

**PENGARUH JUMLAH CROSSLINKER PADA SINTESIS MOLECULARLY  
IMPRINTED POLYMER (MIP) TERHADAP KEMAMPUAN ADSORPSI  
KLORAMFENIKOL**

**THE EFFECT OF CROSSLINKER AMOUNT ON THE SYNTHESIS OF MOLECULARLY  
IMPRINTED POLYMER (MIP) TOWARD ADSORPTION CAPABILITY OF  
CLORAMPHENICOL**

**Magdalena Butar Butar and Maria Monica Sianita\***

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences

Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang, Surabaya (60231), Telp. 031-8298761

\* Corresponding author, email: mariamonica@unesa.ac.id

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah crosslinker terhadap kemampuan adsorpsi Molecularly Imprinted Polymer (MIP)-Kloramfenikol (CAP) yang dianalisis menggunakan instrumen High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) dan mengidentifikasi gugus fungsional  $-\text{NO}_2$  pada polimer dengan variasi jumlah crosslinker terbaik menggunakan instrumen Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). Dalam penelitian ini, MIP disintesis dengan menggunakan CAP sebagai template, etilen glikol dimetakrilat (EGDMA) sebagai crosslinker, asam metakrilat (MAA) sebagai monomer, benzoil peroksida (BPO) sebagai inisiator, dan asetronitril sebagai porogen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jumlah crosslinker mempengaruhi kemampuan adsorpsi MIP dengan komposisi antara CAP: MAA: EGDMA yaitu 1:3:18 menghasilkan kemampuan adsorpsi terbesar yakni 2,2 mg/g dengan persen ekstraksi sebesar 66,11%. Hasil identifikasi gugus fungsional dengan FTIR menunjukkan bahwa NIP terdapat gugus  $-\text{NO}_2$  pada bilangan gelombang  $1524,27\text{ cm}^{-1}$  sedangkan pada MIP tidak terdeteksi gugus  $-\text{NO}_2$  karena sebagian besar CAP telah berhasil diekstrak, serta PB yang dibuat sebagai polimer kontrol tanpa penambahan template CAP.

**Kata kunci :** Kloramfenikol, Molecularly Imprinted Polymer, Crosslinker, Kemampuan Adsorpsi

**Abstract.** This study aims to determine the effect of variations in the amount of crosslinker on the adsorption capability of Molecularly Imprinted Polymer (MIP)-Chloramphenicol (CAP) which was analyzed using the High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) instrument and identify the  $-\text{NO}_2$  functional group in the polymer with the best variation in the amount of crosslinker using the instrument. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). In this study, MIP was synthesized using CAP as a template, ethylene glycol dimethacrylate (EGDMA) as a crosslinker, methacrylic acid (MAA) as a monomer, benzoyl peroxide (BPO) as an initiator, and acetonitrile as a porogen. The results showed that the variation in the number of crosslinkers affected the adsorption capability of MIP with the composition between CAP: MAA: EGDMA, namely 1:3:18, resulting in the largest adsorption capability of 2,2 mg/g with an extraction percentage of 66.11%. The results of functional group identification with FTIR showed that NIP contained  $-\text{NO}_2$  group at wave number  $1524.27\text{ cm}^{-1}$  while in MIP no  $-\text{NO}_2$  group was detected because most of the CAP had been extracted, and PB was made as a control polymer without adding template CAP.

**Keywords:** Chloramphenicol, Molecularly Imprinted Polymer, Crosslinker, Adsorption Capability

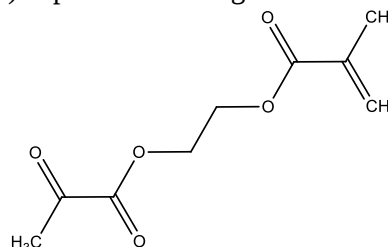
## PENDAHULUAN

Kloramfenikol (CAP) merupakan salah satu antibiotik yang umum digunakan manusia dalam suatu budidaya perikanan. Kegunaan antibiotik ini yaitu dapat menghambat perkembangan penyakit, meningkatkan daya tahan dan meningkatkan berat ikan [1]. Antibiotik yang diberikan secara berlebihan pada ikan yang dikonsumsi dapat terakumulasi dalam tubuh manusia, sehingga menyebabkan beberapa gangguan. Adapun gangguan dari mengonsumsi ikan yang mengandung residu CAP, antara lain gangguan lambung, usus, neuropati optis dan perifer, radang pada mulut, bahkan kerusakan sumsum tulang belakang [2].

European Commission (EU) telah menetapkan batas deteksi *minimum required performance limit* (MRPL) untuk CAP sebesar 0,3 µg/kg [3]. Saat ini masih sering ditemukan residu kloramfenikol pada ikan namun dalam jumlah kecil sehingga sulit untuk terdeteksi, jadi untuk mendeteksi kloramfenikol diperlukan suatu teknik pemekatan menggunakan adsorben. Salah satu jenis adsorben yang dapat mendeteksi keberadaan CAP pada sampel ikan yaitu *Molecular Imprinting Polymer* (MIP). MIP atau polimer cetak molekul merupakan suatu teknik pembuatan polimer melalui proses polimerisasi yakni dengan mensintesis analit, pelarut, monomer fungsi, *crosslinker*, dan inisiator [4]. Polimer MIP yang spesifik dapat digunakan sebagai pemisah, pemilihan, berkonsentrasi, atau menghilangkan zat target yang digunakan sebagai *template*, serta mampu berikatan ulang dengan senyawa yang berhubungan [5] [6] [7]. MIP juga dapat mengenal molekul targetnya secara tepat dan spesifik [8]. MIP dapat disintesis menggunakan CAP sebagai *template*, asam metakrilat (MAA) sebagai monomer, etilen glikol dimetakrilat (EGDMA) sebagai *crosslinker*, dan benzoil peroksida (BPO) sebagai inisiator dengan metode presipitasi. Metode presipitasi adalah metode yang tidak memerlukan penggunaan surfaktan atau penstabil yang dapat tetap teradsorpsi ke permukaan polimer [9]. Presipitasi dilakukan dengan cara yang hampir sama dengan *bulking*, namun tidak dilakukan penggerusan dan menggunakan pelarut yang lebih banyak [10].

*Crosslinker* membantu dalam mengontrol morfologi matriks suatu polimer, menstabilkan rongga ikatan, dan menjaga kestabilan mekanik.

Jumlah *crosslinker* yang digunakan dapat mempengaruhi selektivitas adsorben MIP [11]. EGDMA merupakan salah satu *crosslinker* yang sering digunakan pada sintesis MIP-CAP. Adapun struktur EGDMA dengan rumus molekul ( $C_{10}H_{14}O_4$ ) dapat dilihat sebagai berikut:



**Gambar 1.** Struktur EGDMA [12]

Penggunaan EGDMA sebagai *crosslinker* dalam sintesis MIP untuk berbagai tujuan telah banyak dilakukan. Salah satunya adalah penelitian Hasanah *et al* [13] yang menggunakan variasi jumlah *crosslinker* untuk mengetahui pengaruh jumlah *crosslinker* terhadap selektivitas MIP [13]. Penelitian mengenai sintesis MIP untuk CAP juga telah banyak dilakukan oleh beberapa penelitian diantaranya penelitian Wijayani [14] dan penelitian Chrisnandari [12] menggunakan EGDMA sebagai *crosslinker* pada sintesis MIP untuk CAP. Jumlah *crosslinker* yang tepat sangat dibutuhkan dalam menjaga stabilitas dari rongga dan matriks polimer [11] [15]. Jika jumlah *crosslinker* yang digunakan terlalu rendah, maka dapat menurunkan spesifisitas ikatan pada MIP [16]. Jika jumlah *crosslinker* yang digunakan terlalu tinggi, maka polimer yang terbentuk menjadi sangat *rigid*, sehingga akan sulit untuk diekstraksi [13].

CAP memiliki atom-atom yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan asam metakrilat (MAA) yaitu atom H dari gugus -OH dan -NH serta atom O dari gugus -C=O dan -NO<sub>2</sub>. Jika MAA berlebih dalam suatu polimer, maka dapat menyebabkan bertambahnya kemungkinan reaksi antara EGDMA-MAA atau MAA-MAA. Hal ini dapat menghambat interaksi *template* di dalam polimer tersebut [17].

Variasi jumlah *crosslinker* dapat mempengaruhi selektivitas MIP yang ditunjukkan oleh nilai persen ekstraksi yang diperoleh [18]. Pengaruh jumlah *crosslinker* yang digunakan pada sintesis MIP juga dapat mempengaruhi nilai kemampuan adsorpsi MIP-CAP [19]. Kinerja adsorben MIP-CAP dapat dilihat dari nilai kemampuan adsorpsi, sehingga pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh

jumlah *crosslinker* pada sintesis MIP terhadap kemampuan adsorpsi CAP dan persen ekstraksi dari variasi jumlah EGDMA, menganalisis serta membandingkan keberadaan gugus NO<sub>2</sub> pada polimer terbaik.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini: kloramfenikol (Sigma Aldrich), asetonitril (Sigma Aldrich) 99,9% v/v, asam metakrilat (Merck) 99% v/v, etilen glikol dimetakrilat (Sigma Aldrich) 98% v/v, benzoil peroksida (BPO), metanol 99,9% v/v, asam asetat, etanol (Merck), akuabides dan gas N<sub>2</sub> (UHP) (PT. Matesu Gotty Abadi).

### Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah: neraca analitik, botol kaca 100 mL, vortex, magnetic stirrer, oven, corong filter kaca 150 mL (pyrex), gelas ukur, kertas saring Whatmann, gelas kimia, spatula, tabung reaksi, termometer, pipet ukur, ball pipet, High Performance Liquid Chromatography (Shimadzu LC-20AD) dan Fourier Transform Infra Red (Alpha II Bruker).

### Prosedur Penelitian

#### Sintesis Non Imprinted Polymer (NIP) dan Polimer Blanko (PB)

Pada sintesis NIP, mula-mula 1 mmol (0,3 gram) CAP dimasukkan ke dalam botol kaca

100 mL yang telah berisi 30 mL larutan asetonitril sebagai porogen dan divortex selama 2 menit. Kemudian larutan ditambahkan 3 mmol (255 µL) monomer MAA. Adapun perbandingan antara CAP dengan MAA adalah tetap (1:3) [20]. Larutan divortex selama 2 menit lalu ditambahkan EGDMA sebagai *crosslinker* dengan 3 variasi yakni 12 mmol (2,3 gram), 15 mmol (2,9 gram), dan 18 mmol (3,5 gram) yang dapat dilihat pada Tabel 1. Larutan divortex lagi sampai homogen dan dialiri gas N<sub>2</sub> selama 5 menit. Kemudian ditambahkan 0,1 gram BPO dan divortex selama 2 menit, lalu dialiri lagi gas N<sub>2</sub> selama 5 menit. Selanjutnya dimasukkan ke dalam penangas air dengan suhu 70°C di atas magnetic stirrer kecepatan 350 rpm sampai larutan keruh dan terbentuk seperti pasta [12]. Polimer yang terbentuk dicuci dengan asetonitril 100 mL menggunakan kertas saring dengan corong filter. Filtrat yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan instrumen HPLC untuk mengetahui jumlah CAP terjebak dalam polimer. Selanjutnya polimer dikeringkan ke dalam oven pada suhu 40°C dan ditimbang sampai didapatkan berat konstan lalu dianalisis dengan instrumen FTIR untuk mengetahui keberadaan gugus-gugus fungsi pada polimer. Prosedur yang sama diulangi untuk pembuatan PB tanpa penambahan CAP sebagai *template*.

**Tabel 1.** Perbandingan mol *template:monomer:crosslinker* yang digunakan pada polimerisasi NIP dan PB

| Polimer<br>( <i>template:monomer:crosslinker</i> ) | CAP<br>( <i>template</i> ) | MAA<br>( <i>monomer</i> ) | EGDMA<br>( <i>crosslinker</i> ) |
|----------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| PB (0:3:12)                                        | -                          | 3 mmol                    | 12 mmol                         |
| NIP (1:3:12)                                       | 1 mmol                     | 3 mmol                    | 12 mmol                         |
| PB (0:3:15)                                        | -                          | 3 mmol                    | 15 mmol                         |
| NIP (1:3:15)                                       | 1 mmol                     | 3 mmol                    | 15 mmol                         |
| PB (0:3:18)                                        | -                          | 3 mmol                    | 18 mmol                         |
| NIP (1:3:18)                                       | 1 mmol                     | 3 mmol                    | 18 mmol                         |

**Sintesis MIP-CAP (Ekstraksi CAP dari NIP)**

NIP dari masing-masing variasi jumlah EGDMA ditimbang sebanyak 0,5 gram dan diekstraksi dengan campuran metanol:asam asetat sebanyak 100 mL (perbandingan volume 85:15 (v/v)) selama 5 jam dengan cara maserasi dalam botol kaca 100 mL pada suhu 70°C pada *magnetic stirrer* kecepatan 350 rpm dan disaring [9] [12]. Filtrat hasil ekstraksi dianalisis dengan HPLC untuk menentukan variasi yang memiliki persen ekstraksi terbesar. Selanjutnya, polimer hasil ekstraksi dicuci dengan akuabides 200 mL, metanol 100 mL, dan asetonitril 50 mL. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C dan ditimbang sampai didapatkan berat konstan. Setelah itu, MIP dengan persen ekstraksi terbesar dikarakterisasi menggunakan instrumen FT-IR. Rumus untuk menghitung % ekstraksi adalah sebagai berikut:

Ekstraksi (%) =

$$\frac{\text{massa CAP terekstrak}}{\text{massa CAP terjebak}} \times \frac{\text{massa NIP terbentuk}}{\text{massa NIP yang diekstrak}} \times 100\% \quad \dots(1)$$

**Kemampuan Adsorpsi MIP**

Pada pengujian kemampuan adsorpsi, MIP dengan 3 variasi jumlah *crosslinker* ditimbang sebanyak 0,05 gram. Kemudian tiap variasi dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 25 mL larutan yang mengandung CAP dengan konsentrasi yaitu 10 ppm (yang dibuat dalam campuran etanol:air dengan perbandingan (20:80 v/v) dan divortex agar homogen). Lalu ditutup rapat, divortex selama 15 menit. Selanjutnya polimer dan filtrat disaring menggunakan kertas saring dan corong kaca. Kemudian filtrat hasil penyaringan dianalisis dengan instrumen HPLC untuk mengetahui jumlah CAP yang teradsorpsi dan menentukan kemampuan adsorpsi. Hal yang sama dilakukan untuk adsorpsi PB. Pada adsorpsi PB hanya dilakukan untuk variasi jumlah EGDMA yang memiliki persen ekstraksi dan kemampuan adsorpsi MIP terbaik. Rumus untuk mengetahui kemampuan adsorpsi MIP adalah sebagai berikut [20]:

$$Q = \frac{(C_0 - C_e)V}{W} \quad \dots(2)$$

Dimana: Q = kemampuan adsorpsi (mg/g)

$C_0$  = konsentrasi adsorbat awal/mula-mula (mg/L)

$C_e$  = konsentrasi adsorbat dalam larutan (mg/L)

V = volume (L)

W = berat adsorben (g)

**HASIL DAN PEMBAHASAN****Sintesis NIP dan PB**

Pada penelitian ini, sintesis NIP dilakukan dengan menggunakan CAP, MAA, EGDMA, BPO berturut-turut digunakan sebagai *template*, monomer, *crosslinker*, dan inisiator. Porogen asetonitril dipilih karena memiliki tingkat kepolaran yang sesuai dengan CAP [12] [20]. *Crosslinker* berfungsi untuk menjaga kestabilan ikatan maupun kestabilan secara mekanika dari MIP yang terbentuk [17]. Menurut penelitian Sianita [20], perbandingan mol CAP:MAA (1:3) dengan porogen asetonitril menghasilkan kemampuan adsorpsi paling besar. Adanya ikatan non-kovalen CAP:MAA yakni 1:3 menghasilkan energi terendah. Semakin rendah energi elektronik yang dihasilkan, maka ikatan yang terbentuk semakin stabil [20]. BPO yang digunakan sebagai inisiator proses polimerisasi dalam mengubah MAA menjadi suatu molekul radikal yang akan mengalami tahap perpanjangan rantai, sehingga menghasilkan polimer yang berwarna putih seperti pasta [21]. Pada PB dilakukan hal yang sama seperti pada sintesis NIP, namun tanpa penambahan *template* (CAP).

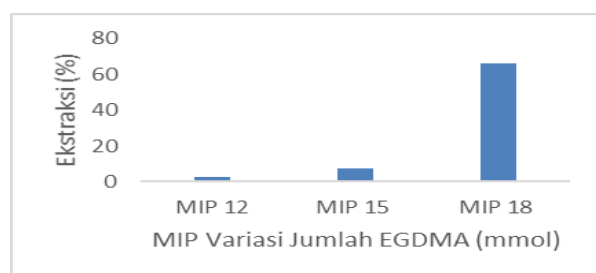
**Tabel 2.** Persen Rendemen NIP dengan Variasi Jumlah EGDMA

| Polimer<br>( <i>template:monomer:crosslinker</i> ) | Rendemen (%) |
|----------------------------------------------------|--------------|
| NIP (1:3:12)                                       | 21,66        |
| NIP (1:3:15)                                       | 21,69        |
| NIP (1:3:18)                                       | 26,55        |

Berdasarkan Tabel 2, persen rendemen pada NIP dengan variasi jumlah *crosslinker* (12, 15 dan 18 mmol) berturut-turut adalah 21,66; 21,69; dan 26,55%. Hasil persen rendemen terbaik didapatkan pada variasi jumlah *crosslinker* yaitu 18 mmol. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah mol EGDMA yang diberikan, maka semakin banyak pula massa polimer yang diperoleh.

**Sintesis MIP-CAP (Ekstraksi CAP dari NIP)**

Polimer yang dihasilkan dari proses polimerisasi atau yang disebut NIP selanjutnya diekstraksi untuk menghilangkan *template* (CAP). NIP merupakan polimer hasil sintesis yang diekstraksi dengan campuran metanol dan asam asetat. Perbandingan volume metanol:asam asetat (85:15 (v/v)). Asam asetat dapat mempengaruhi ikatan hidrogen antara *template* dan monomer fungsional, sehingga penghilangan *template* akan lebih mudah [9]. Pengaruh jumlah EGDMA terhadap persen ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaruh jumlah EGDMA terhadap persen ekstraksi

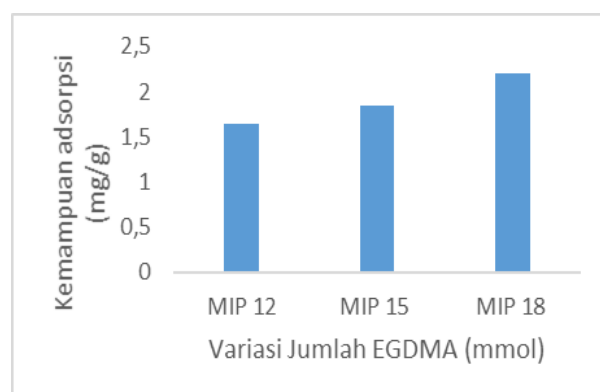
Pada penelitian ini, perbandingan rasio *template*:monomer:*crosslinker* yaitu 1:3:18 ini memiliki nilai persen ekstraksi yang tinggi dibandingkan 1:3:12 dan 1:3:15. Polimer MIP yang dihasilkan dari variasi jumlah EGDMA 18 mmol memiliki persen ekstraksi tertinggi yakni sebesar 66,11%.

MIP merupakan suatu polimer dari hasil proses ekstraksi yang mempunyai rongga (*cavities*). Rongga-rongga yang dihasilkan ini memiliki fungsi untuk mengenal molekul dengan ukuran, struktur serta sifat-sifat fisika dan kimia yang sama dengan *template* CAP [4]. Persen ekstraksi yang tinggi diharapkan dapat

memberikan cetakan-cetakan (*cavities*) lebih banyak, sehingga nantinya MIP dengan persen ekstraksi terbesar dapat digunakan sebagai adsorben untuk CAP.

**Kemampuan Adsorpsi MIP**

Pada penelitian ini, penentuan kemampuan adsorpsi dilakukan dari variasi jumlah *crosslinker* MIP yaitu 12, 15, dan 18 mmol. Konsentrasi larutan CAP yang digunakan untuk mengadsorpsi MIP adalah 10 ppm. Kemampuan adsorpsi dapat meningkat dengan bertambahnya jumlah EGDMA yang bereaksi dengan monomer MAA, sehingga dapat meningkatkan jumlah sisi ikatan non spesifik yang dapat meningkatkan selektivitas MIP [22]. Variasi jumlah EGDMA yang digunakan pada sintesis MIP-CAP dapat mempengaruhi kemampuan adsorpsi CAP yang dapat dilihat pada Gambar 3. Jumlah EGDMA 18 mmol menghasilkan kemampuan adsorpsi tertinggi yaitu sebesar 2,2 mg/g.



**Gambar 3.** Pengaruh jumlah EGDMA terhadap kemampuan adsorpsi CAP

**Tabel 3.** Perbandingan Kemampuan Adsorpsi (Q) Pada MIP dengan Variasi Jumlah EGDMA

| Polimer (mmol) | Massa CAP teradsorp (mg) | Massa Adsorben (g) | Kemampuan Adsorpsi (mg/g) |
|----------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|
| MIP 12         | 0,08                     | 0,05               | 1,6                       |
| MIP 15         | 0,09                     | 0,05               | 1,8                       |
| MIP 18         | 0,11                     | 0,05               | 2,2                       |
| PB 18          | 0,09                     | 0,05               | 1,1                       |

Kemampuan adsorpsi MIP dapat dilihat pada Tabel 3. Kemampuan adsorpsi pada variasi jumlah EGDMA yaitu 12 mmol sebesar 1,6 mg/g, 15 mmol sebesar 1,8 mg/g, dan 18 mmol sebesar

2,2 mg/g. Kemampuan adsorpsi tertinggi diperoleh pada adsorpsi MIP dengan jumlah EGDMA 18 mmol yakni sebesar 2,2 mg/g. Hasil yang diperoleh lebih besar dari penelitian

sebelumnya yang dilakukan oleh Wijayani *et al* [14] yaitu sebesar 1,6 mg/g dengan metode yang sama. Pada PB juga dilakukan pengujian kemampuan adsorpsi pada variasi *crosslinker* terbaik yakni 18 mmol sebesar 1,1 mg/g.

Nilai *Imprinting factor* (IF) dihitung untuk menentukan selektivitas suatu adsorben [23]. Nilai IF dapat dihitung dengan cara membandingkan nilai kemampuan adsorpsi adsorben MIP yang terbaik dengan kemampuan adsorpsi polimer blanko, ( $Q_{MIP}/Q_{PB}$ ) [24].

**Tabel 4.** Nilai IF Pada Jumlah EGDMA 18 mmol

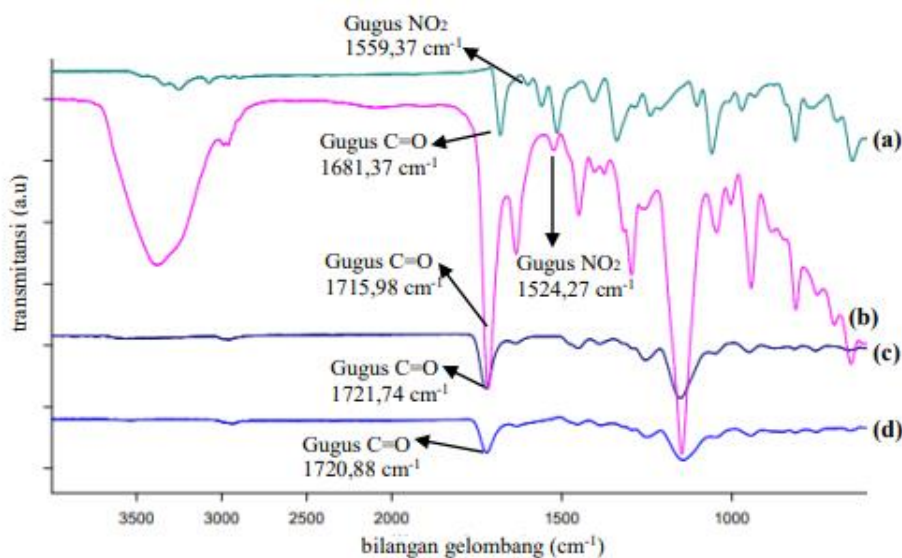
| Q MIP<br>(mg/g) | Q PB<br>(mg/g) | IF  |
|-----------------|----------------|-----|
| 2,2             | 1,1            | 2,0 |

Pada penelitian ini diperoleh nilai kemampuan adsorpsi MIP terbaik dengan jumlah EGDMA 18 mmol sebesar 2,2 mg/g, sedangkan kemampuan adsorpsi PB dengan jumlah EGDMA 18 mmol sebesar 1,1 mg/g. Nilai IF didapatkan sebesar 2,0 yang dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil yang diperoleh lebih besar dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Yilmaz *et al*

[24]. Hasil ini membuktikan bahwa jumlah *crosslinker* 18 mmol memberikan selektivitas yang baik pada MIP untuk CAP.

### Karakteristik Gugus Fungsional

Spektra FTIR dari sampel CAP, NIP, PB, dan MIP disajikan pada Gambar 4. Instrumen FTIR digunakan untuk mengetahui adanya gugus-gugus fungsi dan membuktikan terbentuknya polimer [12]. Pada sampel CAP, NIP, PB, dan MIP terdapat gugus C=O yang ditunjukkan pada bilangan gelombang masing-masing yaitu 1681,37  $\text{cm}^{-1}$ ; 1715,98  $\text{cm}^{-1}$ ; 1721,74  $\text{cm}^{-1}$ ; dan 1720,88  $\text{cm}^{-1}$ . Pada CAP murni terdapat gugus -NO<sub>2</sub> (*stretch*) di bilangan gelombang 1559,37  $\text{cm}^{-1}$ . Pada spektra NIP terdapat gugus -NO<sub>2</sub> (*stretch*) di bilangan gelombang 1524,27  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus -NO<sub>2</sub> ini menandakan adanya CAP pada NIP pada komposisi terbaik jumlah *crosslinker* yaitu 1:3:18. Hal ini berbeda jika dilihat pada spektra PB dan MIP. Pada MIP gugus -NO<sub>2</sub> tidak terdeteksi, hal ini dikarenakan sebagian besar CAP telah terekstrak dan PB tidak mengandung CAP.



Gambar 4. Spektra FTIR dari (a) CAP murni, (b) NIP, (c) PB, dan (d) MIP pada variasi jumlah EGDMA 18 mmol

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa jumlah EGDMA sebagai *crosslinker* mempengaruhi kemampuan adsorpsi MIP sebagai adsorben CAP. Variasi jumlah *crosslinker* 18

mmol menghasilkan nilai kemampuan adsorpsi terbesar yaitu sebesar 2,2 mg/g dengan persen ekstraksi 66,11% dan nilai IF sebesar 2,0. Hasil identifikasi gugus fungsional dengan FTIR pada penelitian ini menunjukkan spektra NIP terdapat gugus -NO<sub>2</sub> di bilangan gelombang 1524,27  $\text{cm}^{-1}$

karena mengandung CAP. Hal ini berbeda jika dilihat pada spektra PB dan MIP. Pada PB tidak mengandung CAP, sedangkan pada MIP gugus -NO<sub>2</sub> tidak terdeteksi karena sebagian besar CAP telah terekstrak.

## SARAN

Penulis menyarankan untuk penelitian berikutnya agar dilakukan karakterisasi MIP-CAP dengan variasi jumlah *crosslinker* menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan *Surface Area Analyzer* (SAA) untuk mengetahui luas dan struktur pori MIP.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alghifari, D., Kuswandi, B., and Pratoko, D. K. (2017). Pengembangan Sensor Kloramfenikol Berbasis Imobilisasi Bovine Serum Albumin (BSA) pada Selulosa Asetat dengan Metode Spektrofotometri. *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*, 5(1): 40-45.
- [2] Katzung, Bertram G. 2007. *Basic & Clinical Pharmacology*, 10th ed. United States: Lange Medical Publications.
- [3] EU and Commission Decision. 2005. Laying Down Harmonized Standards For The Testing For Certain Residues In Product Of Animal Origin Imported From Third Countries.
- [4] Nurhamidah, N., Marinda P, and Koryanti, E. (2017). Pembuatan Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Melamin Menggunakan Metode Cooling-Heating. *Prosiding seminar nasional fisika (e-journal) UNJ*, 6: 45-50. doi:10.21009/03.SNF2017.02.MPS.08.
- [5] Sianita, M. M., et al. (2019). Comparison of the method used for extraction chloramphenicol from its Molecularly Imprinted Polymer (MIP) using chloroform as porogen', in *Proceedings of the National Seminar on Chemistry (SNK-19)*, 1: 17-18. doi: 10.2991/snk-19.2019.5.
- [6] Hashemi-Moghaddam, H., Rahimian, M., and Niromand, B. (2013). Molecularly Imprinted Polymers for Solid-Phase Extraction of Sarcosine as Prostate Cancer Biomarker from Human Urine. *Bulletin of the Korean Chemical Society*, 34(8): 2330-2334. doi: 10.5012/BKCS.2013.34.8.2330.
- [7] Martín-Esteban, A. (2013). Molecularly-imprinted polymers as a versatile, highly selective tool in sample preparation. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 45: 169–181. doi: 10.1016/j.trac.2012.09.023.
- [8] BelBruno and Joseph, J. (2019). *Molecularly Imprinted Polymer*. ACS Publications, 199: 94-119.
- [9] Omid, Fariborz., Behbahani, M., Hamid Sadeghi., Sedighi, Alireza., and Shahtaheri, Seyed Jamaledin. (2014). Application of molecular imprinted polymer nanoparticles as a selective solid phase extraction for preconcentration and trace determination of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in the human urine and different water samples. *J Environ Health Sci Engineer*, 12: 137. doi: 10.1186/s40201-014-0137-z.
- [10] Joke Chow, A. L. and Bhawani, S. A. (2016). Synthesis and Characterization of Molecular Imprinting Polymer Microspheres of Cinnamic Acid: Extraction of Cinnamic Acid from Spiked Blood Plasma. *International Journal of Polymer Science*, 1-5, doi: 10.1155/2016/2418915.
- [11] Ho Row, Kyung and Yan, Hongyuan. (2006). Characteristic and Synthetic Approach of Molecularly Imprinted Polymer. *IJMS*, 7(5): 155-178, doi: 10.3390/i7050155.
- [12] Chrisnandari, R. D. (2018). Sintesis dan Karakterisasi Molecularly Imprinted Polymer Untuk Kloramfenikol Menggunakan Polimerisasi Fasa Ruah. *Journal of Pharmacy and Science*, 3(1): 40-46.
- [13] Hasanah, A. N., Kartasasmita, R. E., and Ibrahim, S. (2015). Sintesis Sorbent Ekstraksi Fase Padat dengan Teknik Molecular Imprinting dengan Monomer Akrilamid untuk Ekstraksi Glibenklamid dari Serum Darah. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 7(4): 233–241.
- [14] Wijayani, F., Supriyanto, G and Suyanto. (2014). Karakterisasi Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Hasil Polimerisasi Presipitasi sebagai Adsorben Kloramfenikol. *A Thesis, Universitas Airlangga*.
- [15] Alizadeh, T., Reza Ganjali, Mohamad., Zare, Mashaalah., and Norouzi, Parviz. (2012). Selective determination of chloramphenicol at trace level in milk samples by the electrode modified with molecularly imprinted polymer. *Food*

- Chemistry*, 130(4): 1108-1114. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.08.016.
- [16] Walsh, R. (2010). Development and Characterisation of Molecularly Imprinted Suspension Polymers, *A Thesis, Waterford Institute of Technology*.
- [17] Tom, L. A., Schneck, N. A., and Walter, C. (2012). Improving the imprinting effect by optimizing template:monomer:cross-linker ratios in a molecularly imprinted polymer for sulfadimethoxine. *Journal of Chromatography B*, 909: 61-64. doi: 10.1016/j.jchromb.2012.10.020.
- [18] Bhawani, S. A., Sen, T. S., and Mohammad Ibrahim, M. N. (2018). Synthesis of molecular imprinting polymer for extraction of gallic acid from urine. *Chemistry Central Journal*, 12(1): 1–7. <https://doi.org/10.1186/s13065-018-0392-7>.
- [19] Zhao, S., *et al.* (2019). Preparation of Restricted Access Media-Molecularly Imprinted Polymers for the Detection of Chloramphenicol in Bovine Serum. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, pp. 1-12.
- [20] Sianita, M. M. 2018. Pengembangan Metode Analisis Kloramfenikol dalam Akuakultur secara Fotometrik Menggunakan Molecularly Imprinted Polymer (MIP) sebagai Adsorben. *Disertasi tidak diterbitkan*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- [21] Odian. G. (2004). *Principles of Polymerization, Third Edition*. New York.
- [22] Spivak, D. A. (2005). Optimization, evaluation, and characterization of molecularly imprinted polymers. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 57(12): 1779-1794.
- [23] Zhao, F., *et al.* (2017). Selective Determination of Chloramphenicol in Milk Samples by the Solid-Phase Extraction Based on Dummy Molecularly Imprinted Polymer. *Food Anal. Methods*, 10(7): 2566-2575, 2017, doi: 10.1007/s12161-017-0810-9.
- [24] Yilmaz, E., *et al.* (2015). Utilizing the Cross-Reactivity of MIPs. *Molecularly Imprinted Polymers in Biotechnology*, 167-182. doi: 10.1007/10\_2015\_312.