

STUDI pH DAN WAKTU KONTAK OPTIMUM ADSORPSI ION Mn(II) MENGGUNAKAN ADSORBEN SILIKA@KITOSAN DENGAN PEMANFAATAN SILIKA YANG BERSUMBER DARI PASIR ALAM

Johnson N. Naat*, Yantus A. B. Neolaka, Yosep Lawa, Dewi Lestarani, Lolita A.M. Parera, Delmi Adu, Maria Mamut, Leda Paloga

Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Undana Kupang

*Johnson_naat@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Parameter yang dilaporkan dalam artikel ini adalah pH dan waktu kontak optimum adsorpsi Mn(II) menggunakan silika@kitosan dengan pemanfaatan silika yang bersumber dari pasir alam Takari. Penelitian ini dilakukan melalui tahapan preparasi sampel, ekstraksi silika, pembuatan adsorben silika@kitosan dan adsorpsi ion logam Mn(II) oleh adsorben hasil sintesis. Penentuan pH optimum ion logam Mn(II) menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) dengan variasi pH 3, 4, 5, 6 dan 7 dan variasi waktu kontak 30, 40, 50, 60, 70 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum adsorpsi ion logam Mn(II) terjadi pada pH 5 dengan daya adsorpsi sebesar 1,282 mg/L. Waktu kontak optimum terjadi pada waktu interaksi 60 menit dengan daya adsorpsi sebesar 1,293 mg/g.

Kata Kunci: Silika, kitosan, ion logam Mn(II), pH optimum, waktu kontak optimum.

ABSTRACT

The parameter which is reported in this article is pH optimum contact time of adsorption Mn(II) by using silica@kitosan by functioning the silica of sand from Takari. This research was conducted by using procedures of sample preparation, silica extraction, the making of silica@kitosan adsorben and metal ion adsorption Mn(II) by adsorben of syntesis result. The total of adsorpted metal was determined by using atomic absorbtion spectrophotometer (AAS) with pH variation 3, 4, 5, 6, and 7 and contact time variation 30, 40, 50, 60, 70 minutes. The result shows that adsorption optimum pH of metal ion Mn(II) was happened in pH 5 with adsorption power was 1.282 mg/g. The optimum contact time was happened in interaction time of 60 minutes with adsorption time was 1.293 mg/g.

Key words: Silica, kitosan, Mn(II) ion, pH optimum, contact time optimum.

PENDAHULUAN

Mangan (Mn) merupakan salah satu unsur yang paling berlimpah dikerak bumi, yang sangat keras dan rapuh tetapi mudah teroksidasi, sehingga mangan digunakan dalam paduan baja untuk meningkatkan karakteristik yang menguntungkan seperti kekuatan, kekerasan dan ketahanan listrik yang tinggi. Logam Mn juga berperan dalam pertumbuhan dan proses metabolisme, serta merupakan salah satu komponen penting dalam sistem enzim [1]. Namun keberadaannya dalam konsentrasi tinggi dapat memberikan efek seperti gangguan kejiwaan, kerusakan saraf, gejala kelainan otak dan pertumbuhan terhambat [2]. Oleh karena itu, kadar Mn(II) yang dianjurkan dalam sistem perairan menurut PPRI No. 82 tahun 2000 adalah kurang dari 0,5 mg/L. Melihat kondisi ini maka diperlukan penanganan yang serius agar dapat mengurangi masalah ion logam berat yang terdapat dalam air dan makanan yang sangat merusak kehidupan makhluk hidup dan alam sekitarnya. Proses penanganan pencemaran ion-ion logam berat dapat dilakukan menggunakan adsorpsi.

Keberhasilan proses adsorpsi sangat dipengaruhi oleh adsorben yang digunakan. Pada dasarnya, adsorben alami banyak dipilih karena selain efektif juga sangat ekonomis. Dalam penelitian ini pasir alam Takari dapat dipilih sebagai adsorben karena pasir alam Takari memiliki potensi dan kadar silika yang terkandung didalamnya cukup besar. Selain itu, metode adsorpsi didasarkan pada interaksi ion-ion logam dengan gugus fungsional yang terdapat pada permukaan adsorben seperti -OH, -NH, -SH dan -COOH [3]. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Boro (2016) kadar silika (SiO₂) hasil ekstraksi dari pasir alam Takari adalah sebanyak 97,8%. Hal ini yang menjadi dasar utama

peneliti tertarik untuk memanfaatkan kekayaan daerah Nusa Tenggara Timur khususnya pulau Timor yaitu pasir alam Takari sebagai sumber silika [4].

Silika salah satu polimer anorganik yang tersusun atas unsur silikon dan oksigen (SiO_2). Keberadaan silika di kerak bumi khususnya dalam bahan tambang atau galian sudah lama ditemukan berupa mineral, seperti granit dan pasir kuarsa [5]. Pada umumnya proses sintesis silika berbahan dasar pasir alam dapat dilakukan dengan metode sol gel [6], metode *Alkali Fusion* [7], dan metode basah (*hydrothermal*-kopresipitasi [4]. Ketiga metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan namun tetap menghasilkan silika. Pada penelitian ini digunakan metode kopresipitasi. Kelebihan metode kopresipitasi dibandingkan dengan metode *alkali fusion* dan metode sol gel adalah membutuhkan energi yang cukup rendah, menggunakan peralatan yang relatif sederhana, pengontrolan ukuran partikel dengan mudah, menggunakan suhu rendah, waktu yang dibutuhkan relatif singkat dan dapat dilakukan pada kondisi lingkungan normal.

Kegunaan silika gel yang lazim adalah sebagai penjerap uap air pada bahan-bahan yang bersifat higroskopis. Sifat sebagai penjerap yang disebut sifat adsorptif karena adanya situs aktif pada permukaan. Walaupun mempunyai berbagai kelebihan, ternyata silika gel juga mempunyai beberapa kelemahan. Kelemahan tersebut adalah pada silika gel, jenis situs aktif hanya berupa gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si). Gugus silanol ini mempunyai sifat keasaman yang rendah, di samping itu mempunyai oksigen sebagai atom donor yang sifatnya lemah [8]. Rendahnya kemampuan oksigen sebagai atom donor merupakan akibat oksigen terikat langsung pada atom Si dalam struktur silika [9]. Hal ini yang menyebabkan terbentuknya proses modifikasi. Modifikasi permukaan silika gel dapat dilakukan dengan immobilisasi (penambahan) menggunakan gugus fungsional organik yang mampu mengikat ion-ion logam berat. Modifikasi yang dilakukan yaitu dengan proses kimia yaitu memodifikasi silika untuk membentuk ikatan kovalen yang bertujuan mengubah karakteristik permukaan silika gel [10]. Gugus aktif yang sering digunakan adalah senyawa organik seperti merkaptol dan kitosan.

Kitosan merupakan polisakarida linear yang dihasilkan dari deasetilasi senyawa kitin yang mengandung lebih dari 500 unit glukosamin. Kitosan dalam bentuk serbuk atau serpihan berwarna putih yang tidak berbau dapat mengadsorpsi ion-ion logam berat karena sifatnya yang tidak toksik, tidak mengiritasi, *biocompatibility*, *biodegradability*, modifikasi kimia yang cukup mudah dan mempunyai afinitas yang besar terhadap enzim serta memiliki gugus aktif berupa gugus $-\text{NH}_2$ dan $-\text{OH}$ yang mampu menjerap ion logam [11]. Kitosan bersifat polikationik dalam lingkungan asam. Hal ini dikarenakan kitosan memiliki gugus amin yang dapat terprotonasi oleh H^+ dari asam [12].

Kondisi keasaman larutan ion logam sangat memberikan pengaruh terhadap kapasitas adsorpsi. Di mana semakin rendah pH, permukaan adsorben bermuatan positif sehingga mengalami tolakan antara permukaan adsorben dengan ion logam yang menyebabkan adsorpsi menjadi lambat dan rendah. Sedangkan jumlah ion logam cenderung mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan pH hingga mencapai titik optimum. Sedangkan pada pH netral sampai basa mengalami penurunan adsorpsi (pengendapan) dikarenakan kation logam akan terhidrolisis membentuk hidroksidanya, dimana sebagian hidroksida logam bersifat tidak larut [13]. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Utami (2015), pengaruh pH adsorpsi ion logam Mn(II) menggunakan adsorben arang kayu apu termodifikasi kitosan-glutradelhid menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi ion logam Mn(II) mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan pH dan teradsorpsi maksimum pada pH 5 sedangkan pada pH 6 dan 7 mengalami penurunan dikarenakan mengalami pengendapan menjadi Mn(OH)_2 [14]. Menurut Riskadita (2017) pada penelitiannya dalam mengadsorpsi ion logam Cd^{2+} menggunakan silika-kitosan efektif penyerapan terjadi pada pH 2 dan 3 sedangkan pada pH 4, 5, dan 6 mengalami penurunan dikarenakan menurunnya kelarutan logam dalam larutan, karena ion logam Cd^{2+} masih dalam bentuk senyawa CdCl_2 yang stabil sehingga pasangan elektron bebas dari gugus amina tidak mampu mengikat ion Cd^{2+} [6]. Selain kondisi keasaman larutan ion logam, waktu kontak juga merupakan salah satu parameter yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi. Semakin lama waktu interaksi adsorben dengan ion logam maka semakin banyak jumlah ion logam yang teradsorpsi [16]. Hal tersebut terjadi karena pada saat ion logam sudah memenuhi lapisan, maka molekul yang terserap tidak mampu melebihi situs aktif pada permukaan adsorben. Dalam artikel ini akan dilaporkan pH dan waktu kontak optimum adsorpsi ion logam Mn(II) dengan menggunakan silika yang bersumber dari pasir alam Takari.

METODE

Preparasi sampel

Pasir yang telah diambil dari Takari ditimbang sebanyak 400 gram. Pasir dicuci dengan aquades dan diproses melalui *wise stirrer* dengan kecepatan putar 272,72 rpm selama 5 menit. Proses pencucian diulang sebanyak 3 kali, untuk menghilangkan pengotor berupa tanah dan pengotor lainnya. Pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 2 jam. Pasir kemudian dihaluskan dengan menggunakan *diskmill* dan dihaluskan dengan ayakan 200 *mesh*. Setelah itu pasir ditimbang sebanyak 50 gram dan direndam dengan HCl 2 M sebanyak 200 mL selama 12 jam untuk menghilangkan pengotor selain SiO₂. Kemudian pasir dicuci dengan aquades. Proses pencucian dilakukan hingga pH dari pasir hasil rendaman netral. Selanjutnya pasir disaring dengan kertas saring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam. Hasilnya digerus dengan menggunakan mortal sehingga didapatkan ukuran serbuk pasir yang homogen. Selanjutnya diekstraksi menggunakan metode *hydrothermal* dan kopresipitasi.

Sintesis Adsorben Silika@Kitosan

Larutan kitosan dibuat dengan melarutkan kitosan sebanyak 2 gram dalam 100 mL asam asetat 3% dan diaduk secara konstan menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam sampai homogen. Selanjutnya sebanyak 1 gram serbuk natrium tripolifosfat dilarutkan dalam 100 mL aquades dan diaduk secara konstan menggunakan *magnetic stirrer* sampai homogeny. Silika yang telah disiapkan kemudian dicampurkan dengan larutan kitosan dan diaduk sampai homogen selama 12 jam dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Campuran dinetralkan dengan 50 mL NaOH 1 M dan didiamkan sampai terbentuk endapan. Endapan yang dihasilkan tersebut didekantasi dan dicuci dengan aquades sebanyak 3 kali kemudian disaring. Endapan yang dihasilkan direaksikan lagi dengan 30 mL asam asetat 3% dan dicampur dengan 50 mL natrium tripolifosfat 1 % (b/v) sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 1 jam. Hasil yang didapat disaring dengan kertas saring, dipanaskan dengan oven pada suhu 60°C selama 5 jam, kemudian didinginkan dalam desikator. Hasil tersebut merupakan adsorben silika@kitosan dan kemudian digerus untuk mendapatkan ukuran yang homogen.

Pembuatan Larutan Standar Mn(II)100 ppm dan kurva kalibrasi

Sebanyak 1 gram MnSO₄.H₂O dilarutkan dengan aquades dan ditambahkan 3 tetes HNO₃ dalam labu takar 1000 mL, selanjutnya diencerkan dengan aquades sampai tanda. Pembuatan kurva kalibrasi larutan standar dimaksudkan mencari hubungan antara adsorbansi dengan konsentrasi larutan Mn(II). Kurva kalibrasi Mn(II) dibuat dengan seri larutan Mn(II) mulai dari 0,5; 1; 2; 3; 4; dan 5 ppm. Kemudian diukur masing-masing seri larutan standar menggunakan SSA untuk mendapatkan data absorbansi.

Penentuan pH Optimum

Sebanyak 0,1 g silika@kitosan dengan diinteraksikan dengan masing-masing 25 mL larutan ion Mn(II) 5 ppm yang mempunyai variasi pH 3, 4, 5, 6 dan 7, dengan waktu 50 menit dan diaduk menggunakan *shaker*. Setelah interaksi kemudian larutan disaring dan filtrat yang diperoleh dianalisis dengan AAS.

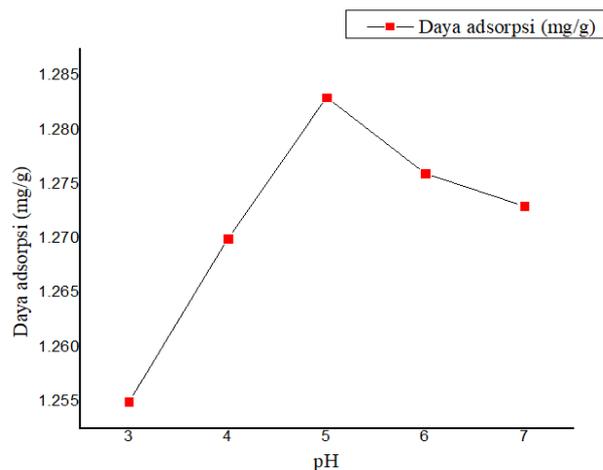
Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sebanyak 0,1 g silika@kitosan dengan variasi 30, 40, 50, 60, dan 70 menit diinteraksikan dengan masing-masing 25 mL larutan ion Mn(II) 5 ppm pada pH optimum dan diaduk dengan *magnetic stirrer* pada kecepatan 300 rpm. Setelah interaksi larutan kemudian disaring dan filtrat yang diperoleh dianalisis dengan SSA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan pH optimum adsorpsi ion logam Mn(II)

Penentuan variasi pH bertujuan untuk menentukan kemampuan daya adsorpsi adsorben silika@kitosan terhadap ion logam Mn(II). Menurut Riskadita (2017), derajat keasam larutan (pH) sangat mempengaruhi kelarutan ion logam Mn(II) serta gugus aktif yang terdapat pada adsorben silika@kitosan [6]. Oleh karena itu, adsorpsi ion logam Mn(II) tidak dilakukan pada pH basa karena kitosan hanya dapat bereaksi pada kondisi pH asam. Hasil analisis adsorpsi ion logam Mn(II) oleh adsorben silika@kitosan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva variasi pH pada adsorpsi ion logam Mn(II) menggunakan adsorben silika@kitosan

Gambar 1 diketahui bahwa pada pH kurang dari 5 yaitu pH 3 dan 4 konsentrasi ion H^+ semakin tinggi yang menyebabkan adsorpsi menurun (daya adsorpsi rendah). Hal ini terjadi karena pada kondisi asam gugus amina ($-NH_2$) pada adsorben silika-kitosan mengalami protonasi menjadi NH_3^+ sehingga menyebabkan interaksi antara ion logam Mn(II) dengan situs aktif pada adsorben cenderung terjadi secara elektrostatis. Selain itu, pada kondisi asam juga jumlah kompleks hidroksida logam yang terbentuk lebih sedikit dan jumlah kation logam bebas lebih banyak. Akibatnya dalam kondisi asam permukaan adsorben bermuatan positif sehingga akan terjadi tolakan antara permukaan adsorben dengan ion logam yang menyebabkan daya adsorpsi rendah. Konsentrasi H^+ yang semakin tinggi menyebabkan daya adsorpsi semakin rendah dikarenakan terjadi kompetisi antara ion logam Mn(II) dengan ion H^+ untuk menempati sisi aktif pada gugus aktif $-NH_2$ dari adsorben. Hal ini yang menyebabkan proses pertukaran ion dan penyerapan terhadap ion logam Mn(II) menjadi terganggu (tidak optimal) [16]. pH 5 daya penyerapan adsorben silika@kitosan terhadap ion logam Mn(II) semakin tinggi atau merupakan pH optimum karena telah mencapai titik yang seimbang dengan daya adsorpsi sebesar 1,282 mg/g. Pada pH 5 penyerapan logam tertinggi karena ion logam Mn(II) memiliki afinitas yang lebih tinggi untuk berikatan dengan gugus yang terdapat pada adsorben silika@kitosan. Peningkatan adsorpsi ion logam Mn(II) terjadi juga karena gugus aktif pada adsorben silika@kitosan yaitu gugus amina ($-NH_2$) yang memiliki sepasang elektron bebas pada atom N yang bertindak sebagai basa Lewis yang akan mendonorkan pasangan elektron ke ion logam Mn(II) (asam Lewis) membentuk ikatan kovalen koordinasi. Selain itu pada larutan ion H^+ akan berikatan dengan ion OH^- yang mengakibatkan ion $-NH_2$ pada adsorben silika termodifikasi kitosan mempunyai peluang lebih besar untuk berikatan dengan ion logam.

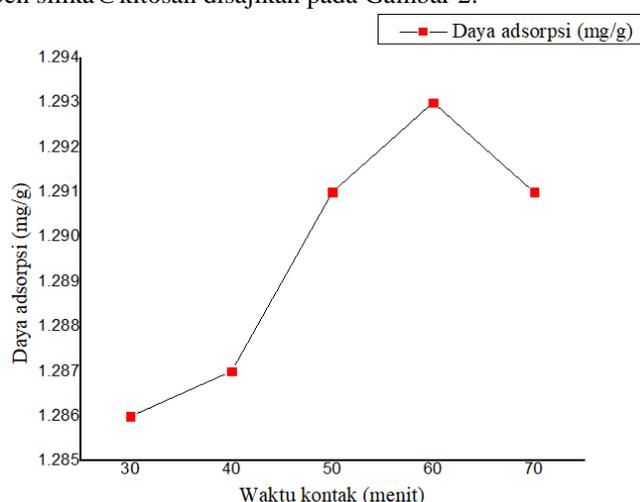
Pada adsorben silika-kitosan terdapat gugus $-OH$ (silanol) dan $-Si-O-Si-$ (siloksan) yang juga dapat berperan sebagai atom donor pada kondisi tersebut, karena cenderung bermuatan negatif [9]. Penelitian Utami (2015), pengaruh pH pada adsorpsi ion logam Mn(II) menggunakan adsorben arang kayu apu yang disintesis menjadi silika yang kemudian dimodifikasi kitosan-glutalaldehid menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi ion logam Mn(II) mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan pH dan teradsorpsi maksimum pada pH 5. Pada suasana larutan yang tidak terlalu asam, gugus aktif pada adsorben mempunyai daya reaktivitas yang tinggi karena adanya gugus $-NH_2$ dan $-OH$ pada kitosan yang menyebabkan meningkatnya sifat polielektrolit kation sehingga peran sebagai penukar ion semakin efektif terhadap ion logam [13]. Menurut Sitorus (2014), pada adsorben silika@kitosan, silika juga sangat membantu peningkatan jumlah adsorpsi terhadap ion logam Mn(II) [17]. Hal ini disebabkan karena silika memiliki gugus siloksan ($Si-O-Si$) dan gugus silanol ($Si-OH$) yang mampu meningkatkan daya adsorpsi dari kitosan pada suasana asam. Hal ini terjadi karena modifikasi silika-kitosan menyebabkan bertambahnya ukuran pori-pori sehingga ion logam yang terikat pada adsorben silika-kitosan semakin meningkat.

Logam Mn(II) yang teradsorpsi semakin menurun seiring dengan kenaikan pH larutan. Pada pH 6 dan 7 penyerapan adsorben silika-kitosan terhadap ion logam Mn(II) semakin menurun dengan daya adsorpsi sebesar 1,276 mg/g dan 1,273 mg/g. Hal ini disebabkan karena pada kondisi pH larutan

yang semakin tinggi menyebabkan semakin banyak juga ion OH^- dalam larutan [18]. Ion OH^- dalam larutan cenderung berikatan dengan Mn(II) membentuk endapan Mn(OH)_2 , sehingga interaksi antara ion Mn(II) dengan atom O pada gugus hidroksil ($-\text{OH}$) menjadi terganggu karena perbedaan keelektronegativitas pada gugus yang berikatan [19]. Selain itu, pada pH 6 dan 7 ion H^+ dalam larutan semakin berkurang dan perubahan gugus amina yang bermuatan negatif pada adsorben dan pada adsorbat berubah dengan bertambahnya pH sehingga memungkinkan awalnya ion logam Mn(II) menjadi Mn(OH)_2 . Akibatnya ion logam Mn(II) terjerap semakin sedikit atau dengan kata lain mangan tidak lagi dalam bentuk ionnya sehingga semakin sulit untuk berikatan dengan gugus amina pada kitosan [14]. Pada umumnya dalam suasana asam, ion logam berada sebagai kation bebas tetapi pada kondisi netral hingga basa kation akan terhidrolisis membentuk hidroksidanya, dimana sebagian besar hidroksida logam bersifat tidak larut [20].

Waktu kontak optimum adsorpsi ion logam Mn(II)

Penentuan lama kontak optimum terhadap adsorpsi ion logam Mn(II) menggunakan adsorben silika@kitosan yang dilakukan pada pH optimum yaitu pada pH 5. Tujuan variasi waktu kontak adalah untuk menentukan waktu yang dibutuhkan antara adsorben dan adsorbat untuk mencapai titik kesetimbangan adsorpsi. Hasil analisis penentuan waktu kontak adsorpsi ion logam Mn(II) menggunakan adsorben silika@kitosan disajikan pada Gambar 2.

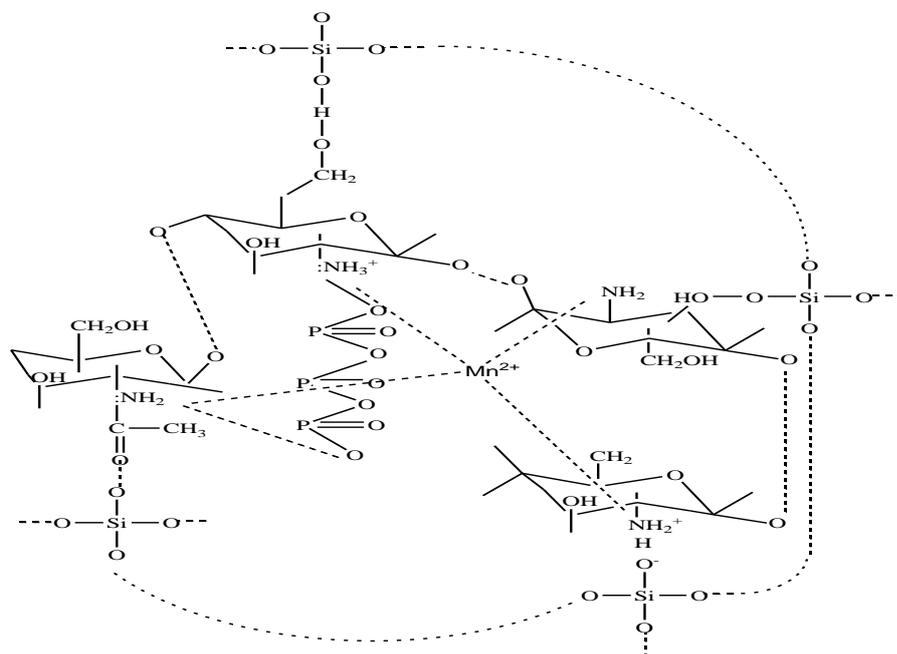


Gambar 2. Kurva waktu kontak terhadap ion logam Mn(II) teradsorpsi oleh adsorben silika@kitosan.

Kurva analisis adsorpsi ion logam Mn(II) pada Gambar 2 diketahui bahwa presentasi ion logam Mn(II) yang terjerap pada permukaan adsorben meningkat dan menurun seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Hal ini terjadi karena peningkatan waktu kontak dapat dianggap sebagai ketidakstabilan pada permukaan adsorben [15]. Adsorpsi ion Mn(II) mengalami peningkatan pada waktu kontak 30 hingga 60 menit dan waktu kontak terbaik terjadi pada waktu kontak 60 menit yang merupakan waktu kontak optimum dengan daya adsorpsi sebesar 1,293 mg/g. Hal ini terjadi karena proses difusi ion logam Mn(II) ke dalam pori-pori adsorben semakin baik seiring dengan semakin lama waktu interaksi. Selain itu, semakin lama waktu kontak memungkinkan proses difusi atau penempelan molekul adsorbat pada permukaan adsorben semakin kuat, dan semakin kecil ukuran partikel kitosan yang digunakan, maka semakin cepat kecepatan adsorpsinya [13].

Proses adsorpsi dengan waktu kontak 70 menit terjadi penurunan presentasi adsorpsi menjadi 1,291 mg/g. Hal ini terjadi karena gugus aktif yang terdapat pada adsorben, yaitu gugus $-\text{NH}_2$ dan OH^- sudah penuh mengikat komponen lain (H^+) sehingga kemungkinan ion logam yang sudah terikat oleh adsorben dapat terlepas lagi atau terjadi desorpsi [13]. Sedangkan menurut Widyanti (2009), terjadi penurunan adsorpsi karena permukaan adsorben sudah jenuh atau mendekati kejenuhan terhadap adsorbat dikarenakan tidak terbentuk lapisan kedua dan seterusnya sehingga adsorbat yang belum teradsorpsi berdifusi keluar pori dan kembali ke arus fluida [21]. Selain itu kemungkinan lain yang terjadi adalah kondisi suhu pada saat proses adsorpsi sangat rendah (suhu kamar), sehingga ikatan yang terjadi bersifat sangat lemah [13].

Pembentukan kompleks silika@kitosan setelah diadsorpsi dengan ion logam Mn(II) dapat diprediksi mekanisme pembentukan kompleks ion logam Mn(II) sebagai atom pusat dan gugus $-NH_2$ dari kitosan sebagai ligan kuat dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan bahwa yang berperan penting pada proses adsorpsi adalah gugus $-NH_2$ pada kitosan dikarenakan elektron bebas dari atom N pada amina ($-NH_2$) berinteraksi dengan ion logam Mn(II) menyebabkan nilai adsorpsi semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena kekuatan interaksi elektrostatis antara elektron bebas dari atom N dengan ion logam Mn(II) lebih kuat [22]. Menurut Yusmaniar (2014) gugus amina ($-NH_2$) menjadi salah satu gugus fungsi fungsional yang efisien untuk menghilangkan ion logam berat. Selain itu, jika ditinjau dari kekuatan asam basa, teori *Hard Soft Acid Base* (HSAB) yaitu asam keras akan mudah berinteraksi dengan basa keras sedangkan asam lemah akan berinteraksi dengan basa lemah, dimana logam Mn(II) merupakan asam keras yang akan mudah berinteraksi dengan sisi aktif dari kitosan yaitu gugus $-NH_2$ yang merupakan basa keras [6]. Hal ini menunjukkan bahwa ion logam Mn(II) lebih mudah diikat oleh gugus NH_2 dari kitosan.



Gambar 3. Prediksi Mekanisme pembentukan kompleks antara adsorben silika@kitosan dengan ion logam Mn(II) (Iftah, 2011).

KESIMPULAN

pH optimum penyerapan ion logam Mn(II) oleh adsorben silika termodifikasi kitosan adalah pada pH 5 dengan daya adsorpsi sebesar 1,282 mg/L. Setelah pH 5 daya adsorpsi menurun yaitu pada pH 6 dan 7. Hal ini disebabkan ion logam Mn(II) mengalami pengendapan menjadi $Mn(OH)_2$ yang tidak larut. Waktu kontak optimum terjadi pada waktu interaksi 60 menit dengan daya adsorpsi sebesar 1,293 mg/g. Hal ini terjadi karena proses difusi ion logam Mn(II) ke dalam pori-pori adsorben semakin baik seiring dengan semakin lama waktu interaksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.
- [2] Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta : Rineka Cipta.
- [3] Purwaningsih, D. 2009. Adsorpsi Multi Logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) dan Ni(II) Pada Hibrida Etilendiamino-Silika dari Abu Sekam Padi. FMIPA UNY, Yogyakarta.

- [4] Boro, P. 2016. Studi Plarut Kalium Hidroksida (KOH) dan Natrium Hidroksida (NaOH) pada Ekstraksi Silika (SiO₂) Pasir Alam Takari Menggunakan metode *Co- Precipitation*. Skripsi. Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- [5] Kalapathy U., Proctor A., Shultz J. 2000. *Simple Method for Production of Pure Silica from Rice Hull Ash. Bioresource Technology*.
- [6] Riskadita, R. 2017. Pengaruh pH, Lama Kontak, dan Konsentrasi pada Adsorpsi Logam Cd²⁺ Menggunakan Kitosan-Silika. FKIP, Universitas Brawijaya Malang, Malang.
- [7] Widodo. 2011. Sintesis dan Karakterisasi Nanosilika Berbasis Pasir Bancar dengan Metode Alkali Fusion Menggunakan Kalium Hidroksida (KOH). Tugas Akhir. Jurusan Fisika ITS, Surabaya.
- [8] Tokman N. Akman, S. dan Ozan, M., 2003. *Solid Phase Extraction of Bismut, Lead and Nickel from Seawater using Silica Gel Modified with 3- Aminopropyltriethoxylane Filled in a Syringe Prior to Their Determination by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry, Talanta, 59, 201-205*
- [9] Buhani, Narsito, Nuryono, & Eko, S.K., 2009. Hibrida Amino-Silika dan Merkupto-Silika sebagai Adsorben untuk Adsorpsi Ion Cd(II) dalam Larutan. FMIPA, UGM, Yogyakarta.
- [10] Jal, P.K., M. Sudarshan, A.S., and B. K. Mishra. 2004. *Synthesis and Characterization of Nanosilica Prepared by Precipitation Method. Colloids and Surfaces*.
- [11] Rowe, R.C, Sheskey P.J, Owen S.C. 2006. *Handbook of Pharmaceuetic Excipients 5th Edition. London: Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association*.
- [12] Sulaiman dan Cahyaningrum. 2013. Penentuan pH Optimum Adsorpsi Ion Logam Cr(VI) oleh Kitosan *Bead* dan Silika Termodifikasi Kitosan *Bead*. UNESA, Surabaya.
- [13] Pitriani, P. 2010. Sintesis dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Rajungan (*portunus Pelagicus*) sebagai Penyerap Ion Besi (Fe) dan Mangan untuk Pemurniaan Natrium Silikat. Skripsi. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Tenik Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta
- [14] Utami, U. B. L., Dewi U., Imania S. 2015. Kajian Adsorpsi Mn(II) oleh Arang Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L*) Termodifikasi Kitosan- Glutraldehyde. Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat Kalimantan Selatan.
- [15] Ardana, S. 2014. Sintesis Silika Termodifikasi Kitosan *Bead* untuk Menurunkan Kadar Ion Cd(II) dan Ni(II) dalam Larutan. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [16] Mulyasuryani, A., Rumhayati, B., Cahyani, C, dan Soebintoro. 2013. Adsorpsi Pb²⁺ dan Cu²⁺ Menggunakan Silika Termodifikasi Kitosan dari Abu Sekam Padi. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya, Malang.
- [17] Sitorus, S.M. 2014. Peningkatan Kemurnian Silikon dari Pasir Kuarsa secara Magnesiotermik dengan Variasi Waktu. Skripsi. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [18] Febrianisa, N. 2012. Preparasi dan Karakterisasi *Beads* Zink Pektinat-Kitosan Mengandung Pentoksifilin. Fakultas MIPA Universitas Indonesia, Depok.
- [19] Wahyuni, A. U. T. 2017. Sintesis Nanopartikel Mangan Dioksida (MnO₂) secara Sonokimia sebagai Adsorben Ion Logam Timbal (Pb²⁺). Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alaudin Makasar.
- [20] Day, Jr. R.A., and Underwood, A. L. 2002. Analisis Kimia Kuantitatif. Erlangga, Jakarta.
- [21] Widyanti, A.P. 2009. Pemanfaatan Kitosan Cangkang Rajungan pada Proses Adsorpsi Logam Nikel dari Larutan NiSO₄. Fakultas Teknik Program Sarjana Teknik Kimia Universitas Indonesia Depok, Depok.

- [21] Mashudi dan Munasir. 2015. Pengaruh Waktu Tahan pada Proses Hidrotermal dan Temperatur Kalsinasi Terhadap Kekristalan Silika dari Bahan Alam Pasir Kuarsa. *Jurnal Fisika*, 04 (01): 32-36
- [22] Endang, W.L., AK, P., Jaslin, I. 2007. Model Pembentukan Kompleks Permukaan pada Adsorpsi Kitosan dengan Logam. Laporan Penelitian Fundamental.