

# Sintesis Cd(II)-Imprinted Polymer dengan Ligan Pengkhelat 4-(2-Pyridilazo) Resorcinol untuk Ekstraksi Fasa Padat dan Prakonsentrasi

Annisa Rachmawati<sup>1</sup> dan Meyliana Wulandari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Kimia Jurusan Kimia Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung  
Jl. A.H. Nasution 105 Bandung 40614

<sup>2</sup>Laboratorium Pemisahan dan Spesiasi Kimia Analitik Program Studi Kimia Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132  
E-mail: cha.ndra@yahoo.co.id

## Abstract

In this research has been successfully synthesized Cd(II)-Imprinted Polymer (Cd-IP) through the polymerization of salicylic acid and formaldehyde in the presence of metal complexes of Cd(II)-4-(2-pyridylazo) resorcinol. Comparison of binary complex stoichiometry for Cd and 4-(2-pyridylazo) resorcinol determined using the job method and the maximum ratio for Cd(II) : PAR obtained 1:1. Synthesis of Cd(II)-Imprinted Polymer was carried out with the thermal polymerisation. The results of synthesis were characterized by FTIR with analysis the structure of polymers. Cd(II) on Cd(II)-Imprinted Polymer can be removed with a solution of EDTA 0.05 M. Polymers that have been printing for ions Cd(II) used to characterize the retention properties by batch method. The results of synthesis were characterized by AAS indicate the maximum adsorption capacity for Cd(II) was 200,89 µg/g at pH 6 with a contact time of 80 minutes. Ion Imprinted Polymers was used repeatedly for the preconcentration and application to 3 times with the percent of recovery not less than 95%. The obtained value of preconcentration factor and the percent recovery showed that functional materials are well enough to use in the trace analysis of Cd (II).

Keywords: *Cd(II)*, *Ion Imprinted Polymers (IIPs)*, *PAR*, *Preconcentration*, *Solid phase extraction*

## 1. Pendahuluan

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi pada saat ini sangatlah pesat. Hal tersebut memberikan dampak yang positif pada perkembangan sektor industri. Namun, perkembangan industri dan kemajuan IPTEK tersebut memacu terjadinya pencemaran lingkungan berupa limbah logam berat. Logam berat seperti kadmium, timbal dan timah, apabila terdapat banyak dalam tubuh manusia akan mengakibatkan penyakit-penyakit pada perut dan tekanan pada usus seperti mual-mual, muntah, diare, dan kram perut, juga diketahui bahwa logam berat seperti kadmium sangat beracun bagi organisme laut (Dhruv K. Singh & Shraddha Mishra, 2009).

Berdasarkan hasil penelitian K. Chalapathi dan G.P. Madaiah tahun 2010 diindikasikan telah terjadi pencemaran kadmium oleh limbah industri di perairan tawar yang telah melebihi ambang batas dan dapat menyebabkan keracunan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 20/1990 kadar maksimum Cd dalam air

minum sebesar 0,005 mg/L dan 2,960 mg/L di air tawar (Ahmad, 2009). Oleh karena itu, perlu dikembangkan suatu metode untuk mengembangkan metode penentuan kadar kadmium di lingkungan perairan dalam jumlah renik.

Metode untuk analisis Cd(II) sudah banyak dikembangkan seperti spektrofotometri sinar tampak dan spektrofotometri serapan atom. Namun, logam berat seperti Cd(II) ini biasa ditemukan dalam limbah industri dan larutan-larutan lain yang memiliki matriks rumit. Selain itu, kadmium dengan konsentrasi renik dalam sampel air telah banyak ditentukan dengan metode *Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry* (ICP-AES), kromatografi cair, metode elektrokimia, dan dengan *Grafit Furnace Atomic Absorption Spectrometry* (GFAAS) (Mihaly Ovari, 2002). Salah satu kendala dalam analisis dengan metode tersebut adalah konsentrasi kadmium di lingkungan sangat rendah, sehingga perlu dilakukan pemisahan dan prakonsentrasi, serta biaya peralatan yang mahal.

Untuk mengatasi kelemahan metode di atas, maka metode yang akan dikembangkan pada penelitian ini adalah polimer pencetak ion dengan kopolimer asam salisilat dan formaldehida. Polimer pencetak ion memiliki kelebihan yaitu adanya selektivitas yang tinggi dan preparasinya mudah. Selektivitas yang tinggi dari polimer-polimer pencetak ion (IIPs) disebabkan adanya *memory effect* dari suatu polimer terhadap interaksi ion logam dengan ligan spesifik, geometri koordinasi, bilangan koordinasi ion logam, muatan dan juga ukuran ion logam tersebut. Metode ini menghasilkan cetakan ion logam yang terikat di dalam polimer, selanjutnya ion logam dilepas dari matriks polimer menghasilkan cetakan yang selektif terhadap ion yang dicetak. Analisis ini melalui prosedur ekstraksi fasa padat, yang memiliki kelebihan salah satunya pelaksanaannya lebih cepat. Selain itu digunakan ligan pengkhelat 4-(2-Pyridylazo) resorsinol (PAR) yang memiliki selektivitas tinggi untuk ekstraksi Cd(II) dari larutan cair (Dhruv K. Singh & Shraddha Mishra, 2009). Monomer yang digunakan adalah asam salisilat (turunan dari hidroksi fenol), dan formaldehida yang mampu menghasilkan polimer tahan panas, koordinasinya kuat dan stabilitasnya baik untuk ion  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  dan  $\text{Pb}^{2+}$  (Ahamed, 2010). Asam salisilat berupa kristal tidak berwarna, bersifat stabil, mudah terbakar, pereduksi dan pengoksidasi kuat, sedikit larut dalam air, sebaliknya mudah larut dalam pelarut organik polar seperti etanol (Rieko, Kristian & Panji, Setya. 2007). Sedangkan formaldehid memiliki ikatan silang yang digunakan dalam sintesis kopolimer seperti fenol-formaldehida dan asam salisilat-formaldehida (Dhruv K. Singh & Shraddha Mishra, 2009). Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan asam salisilat dan formaldehida sebagai kopolimer pada ekstraksi fasa padat untuk prakonsentrasi ion Cd(II) menggunakan ligan 4-(2-Pyridylazo) resorsinol (PAR).

## 2. Bahan dan Metode

Peralatan yang digunakan adalah peralatan gelas standar laboratorium kimia, digunakan pula beberapa peralatan lainnya yaitu: Pengaduk magnetik, *hot plate*, termometer, dan pH meter. Analisis pada tahapan sintesis menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Penentuan analisis kadar ion logam Cd(II) dilakukan dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki derajat kemurnian pro analisis (p.a). Adapun bahan-bahan yang digunakan adalah HCl, 4-(2-Pyridylazo) resorsinol (PAR), asam salisilat, formaldehida 37%, EDTA, larutan induk Cd(II), aqua dm, natrium asetat, dan asam asetat.

### 2.1. Sintesis IIP

Sintesis IIP ini terdiri dari tiga tahap yaitu :

#### a. Metode job untuk penentuan perbandingan stoikiometri Cd : PAR

Untuk menentukan perbandingan mol keduanya, metode yang digunakan adalah *job method*. Dibuat beberapa variasi perbandingan mol Cd : PAR yaitu 1:0,1 ; 1:0,5 ; 1:1 ; dan 1:2. Larutan-larutan ini lalu diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 388 nm.

#### b. Pembentukan kompleks biner logam dan ligan

Kompleks Cd(II) dengan PAR dengan perbandingan stoikiometri 1:1 dibuat dengan mencampurkan 0,22835 gram  $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  dan 0,21521 gram PAR lalu dilarutkan dalam 10 mL aqua dm (perbandingan 1 mmol : 1 mmol), kemudian diaduk selama 2 jam dengan pengaduk magnetik pada temperatur  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ .

#### c. Kopolimerisasi kompleks biner dengan asam salisilat dan formaldehida

Kompleks biner yang telah dibuat dicampurkan dengan asam salisilat dan formaldehida, dengan massa asam salisilat 13,812 gram dan formaldehida 41,4396 gram atau perbandingan mol 0,1 mol : 0,3 mol juga ditambahkan HCl 2M 20 mL sebagai katalis. Campuran ini kemudian direfluks selama 10 jam pada temperatur  $140 \pm 10^\circ\text{C}$  dengan penangas minyak goreng serta pengadukan yang kontinyu. Polimer yang dihasilkan dicuci dengan aqua dm dan dikeringkan dengan oven pada temperatur  $50 \pm 1^\circ\text{C}$ . Polimer yang sudah kering ini digerus sampai ukuran 60-100 mesh. Untuk melepaskan ion Cd(II) partikel polimer ini direaksikan dengan larutan 100 mL EDTA 0,05 M. Untuk Sintesis NIP dilakukan langkah yang sama dengan IIP hanya saja tidak melibatkan Cd(II).

### 2.2. Karakterisasi hasil sintesis

Serapan IIP–Cd sebelum dan setelah dikontakkan dengan EDTA dibandingkan dengan serapan NIP dengan melihat perbedaan gugus fungsi dengan spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

### 2.3. Penentuan kondisi optimum metode *batch*

#### a. Penentuan pH optimum

Masing-masing sebanyak 0,1 gram Cd-IP dan NIP dikontakkan dengan 20 mL larutan Cd(II) 1 ppm dengan variasi pH dari 4-7 selama 2 jam. Campuran ini disaring lalu filtrat yang diperoleh diukur absorbansinya dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

#### b. Penentuan waktu kontak optimum

Masing-masing sebanyak 0,1 gram Cd-IP dan NIP dikontakkan dalam 20 mL larutan Cd(II) 1 ppm dan 5 mL buffer pH 6, dengan variasi waktu kontak yaitu 20-120 menit. Campuran ini disaring lalu filtrat yang diperoleh diukur absorbansinya dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

c. Penentuan kapasitas adsorpsi

Masing-masing sebanyak 0,0500 gram Cd-IP dan NIP direndam selama 80 menit dalam 20 mL larutan Cd(II) 1 ppm dan 5 mL buffer pH 6, dengan variasi konsentrasi 2,5-12,5 ppm. Kemudian campuran ini disaring lalu filtrat yang diperoleh diukur absorbansinya dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

d. Aplikasi pada sampel lingkungan

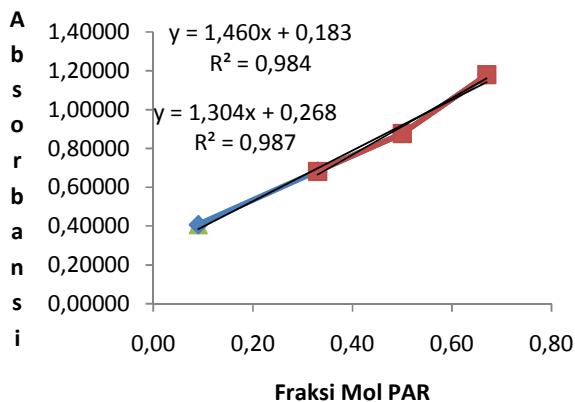
Sebanyak 0,0500 gram Cd-IP ion direndam selama 80 menit dalam 20 mL larutan sampel. Kemudian campuran ini disaring lalu filtrat yang diperoleh diukur absorbansinya dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Residu yang tertahan di kertas saring mengandung Cd(II), Cd(II) yang sudah terserap oleh IIP ini dilepas lagi dengan menggunakan larutan EDTA 0,05 M. Larutan ini diukur kembali absorbansinya dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Percobaan ini dilakukan sebanyak 3 kali.

**3. Hasil dan Pembahasan**

3.1. Sintesis Ion Imprinted Polymers (IIPs)

a. Pembentukan kompleks biner logam dan ligan (Cd(II) dan PAR)

Pembentukan kompleks biner yaitu pembentukan kompleks senyawa yang disusun oleh dua jenis unsur, dalam hal ini kompleks biner logam dan ligan dibentuk dengan mencampurkan Cd(II) dan 4-(2-Pyridilazo) resorcinol (PAR). Namun sebelumnya dilakukan percobaan untuk menentukan perbandingan mol Cd(II) dan PAR. Stoikiometri kompleks biner ini ditentukan dengan metode job. Metode ini didasarkan pada interaksi ion logam Cd(II) dengan ligan PAR. Dalam hal ini dibuat beberapa variasi perbandingan mol Cd(II) dengan PAR lalu diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 388 nm. Perbandingan mol yang dibuat yaitu memvariasikan mol PAR sedangkan mol untuk Cd(II) dibuat tetap. Data yang diperoleh dialurkan dalam gambar 1 yang diperoleh perbandingan maksimum antara kompleks biner Cd(II) dan PAR.

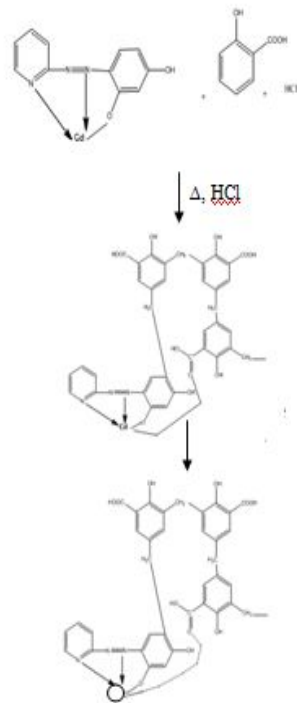


**Gambar 1.** Kurva metode job kompleks Cd(II)-PAR

Dari perpotongan grafik tersebut diperoleh dua persamaan garis, yaitu  $y = 1,460x + 0,183$  dan  $y = 1,304x + 0,268$ . Dari dua persamaan garis ini nilai x dapat dihitung, dan nilai x hasil perhitungan adalah 0,5. Angka 0,5 menunjukkan fraksi mol yang ditunjukkan oleh perbandingan mol 1:1, dimana merupakan perbandingan maksimum untuk kompleks Cd(II) dan PAR yang masih dalam garis linearitas. Hasil ini juga dibandingkan dengan penelitian mengenai kompleks logam dengan PAR. Menurut Dhruv, dkk., dalam penelitiannya pada tahun 2009, perbandingan mol logam dengan PAR adalah 1:1. Metode yang digunakan juga sama yaitu dengan metode job. Jadi hasil penelitian penulis mengenai perbandingan kompleks biner ini dapat digunakan untuk sintesis *Ion Imprinted Polymers* (IIPs) selanjutnya.

b. Polimerisasi kompleks biner dengan asam salisilat dan formaldehida

Hasil yang diperoleh berbentuk gumpalan merah yang kaku dan keras. Hal ini disebabkan karena adanya pengikat silang yaitu formaldehida yang membentuk ikatan silang dalam polimer sehingga terbentuk senyawa polimer yang rigid.



**Gambar 2.** Mekanisme reaksi pembentukan Cd-IP

Dalam mekanisme reaksi pembentukan Cd-IP terlihat pada Gambar 2 bahwa terbentuk ikatan kovalen koordinat antara polimer dan logam. Ikatan ini terbentuk karena terdapat pasangan elektron bebas (PEB), yaitu dari O dan N yang berikatan kuat dengan logam Cd(II). Ligan 4-(2-Pyridilazo) resorcinol (PAR) bertindak sebagai ligan tridentat yang mengikat logam Cd(II) dan monodentat dari asam salisilat. Untuk melepaskan ion Cd(II) yang terikat pada *Ion Imprinted Polymer* tersebut

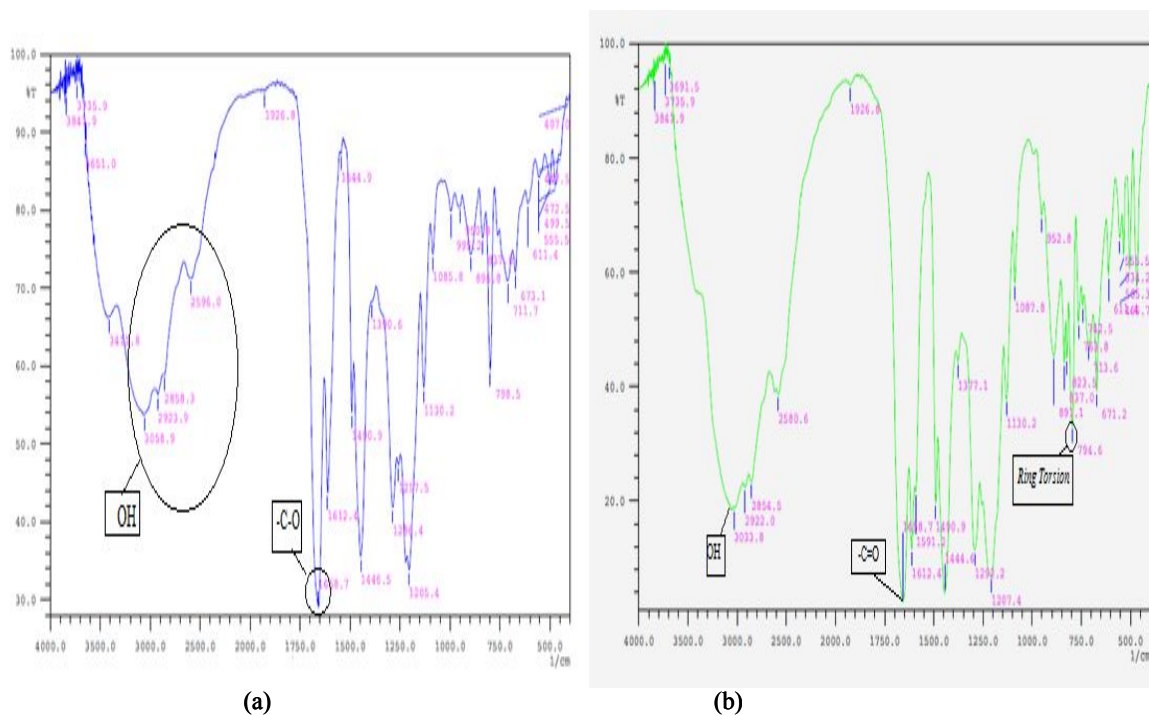
digunakan EDTA 0,05M. EDTA berperan sebagai agen pengkhelat, yang memiliki ligan heksadentat sehingga mampu kuat mengikat dan meretensi Cd(II). EDTA merupakan asam amino polikarboksilat berupa ligan yang mengikat ion Cd(II) dengan kedua gugus amina dan keempat gugus karboksilatnya. Oleh karena itu EDTA memiliki afinitas yang tinggi untuk mengikat ion Cd(II) dibandingkan dengan pengkhelat yang lain dan dapat membentuk senyawa kompleks yang sangat kuat.

### 3.2. Karakterisasi hasil sintesis

Hasil spektrum pada Gambar 3(a) menunjukkan beberapa gugus fungsi penting yang mampu membuktikan bahwa *Cd-Imprinted Polymer* yang diinginkan sudah terbentuk. Pada panjang gelombang 2596-3058  $\text{cm}^{-1}$  merupakan karakteristik untuk vibrasi *stretching* untuk gugus -OH. Untuk vibrasi C=O terdapat pada bilangan gelombang 1658  $\text{cm}^{-1}$ . Adanya bilangan gelombang untuk vibrasi -OH dan C=O ini karena pada IIP terbentuk dimer asam salisilat. Puncak serapan karakteristik lainnya yaitu untuk >C=N dan -N=N- pada 1490,9 dan 1446,5  $\text{cm}^{-1}$ . Puncak pada 1205,4  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi *stretching* untuk C-N.

Hasil spektrum pada Gambar 3(b) menunjukkan beberapa gugus fungsi penting yang khas untuk polimer asam salisilat dan formaldehida. Pada panjang gelombang 2580,6 - 3033,8  $\text{cm}^{-1}$  merupakan karakteristik untuk vibrasi *stretching* untuk gugus -OH. Terjadi pergeseran ke bilangan gelombang yang lebih kecil untuk vibrasi -OH ini jika dibandingkan dengan spektrum IR-IIP, yaitu dari bilangan gelombang 3058,9  $\text{cm}^{-1}$  menjadi bilangan gelombang 3033,8  $\text{cm}^{-1}$ . Hal yang sama juga terjadi untuk vibrasi C=O yang mengalami penurunan bilangan gelombang dari sekitar 1700  $\text{cm}^{-1}$  menjadi 1658,7  $\text{cm}^{-1}$ . Pergeseran bilangan gelombang untuk vibrasi -OH dan C=O ini karena pada NIP terbentuk dimer asam salisilat.

Untuk cincin aromatik pada umumnya dan khususnya pada daerah sidik jari asam salisilat ada puncak yang khas yang tajam yaitu pada panjang gelombang 798,5  $\text{cm}^{-1}$  yang disebut *ring torsion*. Puncak ini mengidentifikasi cincin benzena yang tersubstitusi. Semakin banyak cincin benzena yang tersubstitusi maka puncak pada panjang gelombang 798,5  $\text{cm}^{-1}$  akan bergeser ke panjang gelombang yang lebih kecil menjadi 794,6  $\text{cm}^{-1}$ . Pergeseran bilangan gelombang ini cukup baik menunjukkan polimerisasi asam salisilat dengan formaldehida sudah berhasil dilakukan.



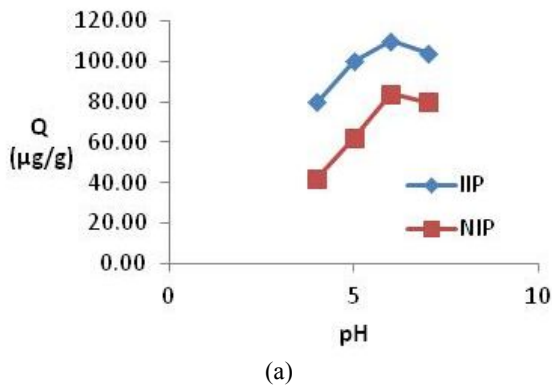
Gambar 3. (a) Spektrum IR IIPs; (b) Spektrum IR NIP

### 3.3. Penentuan Kondisi Optimum Metode Batch

#### a. Penentuan pH optimum

Penentuan pH optimum terhadap retensi ion logam Cd(II) dilakukan dengan metode *batch*, sejumlah IIPs dan NIP dikontakkan langsung dengan larutan Cd(II) standar selama 2 jam dengan variasi pH yaitu pH 4, 5, 6, dan 7. Kurva antara pH terhadap kapasitas retensi Cd(II) dapat dilihat pada Gambar 4(a). Dari hasil penelitian terlihat bahwa pada pH 6 dapat meretensi Cd(II) secara optimum, baik untuk IIPs maupun NIP.

Kapasitas retensi Cd(II) meningkat seiring dengan meningkatnya pH, namun setelah pH 6 kapasitas retensi Cd(II) menurun. Pada larutan dengan pH asam terutama di bawah pH 4, kapasitas retensi sangat rendah. Hal ini terjadi karena dalam larutan konsentrasi ion  $H_3O^+$  besar sehingga memungkinkan terjadinya kompetisi dengan ion Cd(II) saat teretensi polimer. Namun, adsorpsi Cd(II) lebih besar dibandingkan dengan adsorpsi ion  $H_3O^+$  karena dengan meningkatnya pH maka ion  $H_3O^+$  berkurang sehingga kapasitas retensi Cd(II) meningkat. Kemampuan polimer dalam meretensi larutan Cd(II) semakin berkurang ketika pH di atas 6 karena resin tersebut telah jenuh oleh ion Cd. Nilai retensi juga menurun karena pada pH di atas 7 mulai terbentuk hidroksida dari Cd yaitu  $Cd(OH)_2$ . Hal ini menyebabkan jumlah Cd(II) yang ada di dalam larutan berkurang dan akan terjadi pengendapan.



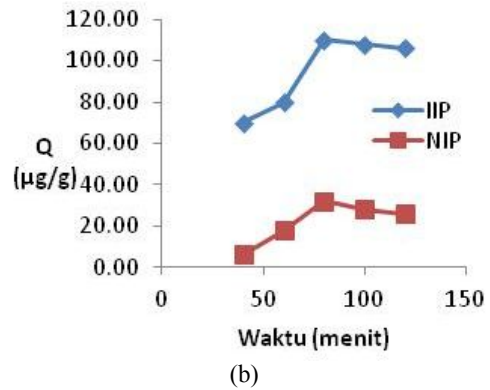
Gambar 4. (a) Penentuan pH optimum

#### b. Penentuan waktu optimum

Untuk menentukan waktu kontak optimum, sejumlah IIPs dan NIP dikontakkan langsung dengan larutan standar Cd(II) pada pH optimum yaitu pH 6. Waktu kontak dibuat bervariasi antara 20-120 menit. Penentuan waktu kontak ini dilakukan agar diketahui waktu polimer ini untuk meretensi logam Cd(II) secara optimum. Kurva antara waktu terhadap kapasitas retensi Cd(II) dapat dilihat pada Gambar 4(b). Dari hasil penelitian terlihat bahwa pada waktu ke 80 menit dapat meretensi Cd(II) secara optimum, baik untuk IIPs maupun NIP.

Kapasitas retensi Cd(II) meningkat seiring dengan meningkatnya waktu, namun setelah waktu ke 80 menit kapasitas retensi Cd(II) menurun. Dengan bertambahnya

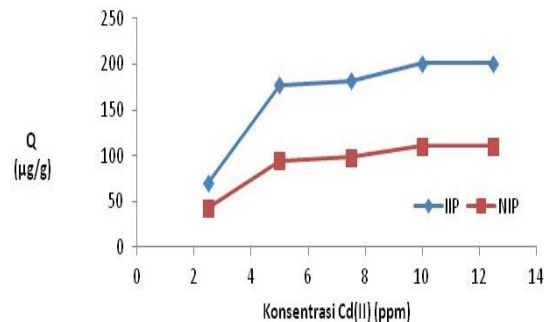
waktu kontak maka lebih banyak Cd(II) yang teradsorpsi hingga mencapai keadaan jenuh atau kesetimbangan. Setelah mencapai kesetimbangan, laju desorpsi lebih cepat dibandingkan dengan adsorpsi yang terjadi karena beberapa faktor (suhu dan mekanik). Oleh karena itu, setelah lebih dari 80 menit kemampuan polimer untuk meretensi Cd(II) sudah tidak efisien lagi sehingga nilai kapasitas retensi relatif menurun.



Gambar 4. (b) Penentuan waktu kontak optimum

#### c. Kapasitas adsorpsi

Kapasitas adsorpsi Cd(II) baik dalam IIPs dan NIP ditentukan dengan metode *batch* pada rentang konsentrasi 2,5-12,5 ppm. Jumlah ion Cd(II) yang diadsorpsi per satuan massa IIPs dan NIP meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi awal Cd(II). Kurva adsorpsi Cd(II) oleh IIPs dan NIP dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva kapasitas adsorpsi

Kapasitas retensi Cd(II) meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi. Di atas konsentrasi 10 ppm, kapasitas adsorpsi cenderung konstan. Kapasitas adsorpsi untuk IIPs 200,89 µg/gram dan untuk NIP 110,73 µg/gram. Rongga yang terbentuk setelah ion Cd(II) didesorpsi dan cetakan ion yang ukuran dan koordinasi geometrinya sesuai membuat kapasitas adsorpsi IIPs lebih besar. Hal ini dikarenakan IIPs mempunyai daya adsorpsi dan desorpsi yang tinggi. Sedangkan dalam NIP tidak menghasilkan afinitas pengikatan yang spesifik karena gugus-gugus fungsi dalam polimernya memiliki distribusi yang acak sehingga tidak menghasilkan afinitas pengikatan yang spesifik.

Jumlah ion meningkat dengan meningkatnya konsentrasi awal Cd(II). Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya konsentrasi Cd(II) maka Cd(II) yang terserap lebih banyak sehingga kapasitas adsorpsi meningkat. Namun, pada konsentrasi Cd(II) 10 ppm antara adsorpsi dengan desorpsi mencapai kesetimbangan dan derajat penutupan telah sempurna, sehingga adsorpsi dan desorpsi memiliki laju yang sama dan mencapai konstan.

#### d. Aplikasi pada sampel lingkungan

Ion Cd(II) yang diadsorpsi oleh IIPs dilepaskan (desorpsi) lagi dengan menggunakan EDTA 0,05 M. Desorpsi maksimum ditentukan selama rentang waktu 80 menit. Uji untuk menentukan bahwa Cd-IP ini dapat digunakan beberapa kali dilakukan, adsorpsi dan desorpsi Cd(II) diulang tiga kali. Hasil % perolehan kembali diperoleh tidak kurang dari 95% dengan menggunakan *Imprinted Polymer* yang sama. Nilai % perolehan kembali yang tidak kurang dari 95% ini menunjukkan bahwa polimer ini bisa digunakan beberapa kali dan dapat diregenerasi. Data adsorpsi dan desorpsi dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Persen perolehan kembali

Percobaan ke-	Konsentrasi Cd(II)		%recovery
	mg/L		
	adsorpsi	desorpsi	
1	6,44	6,21	96,42
2	6,10	5,89	96,57
3	6,73	6,43	95,54

## 4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah berhasil disintesis suatu polimer pencetak ion yang selektif untuk Cd(II). Cd(II)-*Imprinted Polymer* (Cd-IP) berhasil disintesis melalui polimerisasi asam salisilat dan formaldehida dengan adanya kompleks logam Cd(II) dan ligan 4-(2-pyridylazo) resorcinol. Ion Cd(II) pada Cd(II)-*Imprinted Polymer* dapat dilepaskan dengan larutan EDTA 0,05 M. Kapasitas adsorpsi maksimum untuk Cd(II) adalah 200,89 µg/g pada pH 6 dengan waktu kontak 80 menit. *Ion Imprinted Polymer* ini digunakan secara berulang untuk aplikasi sampel lingkungan hingga 3 kali dengan persen perolehan kembali tidak kurang dari 95%.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Meyliana Wulandari dan seluruh dosen serta laboran yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Ahamed, M. A. Riswan. et.al. 2010. Synthesis, Characterization, Metal Ion Binding Capacities and Applications of a Terpolymer Resin of Anthranilic acid/Salicylic acid/Formaldehyde, *Iranian Polymer Journal*. 19 (8), 2010, 635-646.
- Ahmad, Fasmi. 2009. Tingkat Pencemaran Logam Berat dalam Air Laut dan Sedimen di Perairan Pulau Muna, Kabaena, dan Buton Sulawesi Tenggara, *Makara, Sains*. 13 (2), 117-124.
- Amran, M. B., Panggabean, A. S., Sulaeman, A., Rusnadi, M. 2011. Preparation of a Chelating Resin and its Application as a Preconcentration System for Determination of Cadmium in River Water by Flow Injection Analysis, *International Journal Environment Research*. 5 (2), 531-536.
- Bag, Huseyin., et.al. 2006. Determination of Lead, Iron, Manganese and Zinc in Sea Water Samples by Atomic Absorption Spectrometry after Preconcentration with Chromosorb 105, *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*. 1,1-13.
- Cahyadi, Wisnu. 2006. Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan, Jakarta, PT.Bumi Aksara.
- Chalapathi, K., and G. P. Maddaiah. 2010. Solid Phase Extraction of Copper, Cadmium and Lead in Environmental Samples FAAS Using Activated Carbon Modified with 5-(4-Dimethyl Aminobenzylideneamino)-2-Hydroxy Benzoic Acid, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 2 (2), 27-35.
- Corsini, A., A. Chiang, and R. D. Fruscia. 1982. Direct Preconcentration of Trace Elements in Aqueous Solution on Macroreticular Acrylic Ester Resin, *Analytical Chemistry*. 54, 1433-1435.
- Daniel, S., et.al. 2006. Synthesis of Imprinted Polymer with Palladium Ion Nanoporous and It's Analytical Application, *Analytical Chimica*. 488,172-182.
- Dhruv K. Singh & Shraddha, Mishra. 2009. Synthesis of a New Cu(II)-Ion Imprinted Polymer for Solid Phase Extraction and Preconcentration of Cu(II), *Analytical Research Laboratory, Department of Chemistry, Harcourt Butler, Technological Institute. Kanpur 208002, India*, doi: 10.1365/s10337-009-1379-20009-5893/09/12.
- Ferdyan. 2011. Penyakit yang disebabkan oleh Kadmium, [Available@http://ferdyan66.blogspot.com/2011/07/penyakit-yang-disebabkan-oleh-kadmium.html](http://ferdyan66.blogspot.com/2011/07/penyakit-yang-disebabkan-oleh-kadmium.html) (diakses tanggal 20 Oktober 2011).
- Kristian, Rieko & Amitra, Panji Setya. 2007. Asam Salisilat dari Phenol, Cilegon, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

- Ovari, Mihaly., Gyula Zaray, Jurgen Hassler. 2002. Solid Sampling Electrothermal Vaporization Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometric Method for Analysis of Amphipods (*Dikerogammarus Villosus*) Samples, *Microchemical Journal*. 73, 125–130.
- P. Metilda., K. Prasad., R. Kala., J.M. Gladis., T. Prasada Rao., G.R.K. Naidu. 2007. Ion Imprinted Polymers Based Sensor for Monitoring Toxic Uranium in Environmental Samples, *Analytical Chimica Acta*. 582, 147-153.
- R. C. Degeiso, I. G. Donaruma., A. Tomic. 1961. Polymeric Ligands. I. Some Salicylic Acid Derivatives, *Journal of Organic Chemistry*. 27, 1424-1426.
- Singh, D.K. & Shraddha Mishra. 2009. Synthesis of a New Cu(II)-Ion Imprinted Polymers for Solid Phase Extraction and Preconcentration of Cu(II), *Chromatographia*. 70, 1539-1545.
- WB, Gurnule., Juneja HD., Paliwal LJ. 2002. Ion-Exchange Properties of Salicylic Acid-Melamineformaldehyde Terpolymer Resin, *Reaction Functional Polymer*. 50, 95-100.