

REVIEW ARTIKEL: PENGARUH POLARITAS POROGEN PADA SINTESIS MOLECULARY IMPRINTED POLYMER (MIP)

Aini Qolbiyah Afgani, Dika Pramita Destiani

Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran

E-mail: ainiqolbiyah92@gmail.com

Abstrak

Molecule Imprinting Polymer (MIP) merupakan salah satu pemisahan yang banyak digunakan, karena pada pemisahannya MIP telah mencetak molekul target sehingga bisa digunakan lebih efektif dan spesifik. Pada sintesis MIP diperlukan porogen sebagai suatu solven yang akan membantu membentuk pori pada polimer. Polaritas dari suatu porogen yang digunakan ini memiliki pengaruh pada MIP yang dibuat. Oleh karena itu, dilakukan *review* dari artikel yang menggunakan suatu porogen yang lebih polar atau lebih non polar untuk melihat perbandingan hasil dari penggunaan porogen dengan perbedaan polaritas dan mengetahui bagaimana memilih porogen yang baik berdasarkan polaritasnya. Metode dilakukan dengan membandingkan hasil dari 20 artikel mengenai nilai *%recoveries*-nya, dimana 10 artikel menggunakan porogen yang lebih polar dan 10 artikel menggunakan porogen yang lebih non polar. Nilai *%recoveries* pada metode ruah dari penggunaan porogen polar lebih besar dibandingkan penggunaan porogen yang lebih non polar. Nilai *%recoveries* pada metode pengendapan dari penggunaan porogen polar lebih besar dibandingkan penggunaan porogen yang lebih non polar. Jadi penggunaan porogen yang lebih polar maupun yang lebih non polar bisa digunakan, disesuaikan dengan interaksi yang terbentuk antara monomer fungsional-template.

Kata Kunci: MIP, Porogen, Polaritas, Sintesis

Abstract

Molecule Imprinting Polymer (MIP) is one of the most widely used separations, because in its separation MIP has printed target molecules so that they can be used more effectively and specifically. MIP synthesis requires porogen as a solvent which will help to form pores in the polymer. The polarity of a porogen used has an effect on the MIP made. Therefore, a review of the articles using a more polar or more non-polar porogen is used to see the comparison of results from the use of both porogens with polarity differences. The method used is to compare the results of 20 articles on the value of its *%recoveries*, which is 10 articles using more polar porogens and 10 articles using more non-polar porogens. The value of *%recoveries* on the bulk method of using polar porogens is greater than the use of more non-polar porogens. The value of *%recoveries* on the precipitation method of using polar porogens is greater than the use of more non-polar porogens. Thus the use of more polar and non-polar porogens can be used, adapted to the interactions formed between the template-functional monomer.

Keywords: MIP, Porogen, Polarity, Synthesis

Diserahkan: 30 Agustus 2018, Diterima 1 September 2018

Latar Belakang

Molecularly Imprinted Polymer (MIP) atau polimer tercetak molekul merupakan salah satu metode pemisahan yang sedang banyak dikembangkan. MIP pertama dikenalkan oleh Wulff pada tahun

1970 sebagai fase diam pemisahan kiral (Vasapollo *et al*, 2011). MIP memiliki keunggulan karena memiliki afinitas dan selektivitas yang tinggi pada suatu target molekul. Selain itu, pada proses sintesisnya MIP menggunakan biaya produksi yang

relatif rendah (Vasapollo *et al*, 2011) dan mudah (Widyasari, 2014). MIP merupakan matriks polimer yang memiliki kemampuan secara selektif untuk mengikat suatu molekul target secara reversibel. MIP ini digunakan untuk adsorben pada proses pemisahan suatu sampel (Widyasari, 2014).

Pada proses pembuatannya, sintesis MIP ini memiliki prinsip polimerisasi, dimana melibatkan adanya monomer fungsional, *crosslinker*, inisiator, dan pelarut atau disebut juga dengan porogen (Saputra dkk, 2013). Proses polimerisasi dari sebuah monomer fungsional akan terjadi ketika adanya molekul target (template) yang bergabung pada matriks polimer. Proses berawal dari terdisolusinya template, monomer fungsional, dan *crosslinking agent* serta inisiator dalam suatu solven porogenik (Vasapollo *et al*, 2011).

Sifat dari polimer seperti reaktivitas, fungsi, luas permukaan, volume pori ukuran pori, dan porositas dari polimer sangat dapat diatur (Rao *et al*, 2012). Sifat dari polimer dapat diatur dengan cara fisika dan kimia (Das *et al*, 2015). Cara kimia yang bisa dilakukan adalah dari penggunaan monomer (hidrofilik/hidrofobik), *crosslinker*, massa jenis *crosslinker*, inisiator, dan porogen (solvating/non-solvating) (Mane *et al*, 2015).

Suatu porogen dapat sangat mempengaruhi parameter dari polimer berupa luas permukaan, porositas, dan morfologi polimer (Mane *et al*, 2015). Biasanya dalam sintesis MIP, dilakukan beberapa kali percobaan dengan menggunakan porogen yang berbeda untuk mendapatkan hasil dari MIP yang baik. Porogen yang digunakan ini memiliki polaritas yang berbeda-beda dan menghasilkan sorben MISPE yang berbeda pula. Oleh karena itu, dilakukan *review* artikel dari penelitian yang mensintesis MIP dengan menggunakan porogen yang lebih polar maupun yang lebih non polar untuk melihat pengaruh polaritas dari porogen terhadap MIP yang dibuat dan mengetahui bagaimana cara memilih porogen yang baik untuk mensintesis suatu MIP.

METODOLOGI PENELITIAN

Pencarian dan Strategi Pencarian

Strategi yang digunakan untuk mencari data acuan dalam *review article* ini yaitu menelusuri internet menggunakan Mozilla Firefox pada situs google.com. Kata kunci yang digunakan diantaranya, “*Effect of porogen for synthesis MIP*”, “*Synthesis and characterisation of MIP*”, “*Synthesis of MIP*”, “*Synthesis MIP with Polar Porogen*”, “*Synthesis MIP with Different Porogen*”, “*Synthesis of MIP Metilacrylic acid*”.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Data yang didapat diseleksi berdasarkan kriteria inklusi yaitu: sintesis dan atau karakterisasi serta evaluasi MIP metode ruah atau endapan dengan monomer asam metakrilat (MAA), porogen yang digunakan dapat bervariasi namun harus meliputi sintesis MIP dengan penggunaan 10 porogen yang lebih polar dan 10

porogen yang lebih non polar, jenis artikel yang dipilih merupakan *original research* bukan artikel *review*. Sedangkan kriteria eksklusi yaitu: Sintesis MIP yang menambahkan sorben silika gel untuk menambah kapasitasnya, dan tahun publikasi lebih dari 10 tahun yang lalu (dibawah 2008).

Hasil

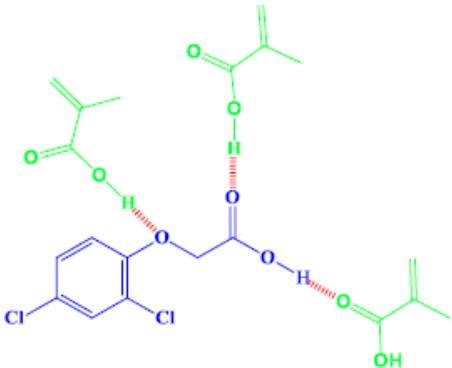
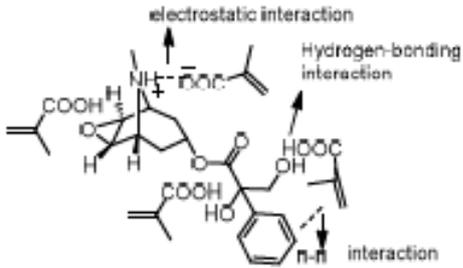
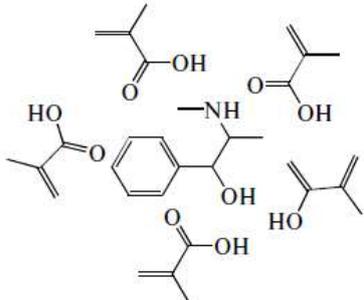
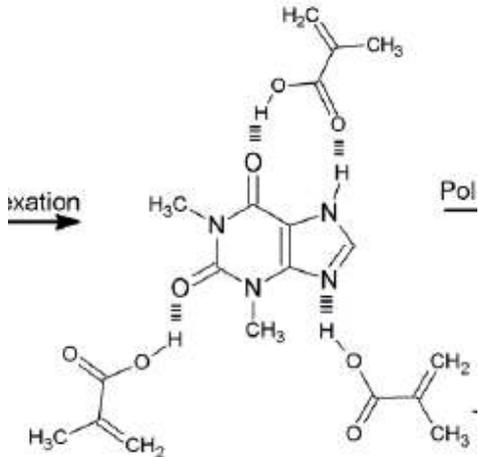
Tabel 1. Hasil Evaluasi MIP dengan Monomer Asam Metakrilat (MAA) Menggunakan Porogen Polar

No	Referensi	Metode	Cross-linker	Porogen	% Recovery	Luas Permukaan Pori (mg ² /g)	Diameter Pori (nm)	Volume Pori (mL/g)
1.	Sanagi <i>et al</i> , 2010	Ruah	EDMA	ACN	83%	6.753	5.604 (Å)	9.462
2.	Binsalom <i>et al</i> , 2016	Ruah	EDMA	ACN	75%	-	-	-
3.	Jin <i>et al</i> , 2013	Ruah	EDMA	ACN	88,9%	-	-	-
4.	Song <i>et al</i> , 2008	Ruah	EDMA	ACN:Me OH (3:2)	85%	362	5	0.5
5.	Wang <i>et al</i> , 2017	Ruah	EDMA	DMSO	77%	94.253	6.247	0.147
6.	Moghaddam <i>et al</i> , 2016	Ruah	EDMA	Metanol	95,2%	-	-	-
7.	Beyki & Asadollahzadeh, 2016	Pengendapan	TRIM	ACN	87,5%	-	-	-
8.	Zeng <i>et al</i> , 2015	Pengendapan	TRIM	ACN	102%	-	-	-
9.	Omidi <i>et al</i> , 2014	Pengendapan	EDMA	ACN	99%	-	-	-
10.	Neto <i>et al</i> , 2010	Pengendapan	EDMA	DMSO:A CN (7:1)	111%	2.3	-	0.01

Tabel. 2 Hasil Evaluasi MIP dengan Monomer Asam Metakrilat (MAA) Menggunakan Porogen Non Polar

No	Referensi	Metode	Cross-linker	Porogen	% Recovery	Luas Permukaan Pori (mg ² /g)	Diameter Pori (nm)	Volume Pori (mL/g)
1.	Claude <i>et al</i> , 2009	Ruah	EDMA	Kloroform	100%	-	-	-
2.	Javanbakht <i>et al</i> , 2012	Ruah	EDMA	Kloroform	83%	-	-	-
3.	Seechamantu rakit <i>et al</i> , 2012	Ruah	EDMA	Kloroform	60%	-	-	-
4.	Mojaheri <i>et al</i> , 2010	Ruah	EDMA	Kloroform	102%	-	-	-
5.	Nurhayati <i>et al</i> , 2016	Ruah	EDMA	Kloroform	77,6%	-	-	-
6.	Rahiminejad <i>et al</i> , 2009	Ruah	EDMA	Kloroform	100%	-	-	-
7.	Abdouss <i>et al</i> , 2012	Pengendapan	EDMA	Kloroform	86%	-	-	-
8.	Arabzadeh & Abdouss, 2009	Pengendapan	EDMA	Kloroform	80%	-	-	-
9.	Chen <i>et al</i> , 2014	Pengendapan	EDMA	DCM	101,9%	213.92	-	0.52
10.	Ansari & Ghobani, 2016	Pengendapan	EDMA	Kloroform	96%	-	-	-

Tabel 3. Kompleks Prepolimerisasi

No.	Referensi	Kompleks Prepolimerisasi	Porogen
1.	Omidi <i>et al</i> , 2014		ACN
2.	Zeng <i>et al</i> , 2015		ACN
3.	Arabzadeh & Abdouss, 2009		Kloroform
4.	Nurhayati <i>et al</i> , 2016		Kloroform

Pembahasan

Pada *review* artikel ini, dilihat bagaimana polaritas dari suatu porogen yang dipilih dalam mempengaruhi sintesis MIP. Beberapa porogen lebih polar yang banyak digunakan adalah asetonitril, DMSO, dan juga metanol maupun alkohol alifatik lainnya atau campuran dari porogen-porogen tersebut. Sedangkan porogen lebih non polar yang biasanya banyak digunakan pada sintesis MIP sendiri adalah kloroform, toluen, THF, DCM, dan heksana. Pada *review* artikel ini, dicari artikel penelitian dengan menggunakan porogen yang lebih polar sebanyak 10 artikel, dan porogen yang lebih non polar sebanyak 10 artikel.

Hasil yang didapat, dibandingkan nilai *%recoveries*, *%recoveries* sendiri menunjukkan seberapa mampu sorben MISPE yang dibuat untuk mengambil zat aktif dalam suatu sampel yang dibandingkan dengan nilai sebenarnya zat aktif tersebut dalam sampel. Nilai *%recoveries* ini dipengaruhi oleh beberapa hal, beberapa diantaranya adalah metode sintesis yang digunakan serta eluen yang digunakan pada saat ekstraksi. Namun, untuk pengaruh yang dihasilkan dari eluen dapat dihilangkan karena diambil hasil dari eluen yang baik dan sesuai pada setiap *template*, dan *yield* yang didapat sama tingginya. Sementara untuk pengaruh dari metode dilakukan perbandingan nilai *%recoveries* pada setiap metode yang

sama. Metode yang diambil merupakan metode ruah dan pengendapan.

Pada metode ruah dengan porogen yang lebih polar, digunakan pelarut asetonitril, asetonitril dicampur dengan metanol, metanol dan DMSO. Nilai *%recoveries* yang didapatkan memiliki nilai yang cukup baik, yaitu dari 75-95,2%. Nilai *%recoveries* yang terkecil didapatkan dari porogen asetonitril dan nilai *%recoveries* terbesar didapatkan dari porogen metanol. Sementara nilai *%recoveries* dari metode ruah dengan menggunakan porogen yang lebih non polar memiliki hasil nilai *%recoveries* dari 60-102%, dengan menggunakan porogen berupa kloroform.

Pada metode pengendapan dengan porogen yang lebih polar, digunakan pelarut asetonitril dan asetonitril dicampurkan dengan DMSO. Hasil yang didapat adalah didapatkan nilai *%recoveries* sebesar 87,5-111%. Nilai *%recoveries* yang terkecil didapatkan dari porogen asetonitril dan nilai *%recoveries* terbesar didapatkan dari porogen asetonitril dicampur dengan DMSO (7:1). Untuk metode pengendapan dengan menggunakan porogen yang lebih non polar digunakan porogen berupa kloroform, campuran toluen dengan paraffin, dan DCM, nilai *%recoveries* yang didapat adalah 80-101,9%. Dimana nilai *%recoveries* terkecil didapatkan dari

porogen kloroform dan yang terbesar didapatkan dari porogen DCM.

Nilai *%recoveries* dari sintesis MIP dengan menggunakan porogen yang lebih polar rata-rata memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan porogen yang lebih non polar. Kecuali pada metode ruah, penggunaan porogen yang lebih polar memiliki nilai *%recovery* pada batas bawah yang lebih besar (75%) dengan nilai *%recovery* batas bawah dari penggunaan porogen yang lebih non polar (60%). Sedangkan jika dilihat pada batas atasnya, penggunaan porogen yang lebih non polar memiliki nilai *%recovery* yang lebih besar (102%) dibandingkan dengan nilai *%recovery* batas atas dari penggunaan porogen yang lebih polar (95,2%). Namun, nilai *%recoveries* yang keduanya masih dalam rentang yang baik. Metode pengendapan juga menghasilkan *%recovery* yang lebih besar dibandingkan dengan metode ruah.

Dalam sintesis suatu MIP, dilakukan terlebih dahulu prepolimerisasi dan menghitung konstanta asosiasi, dimana suatu monomer fungsional dan template direaksikan terlebih dahulu tanpa adanya porogen dan dilihat interaksi yang bisa dibentuk oleh monomer fungsional dengan template atau molekul target. Interaksi yang dilihat ini biasanya adalah kekuatan dari ikatan hidrogen yang dibentuk antara monomer fungsional-template. Ketika porogen digunakan dalam sintesis, hal

tersebut dapat mengganggu ikatan hidrogen antara monomer fungsional-template dan tidak akan terbentuk sisi ikatan yang spesifik. Gangguan dari porogen pada ikatan hidrogen ini tergantung dari kekuatan ikatan antara monomer fungsional-template. Jika ikatan hidrogen antara monomer fungsional dengan dirinya sendiri memiliki kekuatan yang lebih besar dari ikatan hidrogen monomer-template, tidak akan terbentuk cetakan. Proses ini didasarkan pada dimerisasi dari monomer, yang biasanya terjadi pada NIP, karena tidak adanya target pada saat polimerisasi. Dimerisasi ini tergantung pada polaritas dari porogen. Lebih non polar solven yang digunakan, akan menghasilkan lebih banyak dimerisasi. Oleh karena itu, ketika ikatan hidrogen antara monomer dengan template tidak begitu kuat, lebih baik menggunakan solven yang non polar karena akan menstabilkan kompleks prepolimerisasi. Disisi lain, ketika porogen yang lebih polar digunakan, tidak akan cukup untuk mentabilkan kompleks dan akan menghasilkan asam karboksilat bebas didalam pori yang akan mengubah polaritas dari pori. Ketika porogen non polar digunakan, dimerisasi dari monomer akan terjadi dan akan mengurangi ikatan tidak spesifik.

Hasil dari *%recoveries* sintesis MIP dengan menggunakan porogen yang lebih non polar yang lebih kecil dibandingkan

dengan menggunakan porogen yang polar, bisa disebabkan karena interaksi yang terbentuk antara monomer fungsional-template memang pada awalnya tidak begitu baik. Oleh karena itu, dipilih porogen yang bersifat lebih non polar untuk membantu menstabilkan ikatan yang terbentuk antara monomer fungsional-template. Sementara itu, pada sintesis MIP menggunakan porogen yang bersifat lebih polar, menghasilkan nilai *%recoveries* yang baik dan lebih besar dibandingkan dengan menggunakan porogen yang lebih non polar. Hal ini bisa disebabkan karena interaksi yang dibentuk antara monomer fungsional-template memang sudah memiliki ikatan yang baik dan stabil. Oleh karena itu dipilih porogen yang bersifat lebih polar, karena tidak diperlukannya penstabilan dengan pembentukan dimer yang dilakukan oleh porogen yang bersifat non polar. Namun, jika nilai *%recoveries* penggunaan porogen yang lebih non polar lebih baik dibandingkan dengan penggunaan porogen polar, hal tersebut juga bisa terjadi karena porogen non polar yang dapat berdimerisasi dan menstabilkan polimer dengan membentuk polimer yang lebih banyak dan tidak akan mengganggu ikatan hidrogen yang sudah terbentuk antara monomer fungsional-template.

Interaksi antara monomer fungsional-template menjadi hal yang penting dalam penentuan porogen yang digunakan dalam sintesis MIP. Oleh

karena itu, perlu diketahui bagaimana interaksi yang terbentuk oleh monomer fungsional-template. Hal tersebut dapat diketahui dengan melakukan proses prepolimerasi dan menghitung konstanta asosiasi juga melihat interaksi antara monomer fungsional-template. Namun, dari artikel yang digunakan, tidak semua artikel mencantumkan proses prepolimerisasi beserta hasilnya.

Porogen juga secara langsung bisa mempengaruhi morfologi dari pori yang terbentuk dalam MIP. Morfologi dari pori ini dapat dilihat dari luas permukaan pori, diameter pori, dan volume pori. Jika pori memiliki luas permukaan yang besar, maka diameter dan volume pori akan kecil, dan begitu pula sebaliknya. MIP yang baik digunakan memiliki luas permukaan yang besar, karena semakin luas pori yang dimiliki, memungkinkan semakin banyak pula analit yang dapat terjebak.

Namun, dari hasil pengamatan perbandingan luas permukaan ini data yang didapatkan hanya sedikit, sehingga dikhawatirkan data yang digunakan kurang representatif.

Simpulan

Dari hasil perbandingan nilai *%recoveries* yang didapatkan, penggunaan porogen yang lebih polar maupun porogen yang lebih non polar memiliki nilai yang baik. Pada metode ruah dengan penggunaan porogen yang lebih polar,

didapatkan nilai *%recoveries* yang lebih besar namun tidak jauh berbeda dari penggunaan porogen yang lebih non polar. Sedangkan pada metode pengendapan dengan penggunaan porogen yang lebih non polar, didapatkan nilai *%recoveries* yang lebih besar namun tidak jauh berbeda dari penggunaan porogen yang lebih polar. Sehingga penggunaan porogen yang lebih polar maupun yang lebih non polar dapat digunakan dengan disesuaikan pada kekuatan ikatan yang terbentuk antara monomer fungsional-template yang terbentuk pada saat prepolimerisasi.

Daftar Pustaka

- Abdouss *et al.* 2012. Synthesis of molecularly imprinted polymer as a sorbent for solid phase extraction of citalopram from human serum and urine. *J Mater Sci: Mater Med*, vol. (23):1543–1552
- Ansari, Saeedeh dan Azam Ghorbani. 2016. Molecularly imprinted polymers (mip) for selective solid phase extraction of celecoxib in urine samples followed by high performance liquid chromatography. *Journal of Chemical Health Risks*, vol. (7)(0).
- Arabzadeh, N M. Abdouss. 2010. Synthesis and Characterization of Molecularly Imprinted Polymers for Selective Solid_Phase Extraction of Pseudoephedrine1. *Colloid Journal*, Vol. (4), pp. 446–455
- Beyki, Tooraj; Mohammad Javad Asadollahzadeh. 2016. Selective removal of Dicamba from aqueous samples using molecularly imprinted polymer nanospheres. *J. Water Environ. Nanotechnol* 1(1): 19-25.
- Binsalom et al. 2016. Development of solid-phase extraction using molecularly imprinted polymer for the analysis of organophosphorus pesticides-(Chlorpyrifos) in aqueous solution. *Journal of Chromatography and Separation Science*, 7(6).
- Chen, Jun et al. 2014. Atrazine molecular imprinted polymers: comparative analysis by far-infrared and ultraviolet induced polymerization. *International Journal of Molecular Science* 15:574-581.
- Claude, Berengere., Cecile Viron-Lamy,b Karsten, Hauptc & Philippe Morin. 2009. Synthesis of a Molecularly Imprinted Polymer for the Solid-phase Extraction of Betulin and Betulinic Acid from Plane Bark. *Phytochem. Anal. vol. (21), p. 180–185*
- Das, T.; Paira, T. K.; Biswas, M.; Mandal, T. K. 2015. Ionic liquid cross-Linked multifunctional cationic polymer nanobeads via dispersion polymerization: applications in anion exchange, templates for palladium, and fluorescent carbon nanoparticles. *J. Phys. Chem. C*, vol. (119), 4324–4332.
- Javanbakht et al. 2012. Molecularly imprinted polymer based potentiometric sensor for the determination of hydroxyzine in tablets and biological fluids. *Analytica chimica acta* 612(1):65-74
- Jin Y et al. 2008. Narrowly dispersed molecularly imprinted microspheres prepared by a modified precipitation polymerization method. *Anal Chim Acta* 612(1):105-13.
- Mane, S. 2016. Effect of Porogens (Type and Amount) on Polymer

- Porosity: A Review. *Canadian Chemical Transactions*, vol. (4) (2), p. 210-225
- Mane, S.; Ponrathnam, S.; Chavan, N. 2015. Role of interfacial tension of solvating diluents and hydrophilic-hydrophobic cross-linkers in hyper-cross-linked solid support. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 54, 6893–6901.
- Moghaddam, Hamid Hashemi., Mahbobe, Asadi, Seidhaman, Siyatik, Baghelizadeh dan Rouhampour. 2012. The synthesis and characterization of retinol-molecularly imprinted polymer as a selective sorbent in solid-phase extraction and application of amino-molecularly imprinted polymer (MIP) as a solid-phase sorbents for Erythromycin extraction. *Arabian Journal of Chemistry* 6(2): 201-210.
- Mohajer, Seyed Ahmad., Gholamreza, Karimib & Mulyen Rajabnia. 2010. Clozapine imprinted polymers: Synthesis, characterization and application for drug assay in human serum. *Analytical Chemistry of Applied Science and Technology* 2(7):81-93.
- Neto et al. 2010. A Hemin-based molecularly imprinted polymer (MIP) developed a glassy carbon electrode as a selective sensor application of aminophenol. *Elsevier sensors and Actuators B: Imprinted Polymers* 152(2): 220-225.
- Nurhayati, T et al. 2016. Synthesis and study of guest-templated porous MAA prepared using theophylline template. *Vaspollo, of G.Ph.Sci. Ed. Ferrarugola, L.; Lazzoi, M.R.; Scardino, A.; Scrinzi, 2008, 2(1): 67-79*
- Okay, O. Macroporous copolymer networks. *Prog. Polym. Sci.* 2008, 2(1): 67-79
- Omidi, Fariborz et al. 2014. Application of molecular imprinted polymer nanoparticles as a selective solid phase extraction for preconcentration and trace solid phase extraction of Orghanophosphorus pesticides. *Journal of Fundamental Sciences* 6(1):27-30.
- Rahiminejad, M., S. J. Shahtaheri., M. R. Ganjal., Rahimi Forushani & Golbabaie. 2009. Molecularly Imprinted Solid Phase Extraction for Trace Analysis of Diazinon in Drinking Water. *J. Environ. Health. Sci. Eng.*, Vol. (6) (2), pp. 97-106
- Rao, K. V.; Haldar, R.; Kulkarni, C.; Maji, T. K.; George, S. J. 2010. Perylene based porous polyimides: tunable, high surface area with tetrahedral and pyramidal monomers. *Chem. Mater.*, 24, 969–971.
- Sanagi, Mohd Marsin et al. 2010. Molecularly imprinted polymers for solid phase extraction of Orghanophosphorus pesticides. *Journal of Fundamental Sciences* 6(1):27-30.
- Saputra, Andrian dkk. 2013. Penggunaan Metode Semi Empirik AM 1 untuk Pemilihan Monomer Fungsional Efektif pada Prasintesis Polimer Tercetak Drazinon. *Vol 3 No 1. Hlm: 1-9*
- Song, Solguan (MIP) 2008. Development and application of amino-molecularly imprinted polymer (MIP) as a solid-phase sorbents for Erythromycin extraction. *Arabian Journal of Chemistry* 6(2): 201-210.
- Vaspollo, of G.Ph.Sci. Ed. Ferrarugola, L.; Lazzoi, M.R.; Scardino, A.; Scrinzi, 2008, 2(1): 67-79
- Wang et al. 2017. Molecularly imprinted polymers for selective extraction of oblongifolin c from garcinia yunnanensis hu. *Molecules*, 22: 508.
- Widyasari, Intan. 2014. *Poli (Metil Metakrilat Co etilenglikol Dimetakrilat) sebagai Kafein-Moleculrly Imprinted Polymers (MIPs) : Sintesis dan Karakterisasi*. Bandung: ITB
- Zeng, Shaomei et al. 2015. Molecularly imprinted polymer for selective extraction and simultaneous determination of four tropane alkaloids from *Przewalskia tangutica* Maxim. fruit extracts using LC-MS/MS. *Journal of Royal Society Chemistry Adv.*, 00:1-3.