PENENTUAN PERMSELEKTIVITAS ION Cd(II) PADA MEMBRAN KOMPOSIT KITOSAN-ZEOLIT

Rakhayu Ningrum Pritamawati[1*], Nurlina[1], Anis Shofiyani[1]
[1] Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak
[*]Email: rakhayuningrumpritamawati@gmail.com

ABSTRAK

Ion kadmium Cd(II), merupakan pencemar lingkungan yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan ekosistem. Penanganan ion kadmium Cd(II) dapat dilakukan dengan menerapkan metode pemisahan menggunakan membran. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik fluks dan permselektivitas membran komposit kitosan-zeolit terhadap ion Cd(II). Tahapan metode yang digunakan adalah pembuatan membran komposit, penentuan nilai fluks pada membran dan penentuan permselektivitas pada membran komposit. Hasil karakterisasi membran komposit menggunakan FTIR menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang 3448,72 cm^{-1} dan 1635, 64 cm^{-1} dari gugus -OH yang khas dari zeolit. Serapan pada bilangan gelombang 1651,07 cm^{-1} merupakan serapan khas pada kitosan tidak terlihat pada spektra membran komposit. Hal ini diduga karena banyaknya penambahan zeolit pada membran sehingga gugus -NH tidak terlihat. Morfologi membran komposit 1:2 yang diamati dari difraktogram SEM yaitu memiliki permukaan rata dan memiliki pori-pori yang tertutup. Membran komposit kitosan-zeolit 1:2 menunjukkan nilai fluks yang lebih konstan dan stabil. Membran komposit kitosan-zeolit 1:2 dipilih untuk uji permselektivitas pada ion kadmium Cd(II). Permselektivitas ion kadmium Cd(II) yang paling besar ditunjukkan pada konsentrasi 8 ppm dengan nilai permselektivitas 33,84%.

***Kata kunci** : membran komposit kitosan zeolit, ion logam Cd(II), koefisien rejeksi*

PENDAHULUAN

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang banyak ditemukan pada lingkungan, khususnya lingkungan perairan. Logam Kadmium (Cd) banyak digunakan pada industri, diantarnya sebagai bahan pembuatan cat, enamel, plastik dan elektrolisis. Pada perairan logam Cd ditemukan dalam bentuk ion Cd(II). Logam ini bersifat toksik bahkan pada konsentrasi yang rendah (Almeida *et al*., 2009). Palar (2008) menyatakan bahwa efek negatif paparan logam Cd dalam tubuh manusia dapat menghambat kerja paru-paru, bahkan mengakibatkan kanker paru-paru, mual, muntah, diare, kram, anemia, kerusakan ginjal dan hati.

Pengolahan limbah yang mengandung ion Cd(II) dapat dilakukan dengan penerapan teknologi membran. Kelebihan penggunaan membran dibandingkan dengan metode pengolahan lainnya adalah proses pengoprasiannya yang sederhana, dapat dilakukan secara kontinyu dan ramah lingkuggan (Riani, 2014). Membran dapat dibuat dari biopolimer, contonya dari kitosan.

Redjeki (2012) menunjukkan bahwa membran kitosan mampu memfilter ion Cu(II) dengan mekanisme adsorpsi. Meriatna (2009) menyatakan bahwa membran kitosan dengan konsentrasi kitosan 3% memiliki kemampuan adsorpsi logam krom (Cr) sebesar 99,87%. Membran kitosan dengan konsentrasi kitosan 2% mampu mengadsorpsi logam nikel (Ni) sebesar 99,13%. Kemampuan adsorpsi diperoleh setelah mengontakkan membran kitosan dengan logam selama 30 menit. Pengaplikasian kitosan sebagai adsorben memiliki kelemahan karena ketidakstabilan secara kimia pada keadaan asam. Kelemahan lainnya dari membran berbahan dasar kitosan adalah membran yang sifatnya relatif rendah sehingga proses pemisahan kurang baik (Nabilah, *et, al.*, 2010). Modifikasi dan pengompositan kitosan dengan bahan anorganik dapat menjadi solusi untuk meningkatkan sifat fisika dan kimia kitosan. Salah satu material tersebut adalah zeolit.

Zeolit merupakan material anorganik yang telah banyak diaplikasikan sebagaia adsorben. Zeolit merupakan salah satu adsorben alternatif yang memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi, karena memiliki sifat pori dan mempunyai kapasitas tukar kation yang tinggi (Panayotova, 2001).

Komposit kitosan-zeolit telah dibuat dan diaplikasikan pada penelitian penelitan sebelumnya, antara lain oleh Ngah, *et al*.(2012) yang mensintesis komposit kitosan-zeolit dalam bentuk *beads* menggunakan *crosslinking* epiklorohidrin dan natrium tripolifosfat. Komposit yang dibuat diuji stabilitas dan kemampuan *swelling*-nya pada variasi pH.

Komposit kitosan-zeolit dalam bentuk membran telah dipublikasikan oleh para peneliti. Putro (2013) telah membuat membran komposit kitosan-zeolit untuk aplikasi direct methanol fuel cell (DMFC) pada kendaraan bemotor. Hamsiah (2017) telah membuat membran komposit kitosan-zeolit untuk diaplikasikan sebagai filter ion Pb(II). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa membran komposit kitosan-zeolit yang dibuat dengan perbandingan 2:1 menunjukkan nilai koefisien rejeksi ion Pb(II) yang paling besar. Putri (2017) telah membuat membran komposit kitosan-zeolit untuk penyimpanan, pencucian dan aplikasi membra bioreaktor (komposit kitosan-zeolit) pada pengolahan air domestik. Hasil penelitian menunjukkan semakin besar konsentrasi limbah domestik yang digunakan maka nilai koefisien rejeksi semakin tinggi.

Pembuatan dan karakterisasi membran komposit kitosan-zeolit telah dipubikasikan oleh peneliti sebelumnya namun karakterisasi permselektivitas membran komposit kitosan-zeolit terhadap ion Cd(II) relatif belum banyak ditemukan, sehingga pada penelitian ini akan dibuat komposit kitosan-zeolit dalam bentuk membran, dengan variasi komposisi massa kitosan dan zeolit. Membran komposit yang telah dihasilkan kemudian diuji fluks dan permselektivitasnya tehadap ion Cd(II).

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan meliputi seperangkat alat-alat gelas, ayakan 100 mesh, botol semprot, desikator, mortar, neraca analitik, oven, pH meter, spektrofotometer FTIR (IR Prestige-21 Shimadzu), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Fourier Transformed Infra Red (*FTIR) Shimadzu, *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) (Shimadzhu seri AA-670).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuades d.m (H_2O),asam asetat (CH_3COOH), asam klorida (HCl) p.a Merck, kadmium sulfathidrat ($CdSO_4.8H_2O$)p.a Merck,serbuk kitosan teknis (DD 78%), natrium hidroksida (NaOH) p.a Merck dan padatan zeolit alam.

Prosedur kerja

Aktivasi zeolit alam

Aktivasi zeolit alam dilakukan dengan merujuk pada penelitian Utami (2012). Zeolit alam dihaluskan menggunakan mortar, diayak menggunakan ayakan yang berukuran 100 mash.Zeolit alam dicuci dengan aquades perbandingan 1:3 (100 gram zeolit : 300 ml aquades). Campuran zeolit dan aquades (1:3) diaduk kemudian didiamkan selama satu jam pada suhu 70^oC dan dibiarkan semalaman pada suhu ruangan. Endapan yang dihasilkan pada perlakuan sebelumya dikeringkan pada suhu 100^oC. Aktivasi zeolit dilakukan dengan mencampurkan asam klorida (HCl 0,05 M). Perbandingan zeolit alam :asam klorida HCl 1:3 (90 garam zeolit : 270 ml HCl 0,05M). Campuran zeolit dan asam klorida HCl diaduk, didiamkan semalaman pada suhu ruangan. Zeolit teraktivasi dicuci menggunakan aquades hingga pH konstan. Zeolit dikeringkan pada suhu 105 ^oC dan ditimbang hingga berat konstan.

Sintesis membran komposit kitosan-zeolit

Sintesis membran komposit kitosan-zeolit dilakukan dengan merujuk pada penelitian Putro (2013). Kitosan 1 gram dilarutkan sedikit demi sedikit ke dalam asam asetat (CH_3COOH) 2% sambil diaduk dengan mengunakan *magnetic stirer,* hingga asam asetat dan kitosan larut sempurna. Sebanyak 2 gram zeolit sedikit demi sedikit. Campuran ini diaduk menggunakan *magnetic stirer* hingga larut sempurna. Larutan ini didiamkan semalaman pada suhu ruangan. Pencetakan membran dilakukan menggunakan cawan petri. Membran yang sudah dicetak

kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40^{o}C, selama 7 jam. Membran yang telah kering selanjutnya dilepas dari cawan petri dengan cara menambahkan larutan natrium hidroksida (NaOH 1%). Membran yang terlepas dari cawan petri dicuci menggunakan aquades hingga netral pH 6. Pembuatan membran dilakukan dengan beberapa variasi massa kitosan-zeolit (b/b) 1,5:1,5 dan kitosan-zeolit (2:1). Membran yang dihasilkan dianalisis gugus fungsinya dengan spektofotometer FTIR dan morfologi membran dengan SEM.

Penetuan Nilai Fluks

Penetuan nilai fluks membran dilakukan dengan merujuk pada Indarti (2012). Uji fluks air adalah jumlah volume permeat yang diperoleh per satuan waktu dan satuan luas permukaan membran. Sebelum uji fluks air, terlebih dahulu dilakukan kompaksi terhadap membran yang akan diuji. Kompaksi dilakukan dengan mengalirkan air melewati membran hingga diperoleh fluks air yang konstan.

$$J = \frac{V}{A\ X\ t} \quad \text{..... (1)}$$

dimana :
J =fluks (Lt/m^2.jam)
V = volume permeat (L)
A = luas permukaan membran (m^2)
t = waktu (jam)

Penentuan Waktu Penyerapan Optimum

Penentuan waktu penyerapan optimum merujuk pada Rejekhi (2012). Membran komposit kitosan-zeolit 1:2 dimasukkan ke dalam kolom berdiameter 6 cm kemudian dikompaksi menggunakan air. Larutan $CdSO_4.8H_2O$ 5 ppm pH 5 dimasukkan ke dalam kolom. Larutan yang telah dimasukkan dalam kolom didiamkan dengan variasi waktu kontak selama 30, 60, 90 dan 120 menit, kemudian dilewatkan pada membran dengan bantuan pompa vakum sistem terbuka. Larutan $3CdSO_4.8H_2O$ yang telah melewati membran ditampung menggunakan botol vial dan diukur konsentrasinya dengan spektrofotometer serapan atom (AAS). Koefisien rejeksi membran (R) dapat ditentukan dari perbedaan konsentrasi zat terlarut dalam permeat atau filtrat (Cp) dan konsentrasi zat terlarut dalam umpan (Cf).

Penentuan Premselektivitas Berbagai Konsentrasi Ion Logam Cd(II) Pada Waktu Optimum

Membran komposit kitosan-zeolit 1:2 dimasukkan ke dalam kolom berdiameter 6 cm kemudian dikompaksi menggunakan air. Larutan $CdSO_4.8H_2O$ dengan beberapa variasi konsentrasi 8 ppm, 16 ppm, 24 ppm, 32 ppm dan 40 ppm, pH 5 dimasukkan ke dalam kolom. Larutan yang telah dimasukkan dalam kolom didiamkan dengan waktu 60 menit, kemudian dilewatkan pada membran dengan bantuan pompa vakum sistem terbuka. Larutan $CdSO_4.8H_2O$ yang telah melewati membran ditampung menggunakan botol vial dan diukur konsentrasinya dengan spektrofotometer serapan atom (AAS). Setiap percobaan diulangi sebanyak 3 kali. Koefisien rejeksi membran (R) dapat ditentukan dari perbedaan konsentrasi zat terlarut dalam permeat atau filtrat (Cp) dan konsentrasi zat terlarut dalam umpan (Cf) dengan persamaan:

$$R = 1 - \frac{CP}{CF} \times 100\% \quad \text{..... (2)}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Sintesis Membran Komposit Kitosan – Zeolit

Membran kitosan-zeolit dikompositkan dengan beberapa variasi massa kitosan-zeolit yaitu 1:2, 1,5:1,5 dan 2:1. Variasi massa dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan zeolit terhadap karakteristik membran komposit kitosan-zeolit yang dihasilkan. Pada pembuatan membran komposit kitosan-zeolit dilakukan dengan teknik inversi fasa.

Pembuatan membran komposit kitosan-zeolit, kitosan dilarutkan dalam asam asetat 2%. Penggunaan asam asetat 2% dikarenakan kelarutan kitosan yang paling baik ialah dalam

larutan asam asetat 2% (Sugita, 2009). Kitosan tidak larut dalam air tetapi larut di dalam pelarut asam organik dengan pH di bawah 6. Pada pH 7 stabilitas kelarutan kitosan sangat terbatas (Kaban, 2009). Pada tahapan awal sintesis antara kitosan dan asam asetat membentuk gel kitosan yang tidak berwarna. Setelah penambahan zeolit, campuran kitosan dan zeolit berubah warnanya menjadi kehijauan.

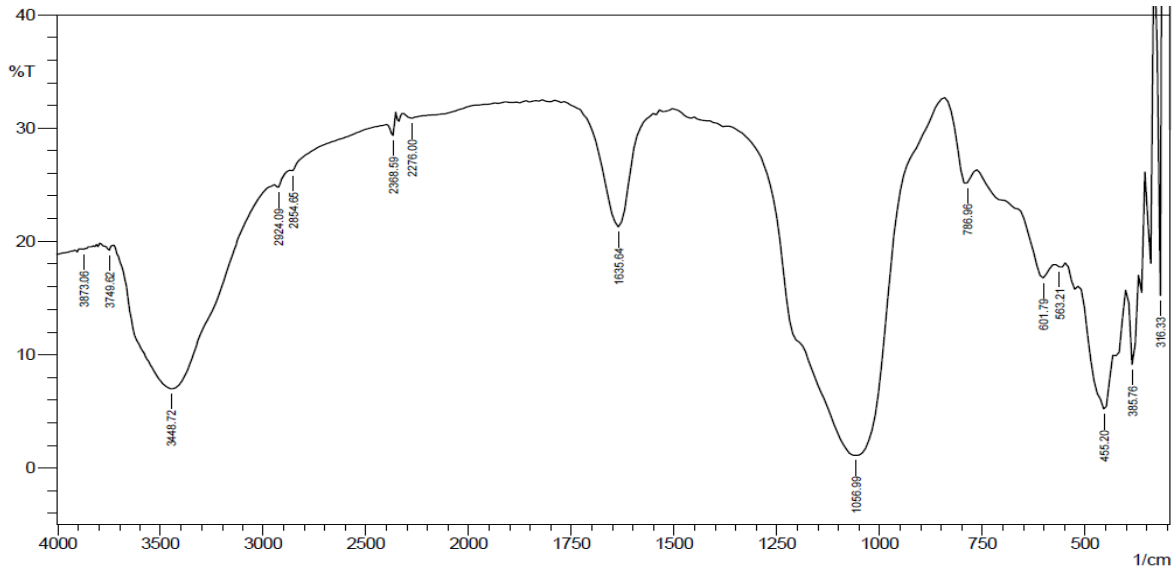
Campuran komposit didiamkan 5-6 jam untuk menghilangkan gelembung yang terdapat pada larutan dan memberikan waktu kontak antara kitosan dan zeolit untuk berinteraksi, sehingga diharapkan akan membentuk membran komposit yang homogen. Campuran membran komposit dicetak menggunakan cawan petri dengan volume yang sama, agar membran komposit yang terbentuk mempunyai ukuran dan massa yang seragam. Cetakan yang telah berisi membran komposit kitosan-zeolit didiamkan beberapa saat sebelum dimasukkan ke dalam oven. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan gelembung udara yang masih tersisa pada proses pencetakan hal ini dilakukan supaya membran komposit kitosan-zeolit tidak mudah robek. Cetakan selanjutnya dimasukkan ke dalam oven untuk menghilangkan kadar air pada membran.

Membran yang telah kering selanjutnya dilepas dari cawan petri mengunakan natrium hidroksida NaOH 1% tujuanya untuk menetralkan pH membran yang cenderung bersifat asam karena penggunaan asam asetat (Warastuti, *et al.*,2013). Larutan NaOH akan berdifusi kebagian bawah membran dan berhimpitan pada permukan cetakan sehingga membran akan terdorong keatas dan terlepas (Kusumawati dan Tania, 2012). Membran selanjutnya dicuci dengan aquades hingga pH konstan. Hasil dari membran komposit kitosan-zeolit yang terbentuk memiliki perbedaan permukaan dimana pada permukaan atas membran komposit lebih kasar dan terlihat masih adanya butiran-butiran halus berasal dari zeolit. Pada permukaan bawah mengkilat dan halus ini disebabkan pada permukaan bawah membran komposit kontak langsung dengan cawan petri. Hasil yang telah berbentuk membran komposit kitosan-zeolit dianalisis menggunakan *(*FTIR) dibandingkan dengan hasil FTIR dari zeolit alam dan hasil FTIR dari kitosan.

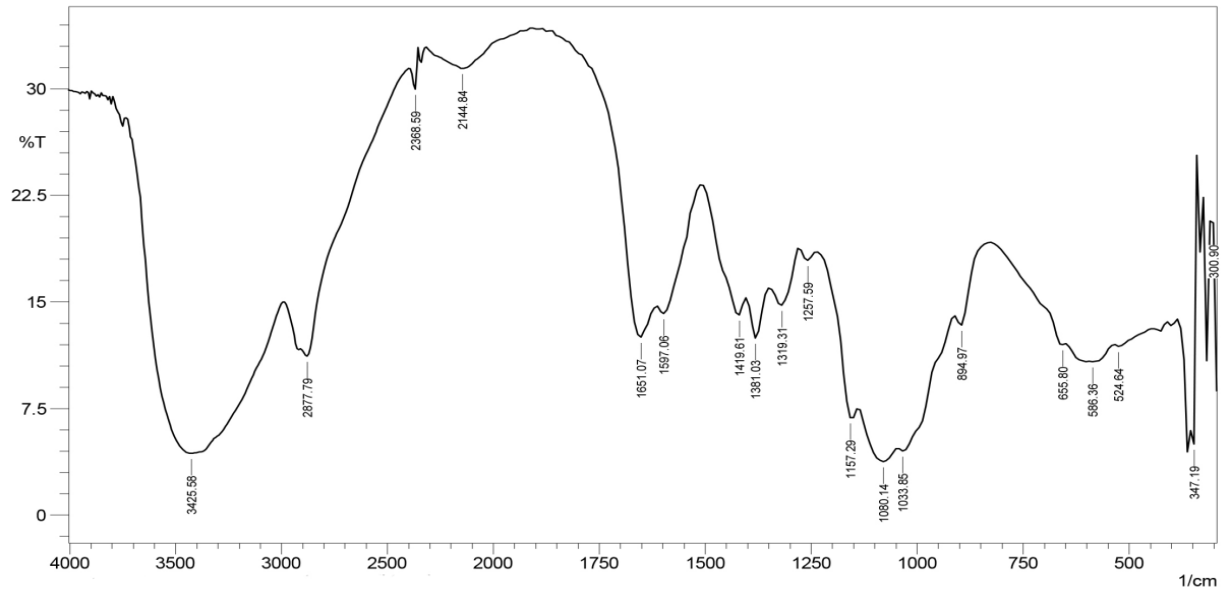
Zeolit alam dikarakterisasi pada daerah inframerah yang khas pada bilangan gelombang 1200-1300 cm^{-1}. Daerah ini merupakan daerah vibrasi tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 yang merupakan satuan-satuan penyusun kerangka zeolit. terdapat dua vibrasi penyusun kerangka zeolit yaitu vibrasi internal dan vibrasi eksternal. Vibrasi internal merupakan vibrasi dari tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 yaitu satuan struktur primer dari kerangka zeolit. Bentuk kerangka zeolit akan mempengaruhi ikatan antara SiO_4 dan AlO_4 tertrahedral berhubungan dengan Vibrasi eksternal (Bahri, 2015). Spektum FTIR zeolit alam disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1 Spektrum FTIR menunjukkan bahwa zeolit alam memiliki serapan pada daerah bilangan gelombang 3448,5 cm^{-1} dan 1635,64cm^{-1} merupakan gugus -O-H dari molekul air yang teradsorp pada zeolit. Puncak 1056,99 cm^{-1} adalah serapan yang menunjukkan adanya bilangan gelombang vibrasi ulur asimetris Si-O-Si atau Al-O-Al dari kerangka zeolit. Puncak 786,96 cm^{-1} merupakan daerah dari serapan ikatan pada unit struktur utama zeolit yang berbentuk simetris, vibrasi tekuk Si-O-Si atau Al-O-Al pada jalinan kerangka eksternal zeolit. Pada puncak serapan 455,20 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi tekuk dari vibrasi ikatan Si-O atau Al-O (Heraldy *et al.,* 2003).

Gambar 2 Spektrum FTIR menunjukkan serapan pada bilangan gelombang 3425,58 cm^{-1} yang merupakan karakteristik dari rentangan -O-H tumpang tindih dengan rentanggan dari -N-H. Hasil yang sama pada penelitian Mohadi (2014) menyatakan bahwa lebarnya serapan dan pergeseran bilangan gelombang gugus -O-H ini dikarenakan adanya tumbang tindih regangan -N-H ulur dari amina. Serapan dari bilangan gelombang 2877,73 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi regangan dari -C-H yang diperkuat dengan munculnya puncak serapan pada bilangan gelombang 1419,61 cm^{-1} dengan terjadinya vibrasi tekuk -C-H dari $-CH_2$. Serapan khas pada kitosan terlihat pada bilangan gelombang 1651,07 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi tekuk dari -N-H dari $-NH_2$ amina. Puncak serapan 1157,29 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur -C-O. Puncak serapan 1033,85 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur -C-O-C pada cincin glikosamin. Puncak serapan bilangan gelombang 1080,14 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur dari -C-O-H. Puncak pada bilangan gelombang 894,97 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur -C-C sakarida dari polimer kitosan.



Gambar 1. Spektrum FTIR Zeolit Alam Hasil Preparasi



Gambar 2. Spektrum FTIR Kitosan

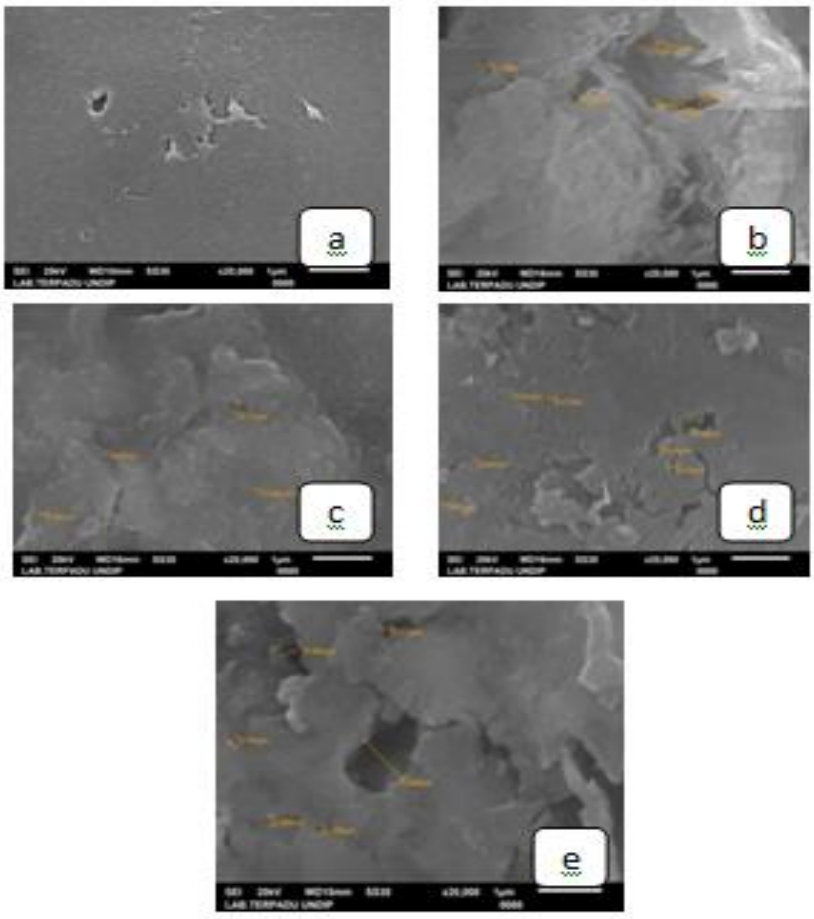
Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa puncak serapan dari bilangan gelombang 3448,72 cm^{-1} pada variasi massa kitosan-zeolit 1,5:1,5 dan 1:2 merupakan vibrasi ulur -O-H pada zeolit dan kitosan yang saling tumpang tindih sehingga mengakibatkan intensitas dari puncak gugus -O-H semakin tinggi. Semakin melebar puncak gugus -O-H maka gugus -O-H semakin banyak (Tanheitafino *et al*., 2016). Puncak serapan khas pada zeolit tidak mengalami pergeseran saat dikompositkan dengan kitosan. Bilangan gelombang 1635,64 cm^{-1} menunjukkan adanya serapan molekul air yang teradsorp pada zeolit. Puncak serapan tersebut tidak terlihat pada membran dengan variasi massa komposit 2:1. Hal ini disebabkan lapisan kitosan tertutup oleh zeolit.

Tabel 1. Hasil Analisis FTIR dari Beberapa Variasi Komposisi Massa pada Membran Komposit Kitosan-Zeolit

Jenis Vibrasi	Bilangan gelombang komposit kitosan-zeolit pada berbagai variasi massa komposisi kitosan dan zeolit (cm^{-1})			
	Referensi*	1,5 :1,5	1 : 2	2 :1
Vibrasi ulur -O-H	3448,72-3425,58	3441,01	3448,72	3448,72
Vibrasi ulur -O-H molekul air	1635,64	1635,64	1635,64	-
Vibrasi ulur asimetris Si-O-Si atau Al-O-Al	1056,99	1064,71	1064,71	1064,71
Vibrasi regangan simetris Si-O-Si atau Al-O-Al	1045,3	-	-	-
Vibrasi regangan-CH	2877,73	2924,09	2924,09	-
Vibrasi tekuk –CH	1419,61	1381,03	-	-
Vibrasi tekuk –NH	1651,07	-	-	1651,07

Keterangan: * (Heraldy *et al.,* 2003,. Putri, 2017)

Membran komposit kitosan-zeolit dikarakterisasi mengunakan SEM untuk melihat morfologi pada membran komposit kitosan-zeolit dengan perbesaran 20.000x. Hasil Gambar foto SEM membran komposit kitosan-zeolit dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Foto SEM Membran Kitosan (a), Zeolit Alam (b), Membran Komposit Kitosan-Zeolit dengan Variasi Massa 1:2 (c), 1,5:1,5 (d), dan 2:1 (e).

Hasil SEM foto pada Gambar 3(a) menunjukkan bahwa membran kitosan mempunyai morfologi yang sangat rapat sehingga tidak tampak karakter pori-pori pada permukaan membran. Gambar 3(c) menunjukkan morfologi permukaan membran komposit kitosan-zeolit tampak rata dan sedikit berongga atau pori. Hal ini diperkirakan merupakan kontribusi dari padatan zeolit.

Penambahan massa zeolit pada pembuatan membran komposit mempengaruhi ruang antar lapis membran komposit kitosan-zeolit yang dihasilkan. Semakin banyak masa zeolit yang ditambahkan maka akan semakin rapat dan kurang berpori seperti yang terlihat pada Gambar 3(d). Kedua gambar tersebut menunjukkan morfologi khas dari zeolit berupa susunan lembaran pipih yang tampak pada permukaan zeolit (Setiawan, 2014). Gambar 3(e) menunjukkan permukaan membran lebih halus dan bepori sehingga bisa mempengaruhi proses penyerapan dengan banyaknya rongga atau pori pada membran komposit kitosan-zeolit.

Hasil Fluks Membran Komposit Kitosan-Zeolit Terhadap Air

Nilai fluks membran komposit kitosan-zeolit dapat dilihat pada Tabel 4.3 hasil uji fluks pada membran komposit kitosan-zeolit di bawah ini:

Tabel 2 Hasil Uji Fluks Membran Komposit Kitosan-Zeolit

Nilai Fluks dari Membran komposit pada Beberapa Komposisi Rasio Massa kitosan-zeolit (L/m^2. Jam)		
Rasio 1,5 : 1,5	Rasio 1 : 2	Rasio 2 : 1
55,22	43,17	61,45
48,19	43,17	61,45
46,18	43,17	57,22
45,18	42,16	55,22
46,18	43,17	52,20
43,18	43,17	51,20
45,18	43,17	47,18
46,18	43,17	47,18
45,18	42,16	46,18
45,18	42,16	46,18

Hasil uji fluks pada Tabel 2 menunjukkan bahwa membran komposit kitosan-zeolit pada perbandingan 1:2 lebih konstan dibandingkan dengan membran komposit 1,5:1,5 dan 2:1. Hal ini diperkirakan terjadi karena adanya penambahan zeolit yang merupakan material berpori menyebabkan sifat pori pada membran meningkat. Sifat pori yang bertambah pada membran komposit mengakibatkan permeat dapat melewati membran secara konstan, sehingga nilai fluks akan cenderung tetap. Membran 1,5:1,5 dan 2:1 memiliki karakter pori yang lebih sedikit dan ukuran pori sangat rapat sehingga permeat relatif lebih sulit untuk dapat melewati membran sehingga laju alir relatif tidak konstan.

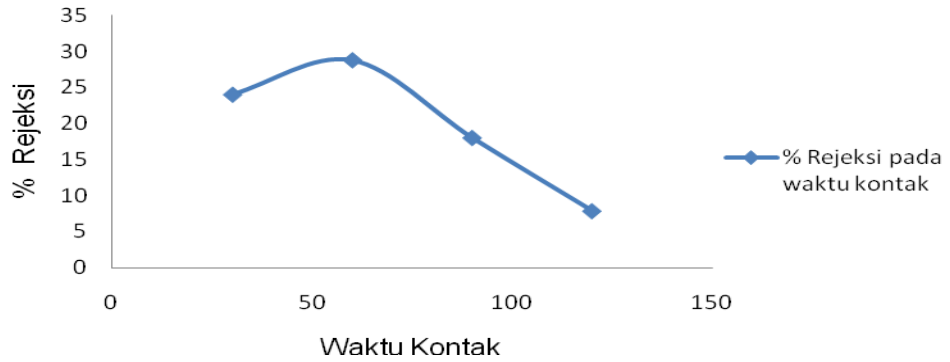
Hal lain yang diperkirakan mempengaruhi nilai fluks yaitu komposisi polimer pembentuknya. Semakin banyak polimer maka membran yang dihasilkan akan semakin padat sehingga fluks membran akan semakin kecil (Mulder, 1996). Hasil yang diambil adalah pada perbandingan massa membran kitosan-zeolit dengan perbandiangan 1: 2 karena menunjukkan hasil nilai fluks yang konstan.

Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Pemisahan Ion Cd(II)

Penentuan waktu kontak bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan oleh membran komposit kitosan-zeolit untuk memisahkan ion logam dengan maksimal waktu kontak antara adsorben dan adsorbat dapat mempengaruhi tinggi rendahnya hasil pemisahan yang terjadi. Pengaruh waktu kontak terhadap jumlah ion yang terjerap ditunujukkan pada tabel 3 dan Gambar 4.

. Tabel 3. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Jumlah Ion Cd(II) yang Tertahan pada Membran

No	Waktu kontak (menit)	Ion Cd (II) yang sudah dikontakan pada membran (mg/L)	Koefisien rejeksi (%)
1	30	3,80	23,99 %
2	60	3,56	28,76 %
3	90	4,10	17,99 %
4	160	4,55	7,84 %



Gambar 4. Hubungan antara waktu kontak terhadap koefisien rejeksi

Tabel 3 dan Grafik 4 Menunjukkan bahwa waktu optimum penyerapan ion logam Cd(II) tercapai pada waktu 60 menit. Hasil koefisien rejeksi membran semakin kecil dengan bertambahnya waktu kontak setelah 60 menit. Hal ini disebabkan oleh ukuran pori-pori membran yang semakin terbuka sehingga, partikel yang tertahan dipermukaan lebih sedikit dan larutan ion Cd(II) yang dipisahkan akan mudah lolos pada membran. Pada waktu 60 menit tidak menyebabkan perbesaran pori-pori terbukti dengan nilai koefisien rejeksi yang besar pada membran.

Permselektivitas Membran Komposit Kitosa-Zeolit Terhadap ion Cd(II)

Selektivitas dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan membran untuk menahan atau melewatkan suatu partikel. Parameter yang digunakan untuk menggambarkan selektivitas membran adalah koefisien rejeksi (R). Koefisien rejeksi merupakan kemampuan membran untuk menahan partikel terlarut, sementara pelarut yang melewati membran dibantu dengan adanya gaya dorong berupa tekanan. Besarnya nilai dari koefisien rejeksi satu membran maka makin selektif dalam melewatkan partikel-partikel dalam larutan umpan (Mulder, 1996). Nilai permselektivitas ion Cd(II) pada membran komposit kitosan-zeolit ditunjukan pada Tabel 4.

Tabel 5. Data Persen Koefisien Rejeksi Membran Komposit Kitosan-Zeolit

Konsentrasi ion logam Cd (II) awal (mg/L)	Cp/Cf (mg/L)	Koefisien Rejeksi%
0	0	0
8 ppm	0,6616	33,84
16 ppm	0, 8195	18, 05
24 ppm	0, 8073	19, 27
32 ppm	0, 8515	14,85
40 ppm	0, 8393	16,07

Berdasarkan Tabel 5, nilai koefisien rejeksi tebesar yaitu pada konsentrasi larutan Cd(II) 8 ppm. Hal ini dikarenakan salah satu yang mempengaruhi nilai koefisien rejeksi diantaranya yaitu pada interaksi antar muka dengan spesi yang akan melewatinya, ukuran pori permukaan membran dan distribusi porositas. Penurunan nilai koefisien rejeksi juga bisa disebabkan oleh

interaksi antara permukaan membran dengan larutan ion Cd(II) yang akan berdifusi melewati membran. Sehingga molekul umpan berukuran besar sukar berdifusi bersama pelarut melewati membran sehingga akan tertahan pada permukaan membran. Banyaknya molekul yang tertahan akan mengakibatkan *fouling*. Semakin besar nilai koefisien rejeksi maka semakin baik kerja membran, karena semakin besar nilai koefisien rejeksi menandakan bahwa semakin kecil konsentrasi permeat yaitu, makin sedikit suatu senyawa atau zat yang dilewatkan (Putri, 2017).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Membran komposit kitoan-zeolit 1:2 memperlihatkan puncak serapan zeolit pada panjang gelombang 1635,64 cm^{-1} menandakan molekul air yang teradsorp. Puncak serapan tersebut tidak terlihat pada membran komposit kitosan-zeolit 2:1. Puncak serapan kitosan pada panjang gelombang 1651,07 cm^{-1} tidak terlihat ini disebabkan tertutupnya lapisan kitosan oleh zeolit. Analisis SEM memperlihatkan membran komposit kitosan-zeolit 1:2 memiliki morpologi rata dan berpori.
2. Hasil penentuan nilai koefisien rejeksi membran komposit kitosan-zeolit 1:2 yang paling bagus adalah pada konsentrasi 8 ppm dengan nilai (R) 33,84%.

DAFTAR PUSTAKA

Almeida, J. A., Barreto, R. E., Novelli, L. B., Castro, F. J., and Moron, S. E., 2009. Oxidative Stress Biomarkers and Aggressive Behavior in Fish Exposed to Aquatic Cadmium Contamination. *Neotropical Ichtyology*, 7 : 103-108.

Bahri, S., 2015, Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Abu Vulkanik Gunung Kelud dengan variasi Rasio Molar Si/Al Menggunakan Metode Sol Gel, Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas IslamNegeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, (Skripsi).

Gbaruko, B.C. and Friday, O.U. *Bioaccumulation of Heavy Metals in Some Fauna and Flora. New York: UI-Press; 2007.*

Heraldy, E.; Hisyam, S. W.; danSulistiyono., 2003,Characteristerization and Activation of Natural Zeolit Alam Ponorogo, *Indonesian Journal of Chemistry*, 3 (2): 91-97.

Kusumawati, N., dan Tania, S, 2012, Pembuatan dan Uji Kemampuan Membran Kitosan Sebagai Membran Ultrafiltrasi Untuk Pemisahan Zat Warna Rhodamin B, *J. Molekul*, 7 (1) : 43-52.

Meriatna.2008. Penggunaan Membran Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Krom (Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. Medan: Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara. (Tesis)

Mohadi, R.; Kurniawan, C.; Nova, Y.; danHidayati, N., 2014, Karakterisasi Kitosan dari Cangkang Rajungan dan Tulang Cumi dengan Spektrofotometer FTIR serta Penentuan Derajat Deasetilasi dengan Metode Baseline, *Seminar nasional* FMIPA UNSRI, 1-10.

Mulder, M. 1996. *Basic Principle of Membran Technology*. 2nd *edition.* Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

Ngah, L., 2012. *Preparation and Characterization of Chitosan–Zeolite Composites.* Universiti Teknologi MARA Pahang, 26400 Jengka, Malaysia.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492/MENKES/PER/ IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Palar, H. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta; 2008.

Palar H. 2004. Pencemaran danToksikologi Logam Berat. Rineka Cipta : Jakarta

Putro,A.S. 2013. Membran Komposit Kitosan-Zeolit untuk Aplikasi *Direct Methanol Fuel Cell*. Institute Pertanian Bogor. Bogor.

Redjeki, T., Nugroho, A., dan Sari L. 2012.Membran Kitosan Modif Carbometil (CS – MCM) sebagai Adsorben Ion Cu (II).Universitas Sebelas Maret.

Sugita, P., 2009, Kitosan : Sumber Biomaterial Masa Depan, IPB Press, Bogor.

Tanheitafino, S*.;* Zaharah, T. A.; dan Destiarti, L., 2016, Modifikasi Kitosan dengan Kaolin dan Aplikasinya sebagai Adsorben Timbal(II), *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5 (2): 33-42.

Utami, R., 2012, Modifikasi Zeolit Alam dengan Nanokitosan sebagai Adsorben Ion Logam Berat dan Studi Kinetikanya terhadap Ion Pb(II), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Depok, (Skripsi).

Yuanita, D.,2009, Hidrogenasi Katalitik Metil Oleat Menjadi Stearil Alkohol Menggunakan Katalis Ni/ZeolitAlam, *Prosiding Seminar Nasional Kimia* UNY.

Yunianti S. dan Maharani D.K. 2012. Pemanfaatan Membran Kitosan-Silika Untuk Menurunkan Kadar Ion LogamPb(II) dalam Larutan. *Journal of Chemistry.* 1,1: 108-115