

PENURUNAN ION Ca(II) DAN Mg(II) PENYEBAB KESADAHAN OLEH KOMPOSIT KITOSAN-ZEOLIT PELET DAN BEADS

Ivo Risti Handayani^{1*}, Nurlina¹, Titin Anita Zaharah¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

*e-mail: ivo.risti14@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dibuat komposit kitosan-zeolit pelet (p) glutaraldehid (G) (KZ-pG) dan tanpa glutaraldehid (KZ-p) serta komposit kitosan-zeolit beads (b) glutaraldehid (G) (KZ-bG) dan tanpa glutaraldehid (KZ-b). Komposit diaplikasikan untuk menurunkan konsentrasi ion Ca(II) dan Mg(II) penyebab kesadahan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi gugus fungsi komposit serta mengetahui kestabilan komposit. Tujuan lainnya adalah menentukan kapasitas adsorpsi ion Ca(II) dan Mg(II) oleh komposit. Tahapan penelitian meliputi: pembuatan komposit, uji stabilitas komposit dalam larutan dengan variasi pH 2-8, dan penentuan kapasitas adsorpsi ion Ca(II) dan Mg(II) oleh komposit. Komposit KZ-p dibuat dari kitosan:zeolit:PVA 1:1:3. Komposit KZ-b dibuat dengan melarutkan kitosan dalam asam asetat dan ditambahkan zeolit (1:1). Komposit KZ-pG dan KZ-bG dibuat dengan melarutkan KZ-p dan KZ-b dalam glutaraldehid. Spektrum FT-IR menunjukkan karakteristik serapan gugus $-C=N$ dari ikatan kitosan-glutaraldehid pada komposit KZ-pG dan KZ-bG. Komposit KZ-pG dan KZ-bG lebih stabil daripada komposit KZ-p dan KZ-b. Kapasitas adsorpsi maksimum diperoleh dari pengaplikasian massa komposit 10 mg. Kapasitas adsorpsi ion Ca(II) dan Mg(II) oleh komposit KZ-pG berturut-turut sebesar 57,2 g/g dan 34,8 g/g. Kapasitas adsorpsi ion Ca(II) dan Mg(II) komposit KZ-bG berturut-turut sebesar 55,6 g/g dan 33,9 g/g. Penurunan massa komposit KZ-pG dan KZ-bG berpengaruh signifikan terhadap kenaikan kapasitas adsorpsi ion Ca(II) dan Mg(II).

Kata kunci: kesadahan, kitosan-zeolit, Ca(II), Mg(II), komposit

PENDAHULUAN

Kitosan telah dikenal sebagai adsorben untuk mengikat logam karena memiliki gugus $-NH_2$ dan gugus $-OH$ yang bersifat reaktif. Kemampuan kitosan untuk menyerap ion logam diharapkan semakin besar jika situs aktif bertambah sehingga dikompositkan dengan zeolit untuk memperbanyak situs aktif kitosan. Penelitian yang dilakukan oleh Nurdiani (2005) menyatakan bahwa kitosan dalam bentuk butiran maupun serpihan mampu mengadsorpsi logam Cu(II) dan logam Cr(VI). Kitosan memiliki kelemahan diantaranya tidak berpori, kemampuan *swelling* yang tinggi serta mudah larut dalam pH asam karena sifat kitosan yang larut di bawah pH 6. Upaya untuk mengatasi kelemahan tersebut dapat dilakukan dengan mengkompositkan kitosan dengan material anorganik.

Zeolit merupakan material anorganik yang juga dikenal sebagai adsorben dan banyak terdapat di alam. Zeolit dapat digunakan sebagai adsorben karena merupakan polimer anorganik berongga yang tersusun dari satuan berulang berupa tetrahedral SiO_2 dan Al_2O_3 (Widjajanti, dkk., 2011). Struktur seperti ini menyebabkan zeolit memiliki kemampuan sebagai adsorben (Kundari, 2008). Salah satu kelebihan dari zeolit adalah memiliki luas permukaan dan keasaman yang mudah dimodifikasi (Yuanita, 2010), sehingga dilakukan kombinasi dari kitosan dan zeolit agar diperoleh adsorben dengan selektivitas yang baik.

Pembuatan komposit kitosan-zeolit telah dipublikasikan oleh Ngah, dkk., (2012). Pada penelitian tersebut komposit kitosan-zeolit dibuat dalam bentuk *beads* menggunakan *crosslinking* epiklorohidrin dan natrium tripolifosfat. Komposit yang dibuat diuji stabilitas dan kemampuan *swelling*-nya pada berbagai variasi pH. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit kitosan-zeolit dengan menggunakan *crosslinking* glutaraldehid. Komposit kitosan-

zeolit dibuat dalam bentuk *beads* dan pelet. Komposit yang dihasilkan kemudian diaplikasikan untuk menurunkan logam penyebab kesadahan.

Air sadah disebut juga sebagai air keras yang mengandung kadar mineral yang tinggi. Mineral tersebut berupa kalsium dan magnesium. Logam kalsium dan magnesium termasuk logam ringan yang banyak ditemukan di dalam air dan merupakan unsur penting penyebab kesadahan. Air sadah dapat menyebabkan sabun tidak berbusa sehingga akan menyebabkan pemborosan pada penggunaan sabun. Gumpalan-gumpalan yang terjadi pada air sabun yang sadah akan mengendap sebagai lapisan tipis pada alat-alat yang dicuci sehingga mengganggu proses pembersihan dan pembilasan oleh air (Achmad, 2004). Berdasarkan standar WHO, zat-zat dan sifat-sifat yang tidak membahayakan kesehatan, akan tetapi tidak dikehendaki dalam air bila melewati batas keberadaan ion Ca(II) tidak boleh melebihi 75-100 ppm dan Mg(II) tidak boleh melebihi 50-100 ppm.

Pada penelitian ini ditentukan stabilitas bentuk pelet dan *beads* komposit kitosan-zeolit terhadap variasi pH dengan penambahan glutaraldehid, penentuan kapasitas adsorpsi pada pelet dan *beads* komposit kitosan-zeolit terhadap kesadahan akibat ion Ca(II) dan Mg(II). Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa adsorpsi ion kalsium dan magnesium sintesis dalam air. Dilakukan proses titrasi untuk mengetahui konsentrasi larutan air sadah yang mengandung ion Ca(II) dan Mg(II) serta, pada komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan *beads* diidentifikasi gugus fungsionalnya dengan menggunakan FT-IR.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat gelas kimia, statif, erlenmeyer, buret, neraca analitik, botol semprot, *magnetic stirrer*, *shaker*, oven, Spektrofotometer FT-IR, *hot plate*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan CH₃COOH, HCl pekat, larutan glutaraldehid, padatan indikator EBT, padatan CaCl₂.2H₂O, padatan kitosan dengan derajat deasetilasi 87,5%, larutan Na₂EDTA.2H₂O, padatan MgCl₂.6H₂O, larutan NaOH, larutan NaCl, padatan PVA, padatan zeolit alam.

Prosedur Kerja

Preparasi dan aktivasi zeolit alam

Preparasi dan aktivasi zeolit alam merujuk pada penelitian Utami, dkk (2012). Zeolit diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Zeolit dicampur dengan aqua d.m (1:3), kemudian diaduk. Campuran diendapkan semalaman pada suhu ruang setelah itu zeolit dicuci sebanyak tiga kali. Endapan yang terbentuk disaring dan dikeringkan pada suhu 110°C.

Zeolit yang sudah dikeringkan, diaktivasi dengan cara mencampurkan zeolit dengan larutan HCl 0,05M. Campuran diaduk selama 1 jam pada suhu 70 °C dan dibiarkan selama 24 jam pada suhu ruang, kemudian dicuci hingga pH air pencucian konstan. Endapan yang terbentuk selanjutnya disaring kemudian dikeringkan pada suhu 110 °C.

Pembuatan campuran PVA

Pembuatan campuran PVA merujuk pada penelitian Rini (2008). Sebanyak 6 gram PVA dicampurkan dengan 10 mL HNO₃ 1 M dan akuades 190 mL. Campuran kemudian diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam pada pemanasan 80°C.

Pembuatan kitosan-zeolit pelet

Pembuatan kitosan-zeolit pelet merujuk pada penelitian Kesuma, dkk (2013). Kitosan dan zeolit dicampurkan dengan komposisi kitosan sebanyak 1 gram terhadap zeolit alam teraktivasi sebanyak 1 gram. Campuran yang terbentuk ditambahkan dengan campuran PVA 3 mL sampai keduanya bercampur dan dibentuk menjadi pelet. Komposit kitosan-zeolit pelet (KZ-p) yang telah terbentuk dibiarkan pada suhu ruang semalaman. Kitosan-zeolit bentuk pelet kemudian direndam dengan larutan glutaraldehid 5,5% selama 6 jam. Kitosan-zeolit bentuk pelet terikat silang glutaraldehid (KZ-pG) disaring dan dicuci sampai pH 6. Kitosan-zeolit pelet yang telah dicuci kemudian dikeringkan pada suhu 60°C. Adsorben kitosan-zeolit bentuk pelet yang

dihasilkan sebelum dan sesudah penambahan glutaraldehid diidentifikasi gugus fungsionalnya dengan menggunakan FT-IR.

Pembuatan kitosan-zeolit *beads*

Pembuatan kitosan-zeolit *beads* merujuk pada penelitian Indrawati dan Cahyaningrum (2013). Kitosan-zeolit *beads* dibuat dengan melarutkan kitosan sebanyak 1 gram dalam 25 mL larutan asam asetat 2,5%. Larutan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* sehingga terbentuk larutan kental kitosan yang berwarna kuning jernih. Larutan tersebut didiamkan semalaman. Campuran kitosan dengan asam asetat kemudian ditambahkan zeolit alam yang sudah diaktivasi sebanyak 1 gram. Campuran diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* hingga terbentuk larutan kental kitosan-zeolit berwarna hijau.

Pembuatan kitosan zeolit bentuk *beads* dilakukan dengan meneteskan larutan kitosan-zeolit ke dalam larutan NaOH 2 M yang sudah ditambahkan etanol sebanyak 2,5 mL. Kitosan-zeolit *beads* yang terbentuk disaring dan dicuci hingga pH 6 kemudian adsorben kitosan-zeolit *beads* direndam dalam glutaraldehid 5,5% selama 24 jam. Kitosan-zeolit *beads* (KZ-b) yang telah terikat silang dengan glutaraldehid (KZ-bG) disaring dan dicuci hingga pH 6. Kitosan-zeolit bentuk *beads* yang sudah dicuci dikeringkan pada suhu kamar. Adsorben kitosan-zeolit bentuk *beads* yang dihasilkan sebelum dan sesudah penambahan glutaraldehid diidentifikasi gugus fungsionalnya dengan menggunakan FT-IR.

Uji stabilitas komposit kitosan-zeolit pelet dan *beads* terhadap pH

Proses uji stabilitas pH komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan *beads* merujuk pada penelitian Zaharah, dkk (2015). Komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan *beads* dengan penambahan glutaraldehid masing-masing sebanyak 0,5 gram dimasukkan pada larutan asam asetat 2,5% dengan variasi pH 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Larutan asam asetat diatur pH-nya dengan menggunakan HCl 0,1 M dan NaOH 0,1 M. Larutan diaduk dengan menggunakan *shaker* pada kecepatan 100 rpm selama 60 menit. Campuran kemudian disaring dan dikeringkan pada suhu 60°C. *Beads* yang sudah dikeringkan kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang hingga konstan. Perlakuan yang sama dilakukan pada komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan *beads* tanpa penambahan glutaraldehid. Persen stabilitas ditentukan dari perbedaan berat akhir (W_f) dengan berat awal (W_s) yang ditimbang dengan persamaan:

$$\% \text{Stabilitas} = \frac{W_f}{W_s} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Adsorpsi Ca(II) dan Mg(II) bentuk pelet dan *beads* pada variasi massa komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan *beads*

Adsorpsi ion Ca(II) dan Mg(II) bentuk pelet dan *beads* pada variasi berat komposit kitosan-zeolit merujuk pada penelitian Farda dan Maharani (2013). Proses adsorpsi dilakukan dengan menginteraksikan masing-masing adsorben komposit kitosan-zeolit bentuk fisik pelet dan *beads* sebanyak 0,01; 0,02; 0,04; 0,08 dan 0,16 gram dengan 50 mL larutan yang mengandung ion Ca(II) dan Mg(II) dengan konsentrasi 1 M. Larutan yang digunakan yaitu $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ untuk logam Ca(II) dan $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ untuk logam Mg(II). Adsorpsi dilakukan menggunakan *shaker* pada kecepatan 150 rpm selama 30 menit. Campuran kemudian disaring dan filtrat yang dihasilkan dianalisis secara titrimetri.

Penentuan konsentrasi ion Ca(II) dan Mg(II) dengan metode titrasi kompleksometri

Titrasi kompleksometri dilakukan merujuk pada SNI (2004). Sebanyak 25 mL larutan uji ion Ca(II) dan Mg(II) dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 mL. Larutan kemudian ditambahkan dengan 1 mL larutan penyangga pH 10 dan 50 mg indikator EBT. Campuran selanjutnya dititrasi dengan menggunakan larutan Na_2EDTA 0,5 M sampai terjadi perubahan warna dari merah anggur menjadi menadi biru. Volume larutan Na_2EDTA yang digunakan dicatat. Titrasi di dilakukan duplo, kemudian dirata-ratakan volume Na_2EDTA yang digunakan.

Rumus yang digunakan untuk mengetahui konsentrasi konsentrasi kalsium dan magnesium yang terdapat di dalam larutan, sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi Ca/Mg (mg/L)} = \frac{1000}{V_{C.U}} \times V_{EDTA} \times M_{EDTA} \times Ar \text{ Ca/Mg} \dots\dots\dots(2)$$

dimana, $V_{C.U}$ adalah Volume larutan contoh uji (mL); V_{EDTA} adalah volume rata-rata larutan Na_2EDTA (mL); dan M_{EDTA} adalah molaritas larutan Na_2EDTA untuk titrasi (mmol/mL).

Penentuan kapasitas adsorpsi ion Ca(II) dan Mg(II) oleh komposit kitosan- zeolit pelet dan beads

Penentuan kapasitas adsorpsi ion Ca(II) dan Mg(II) oleh komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan beads dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_a = \frac{C_0 - C_a}{W} \times V \dots\dots\dots(3)$$

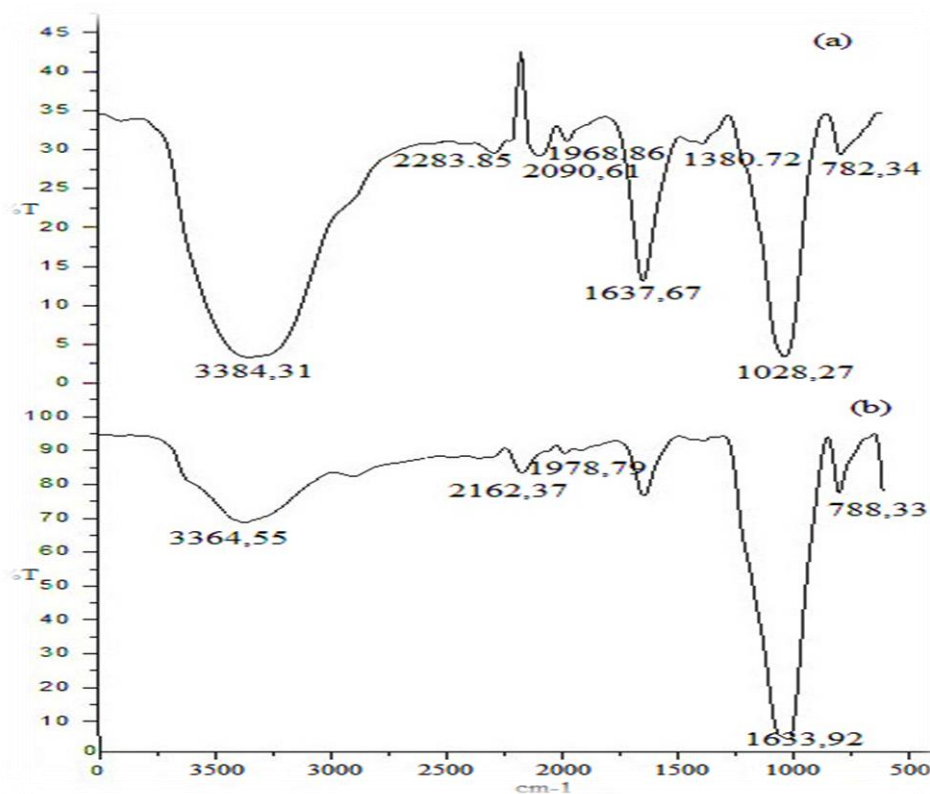
dimana, Q_a adalah kapasitas adsorpsi dengan satuan mg/g; C_0 adalah konsentrasi awal logam Ca(II) dan Mg(II) dengan satuan mg/L; C_a adalah konsentrasi akhir logam Ca(II) dan Mg(II) dengan satuan mg/L; W adalah berat adsorben komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan beads yang digunakan dengan satuan gram (g); dan V adalah volume larutan logam Ca(II) dan Mg(II) yang digunakan dengan satuan liter (L).

HASIL DAN PEMBAHASAN

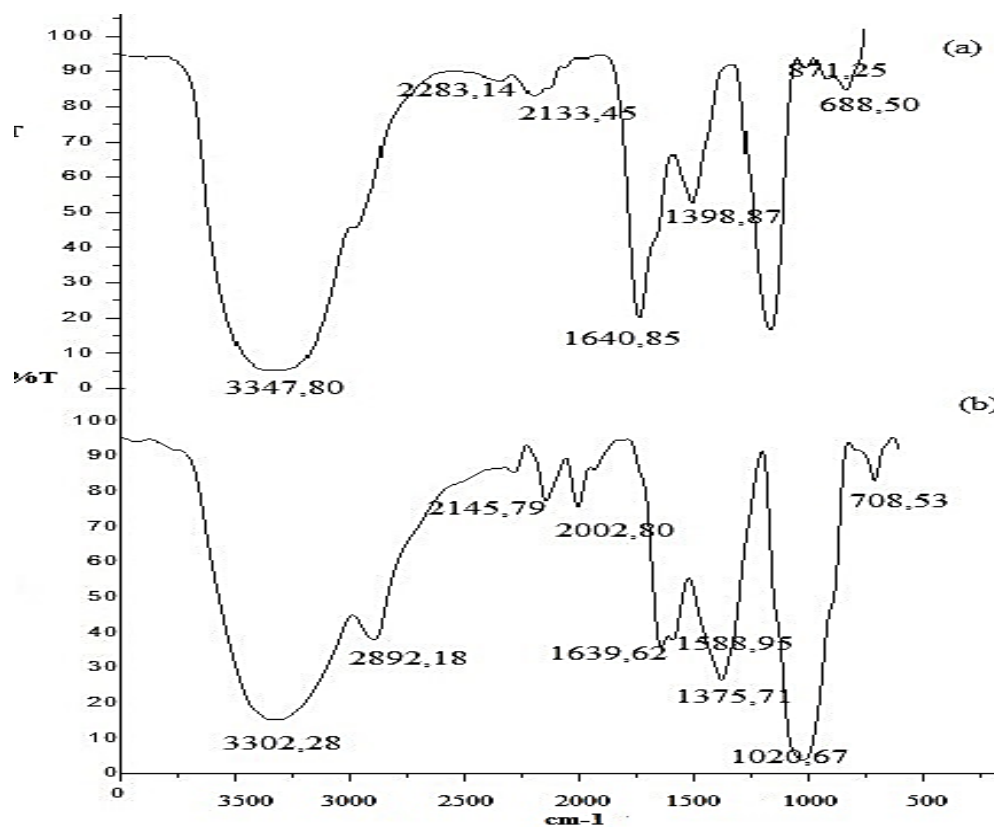
Karakteristik komposit kitosan-zeolit berdasarkan spektrofotometri FT-IR

Spektrum FT-IR komposit kitosan-zeolit bentuk pelet (KZ-p) dan komposit kitosan-zeolit bentuk pelet terikat silang glutaraldehyd (KZ-pG) serta komposit kitosan-zeolit bentuk beads (KZ-b) dan komposit kitosan-zeolit bentuk beads terikat silang glutaraldehyd (KZ-bG) menunjukkan serapan gugus fungsi yang berkaitan dengan struktur senyawa penyusun komposit. Puncak pada daerah $3364,55 \text{ cm}^{-1}$ dan $3346,31 \text{ cm}^{-1}$ serta $3302,28 \text{ cm}^{-1}$ dan $3347,80 \text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan vibrasi regang dari gugus hidroksil (-OH) dari molekul air yang terperangkap pada struktur zeolit atau gugus -OH dari kitosan. Serapan ini tumpang tindih dengan serapan dari vibrasi regang gugus N-H. Pada komposit kitosan-zeolit bentuk beads Puncak pada daerah $2892,18 \text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan vibrasi regang gugus C-H. Puncak pada komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan komposit kitosan-zeolit bentuk pelet terikat silang glutaraldehyd $2162,37 \text{ cm}^{-1}$ dan $2283,85 \text{ cm}^{-1}$ serta puncak pada komposit kitosan-zeolit bentuk beads dan beads terikat silang glutaraldehyd daerah $2145,79 \text{ cm}^{-1}$ dan $2133,45 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan vibrasi regang dari gugus -N=C=N- pada kitosan. Spektrum FT-IR komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan beads menunjukkan puncak pada daerah $1633,92 \text{ cm}^{-1}$ dan $1639,62 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan serapan untuk ikatan amida pada kitosan, sedangkan puncak serapan $1637,67 \text{ cm}^{-1}$ dan $1640,85 \text{ cm}^{-1}$ pada FT-IR komposit pelet dan beads yang terikat silang glutaraldehyd menunjukkan karakteristik vibrasi regang gugus -C=N dari imina yang ditemukan pada kitosan karena pembentukan basa Schiff.

Puncak $1375,71 \text{ cm}^{-1}$ pada komposit kitosan-zeolit bentuk beads serta $1398,87 \text{ cm}^{-1}$ dan $1380,72 \text{ cm}^{-1}$ pada komposit kitosan-zeolit bentuk beads dan pelet yang terikat silang glutaraldehyd menunjukkan adanya serapan vibrasi tekuk pada gugus -CH₃ dari zeolit. Puncak $1020,51 \text{ cm}^{-1}$ dan $1028,27 \text{ cm}^{-1}$ pada komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan pelet terikat silang glutaraldehyd serta Puncak $1020,67 \text{ cm}^{-1}$ dan $1036,78 \text{ cm}^{-1}$ pada komposit kitosan-zeolit beads dan beads terikat silang glutaraldehyd menunjukkan adanya serapan vibrasi regang pada gugus -C-O. Pada komposit kitosan-zeolit beads terikat silang glutaraldehyd puncak $871,25 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan vibrasi tekuk pada gugus -C-H dari struktur polisakarida pada PVA. Pada komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan pelet terikat silang glutaraldehyd Puncak $788,33 \text{ cm}^{-1}$ dan $782,34 \text{ cm}^{-1}$ serta pada komposit kitosan-zeolit bentuk beads dan beads terikat silang glutaraldehyd puncak $708,53 \text{ cm}^{-1}$ dan $698,50 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan vibrasi ulur dari gugus Al-O dari zeolit.



Gambar 1. Spektrum FT-IR komposit kitosan-zeolit bentuk pelet glutaraldehid (KZ-pG) (a) dan pelet tanpa penambahan glutaraldehid (KZ-p) (b)



Gambar 2. Spektrum FT-IR komposit kitosan-zeolit bentuk beads dengan glutaraldehid (KZ-pG) (a) dan beads tanpa penambahan glutaraldehid (KZ-p) (b)

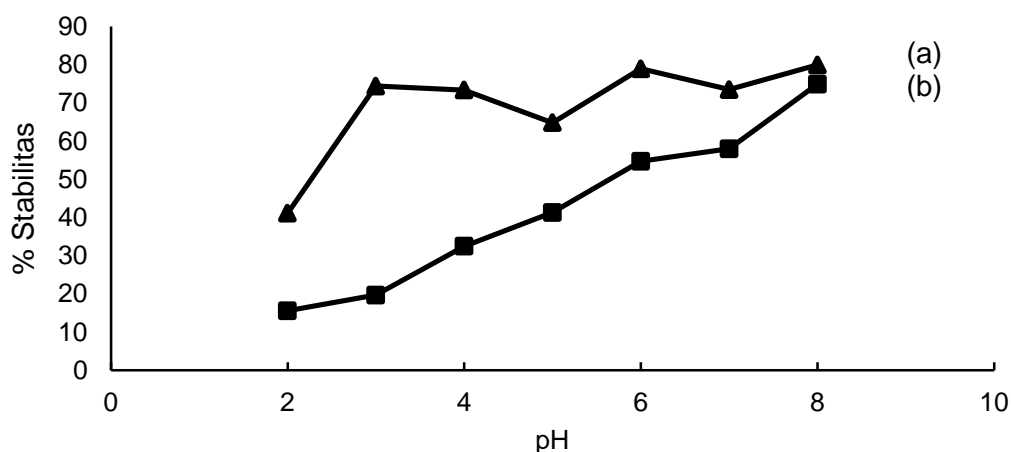
Tabel 1. Bilangan gelombang komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan beads dengan glutaraldehid dan tanpa penambahan glutaraldehid

Gugus Fungsional	Komposit Kitosan Zeolit (cm ⁻¹)			
	pelet	pelet -G	beads	beads -G
O-H regang (zeolit dan kitosan) dan N-H Regang (kitosan) ¹	3364,55	3346,31	3302,28	3347,80
-C-H Regang (kitosan) ²	-	-	2892,18	-
-N=C=N- Regang (kitosan)	2162,37	2283,5	2145,79	2133,45
-C=N Regang (kitosan) ¹	1633,92	1637,67	1639,62	1640,85
-CH ₃ Tekuk (zeolit) ⁴	-	1380,72	1375,71	1398,87
C-O Regang ²	1020,51	1028,27	1020,67	1036,78
-C-H Tekuk (glutaraldehid) ³	-	-	-	871,25
Al-O Tekuk (zeolit) ³	788,33	782,34	708,53	698,50

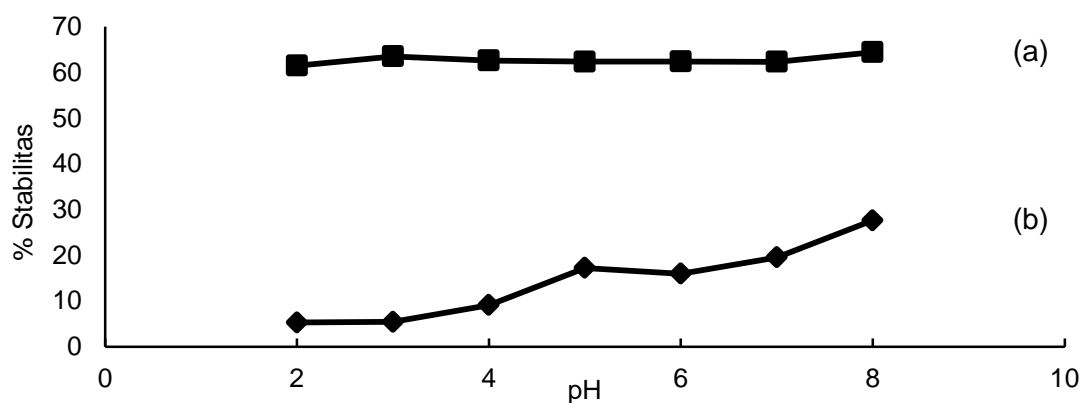
¹Schrader, 1995; ²Selvi, dkk., 2018; ³Negrea, dkk.,2015; ⁴Farda dan Maharani, 2013

Stabilitas komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan beads pada variasi pH

Stabilitas massa komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan beads diuji dengan cara melarutkan komposit ke dalam larutan asam asetat pada variasi pH rentang 2-8 (Gambar 3 dan Gambar 4).



Gambar 3. Grafik persen stabilitas komposit kitosan-zeolit bentuk pelet glutaraldehid (KZ-pG) (a) dan tanpa penambahan glutaraldehid (KZ-p) (b)



Gambar 4. Grafik persen stabilitas komposit kitosan-zeolit bentuk beads glutaraldehid (KZ-bG) (a) dan tanpa penambahan glutaraldehid (KZ-b) (b)

(a)

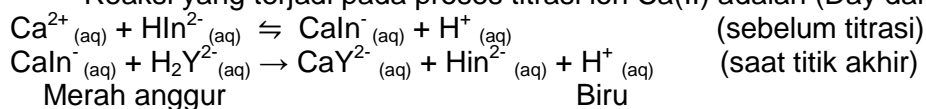
Gambar 3 (b) dan Gambar 4 (b) menyatakan bahwa komposit KZ-p maupun KZ-b mudah larut pada kondisi asam, sehingga sebelum dilakukan penambahan glutaraldehid komposit menjadi kurang stabil. Gambar 3 (a) menjelaskan bahwa kestabilan komposit KZ-pG berada pada pH 8 dan Gambar 4 (a) dapat diketahui bahwa tingkat kestabilan komposit KZ-bG adalah konstan. Kestabilan ini dikarenakan pengikat silang glutaraldehid yang memiliki gugus aldehid mengikat erat gugus karbon yang terdapat pada kitosan sehingga komposit kitosan-zeolit terikat silang glutaraldehid dapat stabil dalam berbagai kondisi pH.

Analisis konsentrasi ion Ca(II) dan Mg(II) menggunakan titrasi kompleksometri

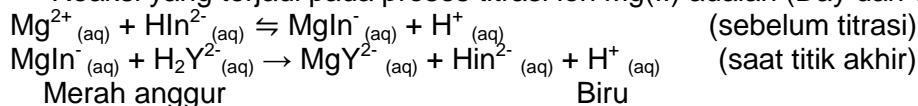
Adsorpsi logam kalsium dan magnesium dilakukan dengan berbagai variasi massa komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan *beads*. komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan *beads* dimasukkan masing-masing pada variasi massa 10, 20, 40, 80 dan 160 mg ke dalam larutan yang mengandung ion Ca(II) dan Mg(II). Proses adsorpsi dilakukan dengan pengocokan. Filtrat yang dihasilkan dapat diidentifikasi dengan menggunakan proses titrasi kompleksometri. Proses titrasi kompleksometri dilakukan untuk mengetahui konsentrasi ion Ca(II) dan Mg(II) yang telah diadsorpsi.

Prinsip titrasi kompleksometri meliputi garam etilen diamin tetra asetat (EDTA) bereaksi dengan ion Ca(II) dan Mg(II) dan membentuk senyawa kompleks kelat yang larut. Pada pH 10 ion Ca(II) dan Mg(II) akan bereaksi dengan indikator EBT sehingga membentuk larutan berwarna merah keunguan. Pada saat penambahan Na₂EDTA yang bertindak sebagai titran, maka ion Ca(II) dan Mg(II) akan membentuk senyawa kompleks sehingga molekul pada indikator terlepas kembali dan mengakibatkan titik akhir titrasi larutan berubah warna dari merah keunguan menjadi biru (SNI, 2004).

Reaksi yang terjadi pada proses titrasi ion Ca(II) adalah (Day dan Underwood, 2002):



Reaksi yang terjadi pada proses titrasi ion Mg(II) adalah (Day dan Underwood, 2002):

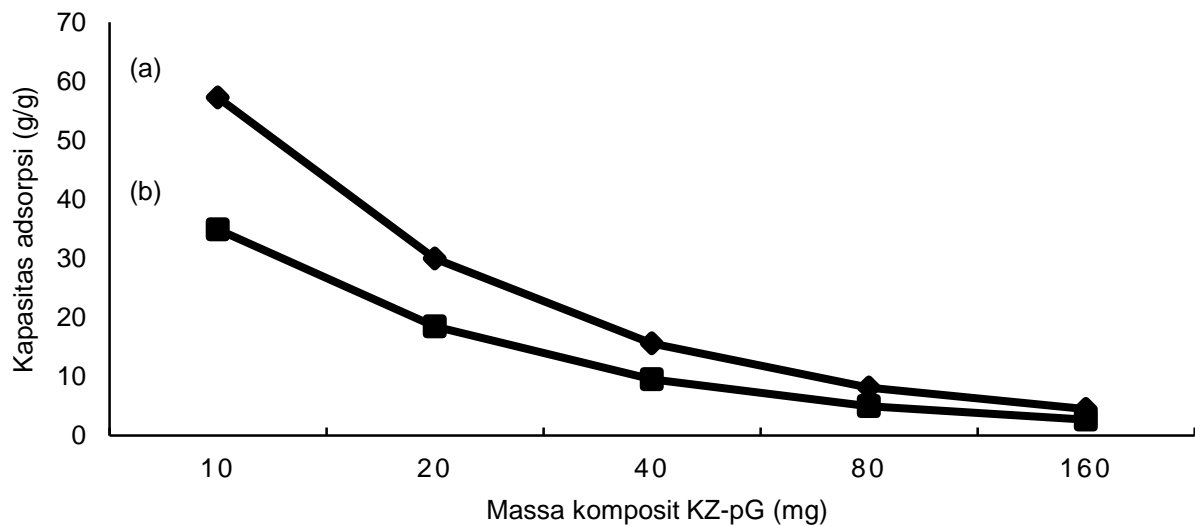


Jumlah ion Ca(II) dan Mg(II) teradsorpsi komposit kitosan-zeolit

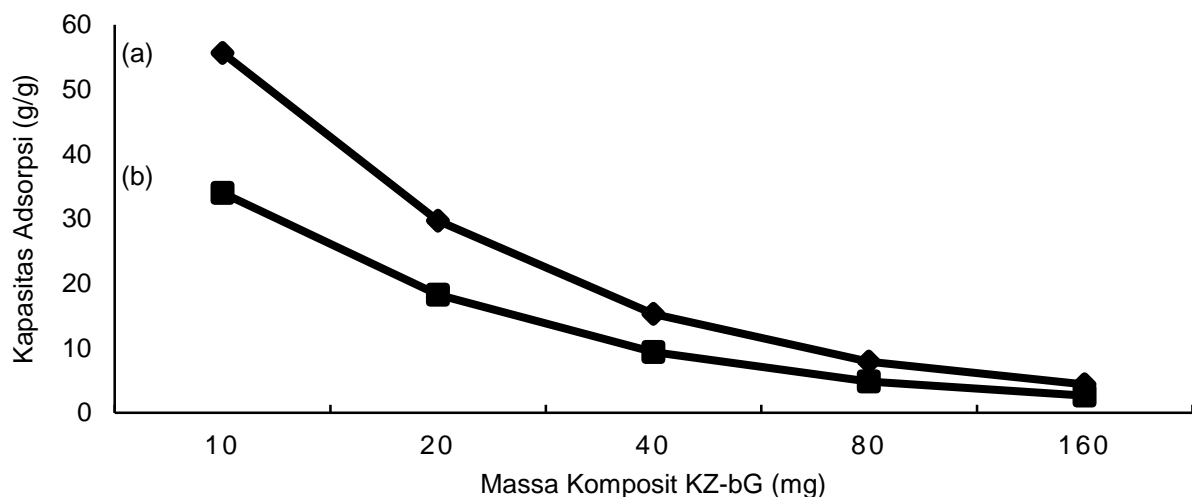
Kapasitas adsorpsi menunjukkan kemampuan komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan komposit kitosan-zeolit bentuk *beads* dalam mengadsorpsi ion kalsium dan magnesium. Kapasitas adsorpsi ditentukan dengan memvariasikan berat komposit sebesar masing-masing 10, 20, 40, 80, dan 160 mg. Hubungan antara massa komposit kitosan-zeolit pelet dan *beads* terikat silang glutaraldehid yang digunakan dengan kapasitas adsorpsi ion Ca(II) dan Mg(II) penyebab kesadahan dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6 hubungan antara adsorben komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan *beads* dengan nilai kapasitas adsorpsi logam Ca(II) dan Mg(II) dapat dilihat dari nilai normalitas pada uji statistik. Nilai tersebut menyatakan bahwa kenaikan massa komposit kitosan-zeolit bentuk pelet dan *beads* signifikan terhadap penurunan kapasitas adsorpsinya. Semakin banyak massa komposit kitosan-zeolit yang digunakan, maka semakin menurun kapasitas adsorpsinya.

Menurunnya kapasitas adsorpsi dimungkinkan karena proses desorpsi atau pelepasan adsorbat kembali selama pengocokan. Desorpsi terjadi akibat permukaan adsorben yang telah jenuh. Pada keadaan jenuh, laju adsorpsi menjadi berkurang (Barros, dkk., 2003). Hal ini dimungkinkan juga karena jumlah komposit yang besar menyebabkan agregasi, sehingga dapat mengakibatkan penurunan luas area permukaan komposit, akibatnya interaksi antara adsorben dan adsorbat menjadi menurun yang ditunjukkan dengan penurunan kapasitas adsorpsinya (Zakaria, dkk., 2014).



Gambar 5. Grafik nilai kapasitas adsorpsi ion Ca(II) (a) dan Mg(II) (b) pada komposit kitosan-zeolit bentuk pelet (KZ-pG)



Gambar 6. Grafik nilai kapasitas adsorpsi ion Ca(II) (a) dan Mg(II) (b) pada komposit kitosan-zeolit bentuk beads (KZ-bG)

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, komposit KZ-pG dan komposit KZ-bG lebih stabil dibandingkan komposit KZ-p dan komposit KZ-b. Komposit KZ-pG, stabil pada pH 8 dengan nilai 79,93%. Pada komposit KZ-bG, komposit memiliki tingkat kestabilan yang konstan pada rentang pH 2-8. Hal ini dikarenakan perubahan massa komposit KZ-bG akibat pelarutannya dalam larutan asam asetat sudah mencapai kestabilan pada pH 2.

Kapasitas adsorpsi maksimum diperoleh komposit KZ-pG dan KZ-bG pada massa 10 mg. Kapasitas adsorpsi ion Ca(II) dan Mg(II) komposit KZ-pG berturut-turut sebesar 57,2 g/g dan 34,8 g/g. Kapasitas adsorpsi ion Ca(II) dan Mg(II) komposit KZ-bG berturut-turut sebesar 55,6 g/g dan 33,9 g/g. Berdasarkan data uji statistik, kenaikan massa komposit KZ-pG maupun komposit KZ-bG berpengaruh signifikan terhadap penurunan nilai kapasitas adsorpsi ion Ca(II) dan Mg(II).

DAFTAR PUSTAKA

- Barros, J.L.M., Macedo, G.R., Duarte, M.M.L., Silva, E.P., Lobato, A.K.C.L. 2003. Biosorption of cadmium using the fungus *aspergillus niger*. *Brazilian Journal Of Chemical Engineering*, 20:1-17.
- Day, R.A., dan Underwood, A.L. 2002. Analisis Kimia Kuantitatif. Edisi VI. Erlangga. Jakarta.
- Farda, E., dan Maharani, D.K. 2013. Penentuan pH Optimum dan Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Ni(II) oleh Komposit Kitosan-Alumina. *UNESA Journal of Chem*, 2(1):19-23.
- Indrawati, D., dan Cahyaningrum, S.E. 2013. Pengaruh perbandingan komposisi kitosan dan silika terhadap karakterisasi adsorben kitosan-silika bead. *Journal of Chemistry*. 2(1): 8-13.
- Kesuma, R.F., Sitorus, B., dan Adhitiyawarman. 2013. Karakterisasi Pori Adsorben Berbahan Baku Kaolin Capkala dan Zeolit Dealuminasi. *J. Kimia Khatulistiwa*. 19-23.
- Kundari, N.A., dan Wiyuniati, S. 2008. Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit. *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir* 376-386.
- Negrea, P.A., Caunib, I., Saracc, M., dan Butnariu. 2015. The Study of Infrared Spectrum of Chitin and Chitosan Extract as Potential Sources of Biomass. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*. 10(4): 1129-1138.
- Ngah, W.S.Wan, Teong, L.C., Wong C.S., dan Hanafiah, M.A.K.M. 2012. Preparation and Characterization of Chitosan-Zeolite Composites. *J. Appl. Polym. Sci*. 125: 2417-2425.
- Nurdiani, D. 2005. Adsorpsi Logam Cu(II) Dan Cr(VI) pada Kitosan Bentuk Serpihan dan Butiran. Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. (Skripsi).
- Rini, A.P. 2008. Pengaruh Komposisi Poly Ethylene Glycol (PEG) dalam Sintesis Membran Padat Silika dari Sekam Padi dan Aplikasinya untuk Dekolorisasi Limbah Cair Batik. Universitas Diponegoro. Semarang. (Skripsi).
- Schrader, B. 1995. Infrared and raman Spectrscopy, Methods and Application. VCH Publisher. USA. Inc.
- Silva, S.M.L., Braga, C.R.C., Fook, M.V.L., Raposo, C.M.O., Carvalho, L.H., Camedo, E.L. 2012. Application of Infrared Spectroscopy to Analysis of Chitosan/Clay Nanocomposite. Federal University of Campino Grade, Departement of material Engineering. Brazil. (www.intechopen.com).
- SNI. 2004. Air dan Limbah – Bagian 12: Cara uji kesadahan total kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) dengan metode titrimetri. BSN. 06-6989.12.
- Utami, R. 2012. Modifikasi Zeolit Alam dengan Nanokitosan Sebagai Adsorben Ion Logam Berat dan Studi Kinetikanya Terhadap Ion Pb(II). Universitas Indonesia. Depok. (Skripsi).
- Widjajanti, E., Tutik, P., Regina, dan Utomo, M. Pranjoto. 2011. Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah dan Metil Jingga. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan, UNY*. 155-122.
- Zakaria, A., Taufiq, A., Subariyah, I. 2014. Penentuan Kondisi Optimum Proses Adsorpsi Ion Pb²⁺ Oleh Zeolit Alam Lampung Termodifikasi Fosfat Z-PNA₂-L. *Warta Akab*. 32:99-105.