

REVIEW ARTICLE: PEMANFAATAN MIKROKAPSUL ALGINAT SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM

ARTICLE TITLE: UTILIZATION OF ALGINATE MICROCAPSULES AS METAL ION ADSORBENTS

Nur Khamillah Rumengan, Aman Sentosa Panggabean, Subur P. Pasaribu, Ika Yekti Lianasari

Program Studi S-1 Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Mulawarman, Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

*Corresponding author: mila.btg1001@gmail.com

ABSTRACT

A review article has been carried out on the use of alginate microcapsules as metal adsorbents. From the review of this article, it was found that metal pollution would harm the environment, so alginate microcapsules were made which have a carboxylic acid group, namely carboxyl which is able to bind with a metal. The metals that are adsorbed are Cd^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} . The microcapsules reviewed in this article include Ca-Alginate-EDTA Microcapsules, Magnetite-Alginate Microcapsules (MNPs-ALG), Alginate and Alginate/Montmorillonite Films, polyvinyl alcohol-Na-alginate Microcapsules, Ca-alginate-DMG. The aim of modifying alginate microcapsules is to increase the metal absorption capacity, metal absorption recovery and surface area of each adsorbent. The way alginate microcapsules work is by exchanging unstable ions and the flow and stirring speed will affect the shape and size of the microcapsules. Slow stirring will produce microcapsules with a larger particle size because during the stirring process large droplets are formed. The absorption results obtained ranged from 84-119% and the adsorption capacity was 0.0301 - 185.95 mg/g.

Keywords : Adsorption, Alginate, Metal Ions, Microcapsule

ABSTRAK

Telah dilakukan ulasan artikel pemanfaatan mikrokapsul alginat sebagai adsorben logam. Dari ulasan artikel ini didapatkan pencemaran logam yang akan membahayakan lingkungan, sehingga dibuat mikrokapsul alginat yang memiliki gugus asam karboksilat yaitu karboksil yang mampu mengikat dengan suatu logam. Logam yang di adsorpsi yaitu Cd^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} . Mikrokapsul yang di ulas pada artikel ini antara lain Mikrokapsul Ca-Alginat-EDTA, Mikrokapsul Magnetit-Alginat (MNPs-ALG), Film Alginat dan Alginat/Montmorillonite, Mikrokapsul polivinil alkohol-Na-alginat, Ca-alginat-DMG. Tujuan modifikasi mikrokapsul alginat ini untuk meningkatkan kapasitas penyerapan logam, perolehan kembali penyerapan logam dan luas permukaan masing-masing adsorben. Cara kerja mikrokapsul alginat yaitu dengan menukar ion yang tidak stabil serta kecepatan alir dan pengadukan akan mempengaruhi bentuk dan ukuran mikrokapsul. Pada pengadukan yang lambat akan menghasilkan mikrokapsul dengan ukuran partikel yang lebih besar karena selama proses pengadukan terbentuk tetesan-tetesan dengan ukuran yang besar. Hasil penyerapan yang diperoleh berkisar antara 84-119% dan kapasitas adsorpsi sebesar 0.0301 - 185,95 mg/g.

Kata kunci : Adsorpsi, Alginat, Ion Logam, Mikrokapsul

PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia semakin pesat yang memberikan dampak positif bagi masyarakat dan negatif bagi lingkungan terutama hasil limbah. Limbah yang mencemari lingkungan adalah limbah cair yang mengandung logam (Pratiwi dkk., 2020). Salah satu komponen pencemar yang menurunkan kualitas air dan mengakibatkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan adalah logam berat,

seperti Cu, Cr, Cd, Hg dan Pb (Pratama dkk., 2022). Pencemaran logam berat terjadi pada sistem perairan. Salah satu cara terbaik untuk membantu mengatasi pencemaran yaitu dengan pemurnian air. Dibandingkan dengan beberapa proses pemurnian air dari logam berat, proses adsorpsi lebih efisien dan lebih murah dibandingkan teknologi penjerapan logam berat lainnya seperti: koagulasi dan presipitasi kimia, elektroflotasi,

pertukaran ion dan pemisahan membran (Haryanto dkk, 2019).

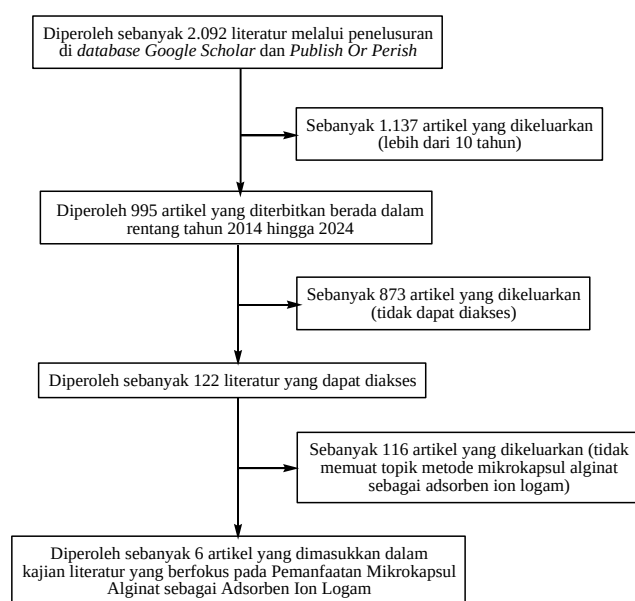
Dalam proses adsorpsi digunakan adsorben yang pada umumnya material yang berpori yang memiliki gugus tertentu yang dapat berikatan dengan logam. Salah satunya adsorbennya adalah alginat. Alginat merupakan salah satu jenis polimer alami yang diperoleh dari proses ekstraksi rumput laut coklat yang mengandung polisakarida pada dinding sel berupa asam alginat yang mudah didapatkan dan biokompatibel. Alginat memiliki gugus fungsi asam karboksilat yang merupakan senyawa aktif yang mampu berikatan dengan suatu logam. Karboksil pada alginat dengan kation multivalensi Ca^{2+} memungkinkan terjadi pembentukan gel. Kation selain Ca^{2+} tidak bisa digunakan dikarenakan kurang stabil. Kalsium paling banyak digunakan karena beberapa alasan seperti membentuk gel yang stabil dengan alginat, harganya murah, ketersediaannya yang mudah didapatkan dan sifatnya yang non-toksik. Pembentukan gel ini juga dapat meningkatkan kemampuan penyerapan hal ini disebabkan memiliki volume pori yang besar dibandingkan dengan bentuk serpihan sehingga Alginat ini sangat efektif untuk proses adsorpsi logam melalui adanya *coupling* dengan karbon *nanotube*, maupun yang dimodifikasi dengan agen pengkhelet (Pratiwi dkk., 2020).

Artikel yang sudah terbit telah cukup banyak mengkaji penggunaan alginat sebagai adsorben dengan berbagai modifikasi untuk penyerapan logam berat. Penggunaan Ca-Alginat-EDTA mampu untuk menyerap logam-logam berat seperti Cd dengan kapasitas retensi masing-masing sebesar 0.0301 mg/g (Pratiwi dkk., 2020). Kinerja analitik MNPs-Alginat untuk logam Cu dan aplikasinya ke sampel alam mampu menyerap logam 185,96 mg/g (Lianasari dkk., 2024). Adsorben yang berbasis film alginat dan film *montmorillonite* untuk menyerap logam Cu penelitian ini dapat mengurangi konsentrasi Cu sebesar 96,45% (Pratama dkk., 2022). Modifikasi EDTA untuk pemanfaatan Resin Ca-Alginat dalam tahap Prakonsentrasi Logam Mn dengan Metode Kolom dapat menyerap 0.6546 mg/g (Sari dkk., 2016).

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu metode kajian literatur terhadap artikel-artikel yang berkaitan dengan pemanfaatan mikrokapsul alginat sebagai adsorben logam. Penelusuran artikel ini menggunakan dua bahasa,

yaitu Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia dengan kata kunci pemanfaatan mikrokapsul alginat, penyerapan logam, alginat penyerapan logam dan adsorpsi logam dengan mikrokapsul alginat. Artikel yang digunakan dalam kajian literatur ini berupa jurnal. Penelusuran literatur 10 tahun terakhir untuk dianalisis. Artikel-artikel tersebut dikumpulkan dari sumber *online* secara kualitatif dan kuantitatif lalu disederhanakan, sehingga diperoleh deskripsi yang konkrit agar tercapai tujuan penulis mengulas pemanfaatan mikrokapsul alginat sebagai adsorben logam. Kriteria kelayakan artikel dalam proses pencarian artikel melalui beberapa tahapan yaitu memiliki variabel terikat dengan kata kunci melalui data *base Google Scholar*. Dari tahap ini diperoleh sebanyak 1123 literatur dan melalui *Publish Or Perish*, diperoleh sebanyak 14 literatur. Uji kelayakan artikel dilakukan dengan menyaring artikel yang fokus dan spesifik pada pembahasan tentang pemanfaatan mikrokapsul alginat sebagai adsorben logam. Diagram alur pemilihan literatur pada ulasan artikel ini sebagai berikut:



HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil artikel dengan metode kajian literatur. Hasil ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Rekap Hasil Pencarian Jurnal

No.	Peneliti, Tahun	Judul	Jurnal dan Volume	Hasil
1.	Sani Widyastuti, Pratiwi, Ayu Triastuti, Ratna Nurmallasari dan Inggis Pinarti (2020)	Optimasi Pembuatan Mikrokapsul Kalsium-Alginat-EDTA sebagai adsorben untuk logam Kadmium	J. Pijar MIPA, 15(4), 2020: 384-391	Hasil karakterisasi inframerah menunjukkan adanya perubahan transmittan pada gugus fungsi C-O dan C-N yang terjadi pada mikrokapsul setelah mengikat logam kadmium pada bilangan gelombang $1436,97\text{ cm}^{-1}$. Kondisi optimum pada pembuatan resin Kalsium-Alginat-EDTA yaitu pada kondisi Kalsium klorida 0,1 M, konsentrasi natrium-alginat 1 % dan massa EDTA 0,75 g EDTA dengan kapasitas retensi sebesar 0.0301 mg/g.
2.	Ika Yekti Lianasari, Aman Sentosa Panggabean, Bohari Yusuf, Alimuddin, Soerja Koesnarpadi (2024)	Kinerja Analitik Mikrokapsul Magnetit - Alginat (MNPs-ALG) untuk Analisis Ion Logam Cu(II) dan Aplikasinya pada Sampel Alam	KOVALEN: Jurnal Riset Kimia, 10(1), 2024: 20-29	Hasil karakterisasi SEM menunjukkan perbedaan morfologi sebelum dan sesudah dikontakkan, dan terdapat 0,98% massa unsur Cu pada hasil EDS. Pengujian optimasi adsorpsi mikrokapsul memberikan hasil terbaik >90 % pada variasi massa magnetit (MNPs) sebesar 0,3 gram; pH 5; waktu kontak 30 menit serta kapasitas retensi sebesar 185,95 mg/gram.
3.	Borneo Satria Pratama, Erliza Hambali, Mohamad Yani, Naoto Matsue (2022)	Pemanfaatan Film Alginat dan Alginat/Montmorillonite Sebagai Adsorben Cu(II)	J. Sains Dasar, 11(2), 2022: 70 - 77	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja adsorpsi terbaik didapatkan pada adsorben A-F-2% dengan kecepatan pengocokan 150 rpm, yang menghasilkan persentase pengurangan konsentrasi tembaga dari dalam air sebesar 96,45% setelah tercapainya kesetimbangan (60 menit). Adsorben film Alginat memiliki kecocokan terhadap model isoterm Freundlich dan Langmuir, dengan nilai $R^2 > 99,99\%$ untuk kedua model yang diregresikan secara linear.
4.	Rahma Juwita Sari, Aman Sentosa Panggabean, Erwin (2016)	Pemanfaatan Resin Ca-Alginat Termodifikasi Dengan Etilena Diaminena Tetraasetat (EDTA) Dalam Tahapan Prakonsentrasi Ion Mn (II) Berbasis Metode Kolom	Jurnal Atomik, 1(1), 2016: 28-35	Telah dilakukan penelitian tentang modifikasi mikrokapsul Ca-Alginat dengan EDTA dan Pemanfaatan secara bertahap pada kolom prakonsentrasi metode berbasis ion Pb. Kondisi optimum kinerja analisis mikrokapsul resin ini dengan penyerapan Pb terbaik pada pH 8, kapasitas retensi 0,6546 mg/g resin, eluen HCl 1,5 M. Konsentrasi Pb berdasarkan volume 8 mL dan volume eluen HCl 3 mL, kinerja analisis metode ini cukup baik untuk analisis ion Pb ditunjukkan dari

				nilai pengukuran limit deteksi sebesar 0,0469 mg/L yang dapat direplikasikan dalam bentuk persentase koefisien variansi untuk 1:20%. Metode ini diaplikasikan untuk analisis Fe dalam sampel air dari lingkungan dengan nilai perolehan kembali > 95%, dengan menggunakan teknik spike menunjukkan bahwa matrik sampel tidak mempengaruhi hasil pengukuran dan dapat digunakan analisis Pb dalam sampel air pada kadar rendah.
5.	Aman Sentosa Panggabean, Wirdhaningsih, Subur P. Pasaribu (2020)	Preconcentration of Ion Ni(II) using Ca-Alginate Modified Resin with Dimethylglyoxime as a Filler Material of Column	Jurnal Kimia Valensi, 6(1), 2020: 40-46	Penelitian tentang prakonsentrasi ion Ni(II) menggunakan resin Ca-alginat yang dimodifikasi dengan DMG sebagai bahan pengisi kolom telah dilakukan. Kondisi optimal pada tahap prakonsentrasi ion Ni(II) adalah retensi pada pH 4, volume sampel 10 mL, volume eluen HNO ₃ 4 mL pada konsentrasi 1,5 M, dengan nilai kapasitas retensi sebesar 2,4657 mg Ni(II)/g resin. Kinerja analitis dari metode ini baik, ditunjukkan dengan nilai repeatability sebagai persentase nilai koefisien variansi sebesar 4,06%, dan mampu peningkatan batas deteksi ion Ni(II) sebesar 3,94 kali lipat jika dibandingkan pengukuran langsung dengan AAS. Metode ini dapat diterapkan untuk penentuan ion Ni(II) pada sampel air sungai Mahakam di pelabuhan Samarinda dengan nilai persentase kesembuhan > 95 % menunjukkan bahwa matriks sampel tidak berpengaruh terhadap hasil pengukuran.
6.	Nur Habibah, Aulia Ratri Hapsari, Adhitasari Suratman, Dwi Siswanta	Development of Polyvinyl Alcohol-Sodium Alginate Beads as Immobilization Matrices of 1,5-Diphenylcarbazide for the Detection of Cr(VI)	J. Mater. Environ. Sci., 11(2), 2020: 176-186	Manik-manik polivinil alkohol-natrium alginat sebagai sensor untuk mendeteksi Cr(VI) dalam larutan air dikembangkan dengan cara melumpuhkan 1,5-difenilkarbazida. Manik-manik yang dihasilkan dikarakterisasi dengan spektrofotometer FTIR, dan pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 547 nm. Respon optimum penginderaan manik-manik diperoleh pada pH 2, selama 8 menit penginderaan. Linearitas kurva kalibrasi diperoleh dengan batas deteksi untuk sampel 25 mL sebesar 0,11 mg L ⁻¹ . Sensor manik-manik memiliki presisi, akurasi, dan stabilitas yang baik selama 30 hari. Selanjutnya, sensor manik-manik mampu

mendeteksi keberadaan Cr(VI) dalam sampel air, dibuktikan dengan adanya perubahan warna sensor manik-manik relatif terhadap standar visual.

Berikut hasil analisis metode penelitian dari enam literatur yaitu:

Tabel 2. Hasil Analisis Metode Penelitian

No.	Peneliti, Tahun	Jenis Absorben	Logam	Variabel Bebas	Hasil Karakterisasi Bebas	Kapasitas Adsorpsi	% Penyerapan
1.	Sani Widyastuti Pratiwi, Ayu Triastuti, Ratna Nurmalasari dan Inggis Pinarti	Mikrokapsul Ca-Alginat-EDTA	Cd ²⁺	Variabel [CaCl ₂] = 0,05 M; 0,1 M ; 0,5 M; 1 M; dan 2 M Variabel Massa EDTA = 0,50 g; 0,75 g ; 1 g; 2 g dan 2,5 g Variabel [Na-alginat] = 0,5%; 1 % , 1,5%; 2%, dan 3 %	FT-IR = transmitan pada gugus fungsi C-O dan C-N yang terjadi pada mikrokapsul setelah mengikat logam kadmium pada bilangan gelombang 1436,97 cm ⁻¹ .	0.0301 mg/g	-
2.	Ika Yekti Lianasari, Aman Sentosa Panggabean, Bohari Yusuf, Alimuddin, Soerja Koesnarpadi	Mikrokapsul Magnetit - Alginat (MNPs-ALG)	Cu ²⁺	Variasi Massa Magnetik (MNPs) = 0,1; 0,2; 0,3 dan 0,4; 0,5 gram Variasi pH = 2,3,4,5,6,7,8 Variasi Waktu Kontak = 15,30,45,60,90,120 menit Variasi [MNPs] = 10,50,100,250,500, 800 , 1000 ppm	Hasil karakterisasi dengan SEM menunjukkan terdapat perbedaan morfologi sebelum dan sesudah dikontakkan, dan terdapat 0,98% massa unsur Cu pada hasil EDS.	185,95 mg/g	>90%
3.	Borneo Satria Pratama, Erliza Hambali, Mohamad Yani, Naoto Matsue	Film Alginat dan Alginat/Montmorillonite	Cu ²⁺	Variasi Kecepatan Pengocokan = 50, 100 dan 150 rpm Variasi Massa Alginat = A-F-1%, A-F-1.5% dan A-F-2%	Hasil karakterisasi FT-IR menunjukkan material yang digunakan sampel A-F-2% merupakan alginat, dengan ciri khas absorpsi yang ditunjukkan pada rentang bilangan gelombang tertentu.	-	96.45%

				Variasi Morfologi Adsorben = A-B-2% dan A-F-2%			
4.	Rahma Juwita Sari, Aman Sentosa Panggabean, Erwin	Resin Ca-Alginat-EDTA	Mn ²⁺	Variasi pH = 2- 8 Variasi [HCl] = 0,5; 1; 1.5 ; 2 dan 2.5 M Variasi volume standar Pb 2 mg/L = 2; 4; 6; 8 dan 10 mL Variasi volume asam = 1,2,3,4,5,6,7,8 mL	-	0.6546 mg/g	99.10% untuk sampel Air Sungai Karang Mumus dan 97.33% untuk Air Sumur bor
5.	Aman Sentosa Panggabean, Wirdhaningsih, Subur P. Pasaribu	Ca-Alginate-Dimethylglyoxime	Ni ²⁺	Variasi Waktu Kontak dan Kinetika Adsorpsi = 120 menit dan teradsorpsi 18%	-	-	-
6.	Nur Habibah, Aulia Ratri Hapsari, Adhitasari Suratman, Dwi Siswanta	Manik-manik polivinil alkohol-natrium alginat	Cr ⁶⁺	Variasi [DPC] = 0; 2.27; 4.53 ; 6,77; 9,01 dan 11,24 mg DPC g ⁻¹ manik-manik Variasi pH = 1,2,3,4,5 Variasi Waktu Kontak = 4,5,6,7, 8	FT-IR antara PVA, Na-alginat, DPC dan Cr(VI)-Kompleks DPC. Puncak O–H telah bergeser ke bilangan gelombang yang lebih rendah, yaitu 3410 cm ⁻¹ membuktikan terbentuknya ikatan hidrogen baru antara kompleks Cr(VI)-DPC dengan bead. Puncak COO– bergeser ke bilangan gelombang yang lebih rendah, 1635, dan 1435, menunjukkan cm ⁻¹ berkurangnya interaksi antara PVA dan alginat akibat putusnya ikatan –COO dan -OH serta terbentuknya ikatan baru akibat ikatan hidrogen	-	84-119%

					antara kompleks Cr(VI)-DPC dengan bead. Studi ini mengungkapkan bahwa manik-manik PVA-alginat bersifat mikro, memiliki diameter pori yang lebih besar.		
--	--	--	--	--	--	--	--

Pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa artikel yang dikaji dalam ulasan artikel yang terpublikasi dari tahun 2016 sampai 2024 dengan total enam artikel. Dari keenam jurnal yang dikaji seluruhnya dapat diakses *fulltext*. Sedangkan pada Tabel 2, dapat diketahui bahwa jenis adsorben dan logam yang diserap yaitu mikrokapsul Ca-Alginat-EDTA yaitu logam Cd^{2+} (Pratiwi dkk., 2020) dan logam Mn^{2+} (Sari & Panggabean, 2016), Mikrokapsul Magnetit - Alginat (MNPs-ALG) untuk logam Cu^{2+} (Lianasari dkk., 2024), Film Alginat dan Alginat/*Montmorillonite* untuk logam Cu^{2+} (Pratama dkk., 2022), Ca-Alginate-DMG untuk logam Ni^{2+} (Panggabean dkk., 2020) dan manik-manik PVA-Na-alginat untuk logam Cr^{6+} (Habibah dkk., 2020). Variabel bebas yang digunakan yaitu konsentrasi CaCl_2 (Pratiwi dkk., 2020), Variasi Massa EDTA (Pratiwi dkk., 2020), variasi konsentrasi Na-alginat (Pratiwi dkk., 2020) dan (Pratama dkk., 2022), Variasi Massa Magnetik (MNPs) (Lianasari dkk., 2024), Variasi pH (Lianasari dkk., 2024), (Sari & Panggabean, 2016) dan (Habibah dkk., 2020), Variasi waktu kontak (Lianasari dkk., 2024) dan (Panggabean dkk., 2020), Variasi konsentrasi MNPs (Lianasari dkk., 2024), Variasi Kecepatan Pengocokan (Pratama dkk., 2022), Variasi Morfologi (Pratama dkk., 2022), Variasi volume standar Pb 2 mg/L (Sari & Panggabean, 2016), Variasi volume asam (Sari & Panggabean, 2016), Variasi Kinetika adsorpsi (Panggabean dkk., 2020) dan Variasi Konsentrasi DPC (Habibah dkk., 2020). Pada ulasan artikel ini menggunakan karakterisasi bebas yaitu FTIR (Pratiwi dkk., 2020), (Pratama dkk., 2022) dan (Habibah dkk., 2020). Karakterisasi SEM yaitu (Lianasari dkk., 2024). Diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 0,0301 mg/g–185,95 mg/g dan persen penyerapan berkisar 84%–119%.

Hasil penelitian yang dilakukan Pratiwi, dkk, (2020) Mikrokapsul Ca-alginat-EDTA dibentuk dari mereaksikan Na-Alginat dengan CaCl_2 dan EDTA, dengan tujuan mendapatkan suatu adsorben yang memiliki daya serap yang tinggi terhadap logam berat terutama logam Cd yang ekonomis, stabil dan aman bagi lingkungan itu sendiri. Senyawa alginat memiliki struktur kopolimer yang terdiri dari monomer asam β -D-Mannuronat (M) dan asam α -Guluronat (G) yang dapat membentuk gel dengan adanya ion kalsium. Dalam pembentukan gel, asam β -D-Mannuronat (M) memberikan sifat kuat namun rapuh sedangkan asam α -L-Guluronat (G) bersifat lebih lemah dibandingkan dengan asam β -D-Mannuronat namun lebih fleksibel. Gugus karboksil berfungsi sebagai situs aktif

alginat untuk mengikat logam berat. Interaksi ion logam dengan gugus COO^- dari alginat terjadi pada inter dan intramolekul. Alginat yang tidak larut menunjukkan reaksi seperti resin penukar ion. Kemampuan dari ion-ion logam divalen berikatan dengan alginat tergantung pada jumlah relatif dari unit asam D-mannuronat dan L guluronat dalam alginat. Pembentukan gel alginat terjadi karena adanya pertukaran ion Na^{2+} dengan kation divalent, sehingga dari yang bersifat larut dalam air menjadi tidak larut dalam air. Modifikasi EDTA menjadi bentuk gel dengan Ca-alginat dapat meningkatkan kemampuan dan kapasitas serap terhadap logam berat. Hal ini disebabkan karena bentuk gel mempunyai volume pori yang lebih besar dibandingkan dengan bentuk

serpihan. Dimana dalam tahap ini mikroenkapsulasi digunakan untuk memperbaiki bentuk EDTA berupa serpihan menjadi butiran yang mempunyai bentuk dan ukuran yang seragam sehingga dapat digunakan sebagai resin dalam menyerap logam Cd.

Hasil penelitian yang dilakukan Lianasari, dkk, (2024) Proses karakterisasi dengan menggunakan SEM-EDS untuk memastikan morfologi dan komposisi massa unsur Cu saat mikrokapsul sebelum dan sesudah dikontakkan. Kondisi optimum dari mikrokapsul terhadap persen adsorpsi ion logam Cu (II) dilihat dari variasi massa magnetit (MNPs), pH, waktu kontak serta kapasitas retensi. Kinerja analitik juga memiliki peranan penting dalam kevaliditasan suatu metode sehingga pada penelitian ini parameter seperti linieritas, limit deteksi dan limit kuantitasi serta masa pakai *reuseability* (keberulangan). mikrokapsul perlu dilakukan. Selanjutnya setelah parameter validitas terpenuhi maka diharapkan mikrokapsul ini dapat diaplikasikan langsung pada sampel alam yaitu air sungai, air limbah dan sebagainya. Kondisi optimum pembuatan mikrokapsul Ca-alginat didasarkan dari hasil penelitian sebelumnya dimana variasi konsentrasi CaCl_2 1 M dan Na-alginat 1%. Larutkan 0,25 gram padatan NaAlginat ke dalam 25 mL aquades secara perlahan, dicampurkan padatan magnetik - alginat, ditambahkan beberapa tetes SPAN 80 dan diaduk hingga homogen. Diteteskan ke dalam larutan CaCl_2 1 M setetes demi setetes dengan suntikkan hingga terbentuk mikrokapsul. Kemudian butiran-butiran mikrokapsul dikeringkan pada suhu ruang selama ± 24 jam. Selanjutnya yang telah kering dicuci dengan aquades dan HCl 1 M selama 1 jam secara bergantian, kemudian dikeringkan dan di

karakterisasi dengan SEM-EDS sebelum dan sesudah dikontakkan dengan Cu (II). Hasil perolehan kembali (% recovery) yang dihasilkan untuk analisis sampel air Sungai memberikan nilai >90% yang menunjukkan bahwa akurasi metode yang dikembangkan ini cukup baik. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa metode ini dapat digunakan untuk menganalisis ion logam Cu (II) untuk sampel air di alam karena pengaruh matriks yang terdapat pada sampel dapat disederhanakan melalui penggunaan metode spike pada penelitian ini.

Hasil Penelitian Pratama, dkk, 2022 pengembangan material adsorben dengan mengkompositkan film alginat dengan montmorillonite sebagai upaya penurunan biaya bahan. Montmorillonite merupakan mineral utama dalam lempung (Bentonit). Lempung alam umumnya memiliki kandungan mineral impuritas lainnya (seperti: calcite, quartz, clinoptilolite) yang dapat dipisahkan untuk mendapatkan mineral montmorillonite murni. Penggunaan montmorillonite dalam penelitian ini tidak terlepas dari potensi Indonesia yang diperkirakan memiliki cadangan bentonit alam sebanyak 380 juta ton yang tersebar di pulau-pulau besar Indonesia. Film alginat dan komposit film alginat/montmorillonite berhasil diaplikasikan untuk menurunkan konsentrasi tembaga secara adsorptif dari dalam air. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui kecepatan pengocokan, massa adsorben, morfologi adsorben, serta penambahan campuran montmorillonite dalam film alginat berpengaruh terhadap kinerja adsorpsi tembaga. Kinerja adsorpsi terbaik didapatkan oleh adsorben A-F-2% dengan kecepatan pengocokan 150 rpm, dengan persentase pengurangan konsentrasi tembaga dari dalam air sebesar 96.45% setelah tercapainya kesetimbangan (60 menit). Adsorben film alginat juga memiliki kecocokan terhadap model isoterm Freundlich dan Langmuir, dengan nilai $R^2 > 99.99\%$ untuk kedua model yang diregresikan secara linear. Penelitian ini menunjukan potensi dari film alginat dan komposit film alginat/montmorillonite dalam pengaplikasiannya ke logam.

Hasil penelitian Panggabean, dkk, (2020) pembuatan resin mikrokapsul Ca-alginat yang dimodifikasi dengan dimetilglioksim (DMG) di buat dengan pengisi kolom pada tahanan prakonsentrasi ion Ni (II). Penelitian ini melalui beberapa tahap yaitu penentuan komposisi optimum Ca-alginat-DMG, optimasi pada tahap prakonsentrasi, kinerja analitik dan aplikasinya dalam penentuan ion Ni (II) pada sampel air dari

alam. Kondisi optimum teknik prakonsentrasi yang diperoleh adalah ion Ni (II) dapat tertahan pada pH 4, kapasitas retensi sebesar 2,4657 mg Ni(II)/g resin, konsentrasi dan volume HNO₃ sebagai eluen masing-masing sebesar 1,5 M dan 4 mL, serta volume Ni(II) sebesar 10 mL. Kinerja analisis yang diperoleh sangat baik yang ditunjukkan dengan pengukuran parameter seperti presisi dengan nilai %CV sebesar 4,06%. Nilai LOD sebesar 0,0541 mg/L dapat meningkatkan LOD ion Ni(II) sebesar 3,94 kali lipat jika dibandingkan dengan pengukuran langsung dengan AAS. Teknik prakonsentrasi telah diterapkan untuk analisis ion Ni(II) dalam sampel air dari lingkungan dengan nilai % recovery > 95%, yang menunjukkan bahwa metode tersebut dapat digunakan untuk analisis ion Ni(II) dalam sampel pada kadar renik. Penelitian ini merupakan penelitian pertama yang menggunakan DMG sebagai pengisi kolom dan penjerap logam. penemuan ini dapat menambah literatur untuk penemuan-penemuan berikutnya.

Hasil penelitian yang dilakukan Habibah, dkk, 2020 polivinil alkohol dan natrium alginat bersifat hidrofilik yang sama-sama memiliki gugus fungsi yang aktif untuk berikatan dengan hidrogen. Sifat ini dapat di imobilisasikan untuk DPC manik-manik. Dalam penelitian ini, disintesis DPC dengan sensor optik PVA-Na-Alginat untuk mendeteksi Cr(VI) dalam larutan berair. Standar disiapkan dengan berbagai konsentrasi kalium dikromat dan kemudian warna dari manik manik diukur dengan kromameter. Pembentukan kompleks Cr(VI) dengan DPC. Pertama dengan mereduksi Cr(VI) menjadi Cr(III) dan oksidasi DPC menjadi DPCO selanjutnya pembentukan kompleks berwarna antara Cr(III)-DPCO. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan FTIR untuk menentukan interaksi antara PVA, Na-alginat, DPC dan kompleks Cr(VI)-DPC. Dengan adanya Cr(VI) warna sensor berubah menjadi merah muda keunguan yang membuktikan bahwa reaksi Cr(VI)-DPC terjadi dalam fase padat. Selama 30 hari sensor ini memiliki stabilitas yang baik. Kondisi optimum sensor ini yaitu pada pH 2 selama 8 menit penginderaan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, terbukti bahwa sensor dapat digunakan sebagai metode alternatif untuk mendeteksi Cr(VI) dalam sampel air.

Hasil Penelitian yang dilakukan Sari, dkk, (2016) ditemukan bahwa EDTA dapat membentuk mikrokapsul Ca-alginat-EDTA dengan mereaksikan larutan Na-alginat dengan EDTA dalam larutan CaCl₂ dan menghasilkan penyerapan yang cukup baik. Dapat dibuktikan dari tampilan fisik resin yang berwarna putih yang

mengikat EDTA di dalamnya yang menandakan bisa tercampur dengan baik. Hasil karakterisasi resistensi mikrokapsul Ca-alginat-EDTA terhadap ion logam Pb, menunjukan bahwa ion logam Pb dapat teretensi secara optimum pada kondisi pH 5, konsentrasi eluen HCl 1,5 M, volume ion logam Pb sebesar 8 mL, volume eluen HCl 5 mL, kapasitas retensi 0.6546 mg/g. Mikrokapsul Ca-alginat-EDTA pada metode prakonsentrasi memberikan nilai perolehan kembali atau % *recovery* cukup baik yaitu 99,10% dan 97,32%. Dimana metode spike yang dilakukan untuk matriks sampel air sungai Karang Mumus dan Sumur Bor tidak mengganggu hasil pengukuran. sehingga metode penelitian ini dapat dianggap baik karena dapat menyerap adsorpsi ion logam.

Berdasarkan hasil analisis dari enam artikel diatas mikrokapsul alginat termodifikasi mampu menyerap ion logam. Untuk mendapatkan hasil yang efektif perlu memperhatikan waktu kontak, konsentrasi adsorben, waktu pengadukan, pH dan massa adsorben. Berdasarkan hasil analisis dari enam artikel diperoleh persen penyerapan tertinggi yaitu sebesar 119%.

KESIMPULAN

Dari hasil ulasan literatur yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan mikrokapsul alginat sebagai bahan penyerap berbagai ion logam efektif digunakan, dengan perolehan kapasitas absorpsi berkisar antara 0,0301 mg/g–185,95 mg/g dan persen penyerapan berkisar 84%–119%. Hal-hal yang mempengaruhi kapasitas absorpsi dan persen penyerapan yaitu waktu kontak, konsentrasi adsorben, waktu pengadukan, pH dan massa adsorben.

[7]

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Habibah, N., Hapsari, A. R., Suratman, A., & Siswanta, D. (2020). Development of polyvinyl alcohol-sodium alginate beads as immobilization matrices of 1, 5–diphenylcarbazide for the detection of Cr (VI). *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 11(2), 176-186.
- [2] Lianasari, I. Y., Panggabean, A. S., Yusuf, B., Alimuddin., & Koesnarpadi, S. (2024). Kinerja Analitik Mikrokapsul Magnetit-Alginat (MNPs-ALG) untuk Analisis Ion Logam Cu (II) dan Aplikasinya pada Sampel Alam. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 10(1), 20-29.
- [3] Panggabean, A. S., Wirdhaningsih, S. P. P., & Pasaribu, S. P. (2020). Preconcentration of Ion Ni (II) using Ca-Alginate Modified Resin with Dimethylglyoxime as a Filler Material of Column. *Jurnal Kimia Valensi*, 6(1), 40-46.
- [4] Pratama, B. S., Hambali, E., Yani, M., & Matsue, N. (2022). Pemanfaatan Film Alginat dan Alginat/Montmorillonite sebagai Adsorben Cu (II). *Jurnal Sains Dasar*, 11(2), 70-77.
- [5] Pratiwi, S. W., Triastuti, A., Nurmalasari, R., & Pinarti, I. (2020). Optimasi Pembuatan Mikrokapsul Kalsium-Alginat-EDTA sebagai Adsorben untuk Logam Kadmium. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(4), 384-391.
- [6] Sari, R. J., Panggabean, A. S. & Erwin. (2016). Pemanfaatan Resin Ca-Alginat Termodifikasi dengan Etilena Diaminena Tetraasetat (EDTA) dalam Tahapan Prakonsentrasi Ion Mn (II) Berbasis Metode Kolom. *Jurnal Atomik*, 1(1).