdasarkan uji FTIR menunjukkan nanopartikel MIPS urat selektif terhadap molekul asam urat.
2. Dari review artikel didapatkan karakterisasi dan optimasi pada MIPS yaitu :
 - a) Ukuran partikel MIPS yaitu 2 μm dan berbentuk bulat
 - b) Massa optimum MIPS menyerap asam urat yaitu 12 mg
 - c) Waktu optimum penyerapan asam urat adalah 2,5 jam
 - d) pH optimum penyerapan asam urat adalah pH 6
 - e) MIPS dapat menyerap asam urat dalam darah dengan daya serap 90%

b. Saran

1. Perlu dilakukan sintesis MIPS dengan metode polimerisasi yang lain.
2. Perlu dilakukan sintesis MIPS dengan variasi crosslink dan template.
3. Perlu dilakukan sintesis MIPS dengan monomer dan template yang lain sehingga dapat mengidentifikasi berbagai macam molekul.
4. Perlu dilakukan pemilihan pelarut untuk ekstraksi template sehingga rongga yang dihasilkan lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- A. P. Leshchinskaya, N. M. (2016). Synthesis and characterization of 2-hydroxyethyl methacrylate-ethylene glycol dimethacrylate polymeric granules intended for selective removal of uric acid. *Reactive and Functional Polymers*, 1-25.
- Aiyani, D., Cahaya, N., & Mujiyanti, D. R. (2018). Pengaruh pH dan Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Zn(II) pada Komposit Arang Eceng Gondok Termodifikasi Kitosan-Epiklorohidrin. *Jurnal Kimia Valensi*, 85-92.
- Akbar, S. (2000). *Uric Acid*. Yogyakarta: Salemba Medika.
- Al-Kass, S. Y., & Younis, T. I. (2004). Spectrophotometric Determination of Uric Acid by Coupling with Diazotised 4-Nitroaniline Reagent. *Journal Science*, 15(Chemistry Special Issue), 174-183.
- Al-Kass, S. Y., & Younis, T. L. (2004). Spectrophotometric Determination of Uric Acid by Coupling with Diazotised 4-Nitroaniline Reagent. *Journal Science*, 15(Chemistry Special Issue pp), 174-183.
- Anastasia P. Leshchinskaya, I. V. (2012). Selective sorption of uric acid by novel molecularly imprinted polymers. *Molecular Imprinting*, 17-26.
- Arshady, R., & Mosbach, K. (1984). Synthesis of Substrate-Selective Polymers by Hostguest Polymerization. *Makromol. Chem.*, 687-692.
- B, S., & Allender, C. J. (2005). Molecularly imprinted polymers : A bridge to advanced drug delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 1733-1741.
- Bhim Prasad, P. S. (2007). Molecularly imprinted polymer-based solid-phase extraction combined with molecularly imprinted polymer-based sensor for detection of uric acid. *Journal of Chromatography A*, 18-26.
- Bilgen Osman, E. S. (2019). Molecularly imprinted composite cryogel for extracorporeal removal uric acid. *Colloids and Surfaces B : Biointerfaces*, 1-7.