

Aplikasi Response Surface Methodology (RSM) Pada Penyisihan Logam Mangan (Mn) Menggunakan Modifikasi Adsorben Kaolin - Surfaktan

Alfian Putra¹, Syafruddin², EvaSeptia³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹alfianputra@pnl.ac.id

^{3*} evaseptia90@gmail.com (penulis korespondensi)

Abstrak— Penelitian ini menggunakan rancangan Response Surface Methodology (RSM) dalam melihat optimalisasi adsorben kaolin dalam menyerap logam Mn sehingga proses penentuan data lebih efektif Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk menentukan respon optimum kaolin yang dimodifikasi menggunakan tiga jenis surfaktan (surfaktan anionik, surfaktan kationik, dan surfaktan amfolitik) sehingga meningkatkan kemampuan kaolin untuk menyerap logam Mn. Rancangan penelitian dibuat menggunakan desain eksperimen Response Surface Methodology (RSM) dengan metode desain Box-Behnken tiga faktor tiga level dari perangkat lunak Design-Expert versi 6.0.6. Proses aktivasi kaolin menggunakan dua aktivator yaitu asam dan basa. Perbandingan antara kaolin dan surfaktan divariasikan yaitu 45%, 60% dan 75% dari berat kaolin dengan kecepatan pengadukan 50 rpm, 70 rpm, 90 rpm dan waktu kontak 30 menit, 60 menit, 90 menit. Konsentrasi awal logam Mn sebesar 10 ppm (limbah artifisial). Hasil optimasi proses penyerapan logam Mn menggunakan adsorben kaolin surfaktan menunjukkan bahwa respon optimum efisiensi penyerapan diperoleh pada perlakuan 60% surfaktan anionik, kecepatan pengadukan 90 rpm dan waktu kontak 90 menit dengan efisiensi penurunan konsentrasi logam Mn mencapai 79,86%.

Kata kunci— Kaolin, limbah Artifisial, logam Mangan (Mn), *response surface methodology* (RSM), surfaktan

Abstract— This study were used the Response Surface Methodology (RSM) design to the optimization of kaolin adsorbents in to absorb Mn metal in aqueous solution to determination process is more effective. The purpose of this study was to determine the optimum response of modified kaolin were used three types of surfactants (anionic surfactants, cationic surfactants, and ampholytic surfactants) so as to increase the ability of kaolin to absorb Mn metal. The research design was made using the Response Surface Methodology (RSM) experimental design with the Box-Behnken three-factor three-level design method from the Design-Expert software version 6.0.6. The kaolin activation process uses two activators, acids and bases. The comparison between kaolin and surfactant was varied, namely 45%, 60% and 75% repeatedly of the weight of kaolin with stirring speed of 50 rpm, 70 rpm, 90 rpm and contact time of 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes. The initial concentration of Mn metal is 10 ppm (artificial waste). The results of optimization of the Mn metal absorption process using kaolin surfactant as an adsorbent showed that the optimum response of absorption efficiency was obtained at 60% anionic surfactant treatment, 90 rpm stirring speed and 90 minutes contact time with the efficiency of reducing Mn metal concentration reaching 79.86%.

Keywords— Artificial, Kaolin, Manganese, *response surface methodology* (RSM), Surfactant

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dari waktu ke waktu, serta penggunaan air yang lebih dari keperluan domestik, tetapi juga untuk perusahaan (*commercial water*) dan industri (*industrial water*), maka ketersediaan air tidak menunjukkan jumlah yang signifikan. Sehingga pengolahan sumber daya air harus dilakukan dengan bijak agar sumber air tetap terpelihara. Pengolahan air saat ini dilakukan dari sumber-sumber yang memiliki tingkat kesadahan yang tinggi seperti air payau air sungai, dan sumber air lainnya. Khusus untuk air sungai sangat rentan terkontaminasi oleh zat pencemar, karena sungai merupakan tempat buangan akhir dari limbah domestik, industri, dan lain-lain.

Kaolin merupakan bagian dari mineral alami dari kelompok silika yang berbentuk Kristal dengan struktur berlapis. Kaolin sendiri dikelompokkan dalam penukar ion anorganik secara alami dapat melakukan proses pertukaran ion yang berasal dari luar dengan adanya pengaruh air. Menurut Crini [1], kaolin merupakan salah satu jenis silikat yang memiliki kemampuan sebagai adsorben dan kapasitasnya mencapai 20 kali kemampuan alumina (jenis silikat lain). Namun diperlukan aktivasi terlebih dahulu agar kapasitas adsorpsi kaolin semakin besar.[2]

Untuk meningkatkan kapasitas daya serap adsorben kaolin dilakukan modifikasi dengan menggunakan surfaktan. Modifikasi yang telah dilakukan masih terbatas pada penggunaan satu jenis surfaktan yaitu surfaktan anionik. Pada penelitian ini akan mempelajari modifikasi kaolin dengan tiga jenis surfaktan, yaitu surfaktan anionik (bermuatan negatif), kationik (bermuatan positif) dan surfaktan amfolitik (bermuatan positif dan negatif), sehingga diharapkan meningkatnya daya serap terhadap logam Mn dalam air [8]. Namun informasi tentang optimasi hasil yang paling signifikan masih sangat terbatas, sehingga dibutuhkan pengolahan data melalui aplikasi statistik seperti Response Surface Methodologi (RSM).

Response Surface Methodology (RSM) adalah metode statistika yang berguna untuk mengembangkan, meningkatkan, dan mengoptimalkan proses, dimana respon dipengaruhi oleh beberapa faktor (*variable independent*) (Montgomery [3]; Mhardania [4]; Myer [5]). RSM dapat digunakan untuk menyelidiki dan memilih kondisi proses yang paling optimal. Optimasi proses pada pengolahan pangan sangat penting dilakukan karena dapat berpengaruh terhadap biaya produksi serta mutu produk.

Beberapa penelitian tentang penggunaan RSM dalam melakukan efektifitas penyerapan logam telah dilakukan. Misalnya pada penelitian tentang pemanfaatan zeolit perlit untuk bahan katalis pernah dilakukan oleh Roocyta, H.,[6].

Pada penelitian tersebut, respon optimal dealuminasi zeolit perlit untuk bahan kimia katalis diperoleh pada HNO₃ 8M. Senada dengan Roocyta, H., penelitian aplikasi metoder esponse surface untuk optimasi kualitas warna minyak goreng yang dilakukan oleh [7] diperoleh respon optimal pada kecepatan pengadukan 10 menit.

Pada penelitian ini akan dipelajari penerapan RSM pada proses penyisihan logam Mn dalam air dengan menggunakan adsorben kaolin yang dimodifikasi dengan menggunakan surfaktan, mengingat informasi tentang hal tersebut masih terbatas.

Kaolin banyak digunakan dalam berbagai industri seperti industri kertas, keramik dan sebagainya. Lempung juga banyak dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan penyerap bahan penyerap (adsorben) karena memiliki luas permukaan yang besar, porositas yang tinggi, kelimpahan yang tinggi, serta harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan adsorben lainnya. Namun bila tanpa dimodifikasi terlebih dahulu, bila diaplikasikan sebagai adsorben, kaolin memberi hasil yang kurang maksimal. Disebabkan oleh sifatnya yang mudah menyerap air dan pori-pori yang dimiliki sering tidak seragam (8).

Kaolin telah banyak digunakan sebagai adsorbent seperti adsorpsi timbal, seng dan kadmium dengan memodifikasi kaolin dan polipohospate (9) dan penyerapan pada pengotor gas (10). Namun jika dibandingkan dengan karbon aktif, zeolit ataupun bentonit, daya serap kaolin lebih rendah, sehingga perlu adanya upaya peningkatan daya serap misalnya dengan melakukan modifikasi dengan senyawa organik (organokaolin).

Salah satu upaya peningkatan daya serap kaolin sebagai adsorben dapat dilakukan dengan memodifikasikannya menggunakan surfaktan. Modifikasi kaolin dengan surfaktan bertujuan untuk mengikat surfaktan pada permukaan kaolin yang bersifat hidrofobik. Adsorpsi surfaktan pada permukaan kaolin mengikut sertakan interaksi molekul dengan permukaan dan antar molekul. Interaksi tersebut dapat mempengaruhi material surfaktan yang terbentuk, material tersebut ditentukan oleh konsentrasi surfaktan. Semakin besar konsentrasi surfaktan maka interaksi antar molekul semakin besar sehingga material yang terbentuk menjadi meningkat. Material yang terbentuk dapat menentukan sifat permukaan kaolin yang diikatnya dan akan mengadsorpsi anion lebih banyak (12).

Surfaktan ada beberapa jenis yaitu surfaktan anionik dan kationik. Surfaktan kationik merupakan senyawa organik rantai panjang yang terdiri dari dua bagian yaitu kepala dan ekor. Bagian kepala bermuatan positif dan bersifat hidrofilik sedangkan bagian ekor tidak bermuatan dan bersifat hidrofobik. Surfaktan dapat membentuk misel, monolayer atau bilayer pada permukaan kaolin modifikasi tergantung dari konsentrasi surfaktan yang digunakan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan alat yang digunakan

Penelitian ini dilakukan Laboratorium Teknologi Pengolahan Air & Limbah dan Teknologi Kimia, serta Laboratorium Unit Operasi & Teknologi Kimia Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe. Adapun bahan dan Peralatan yang digunakan adalah Kaolin, Alkil Benzena Sulfonat, Heksa desiltrimetilammonium Bromida, Heksadakilamino propionate, Larutan Standar Mn, Larutan KOH 0,1 N, Larutan H₂SO₄ 0,1 N, Aquadest. Sedangkan

peralatan yang digunakan antara lain: Ayakan, Gelas Erlenmeyer 250 ml, Neraca Analitik, Pipet 1 ml dan 5 ml, Gelas Ukur 25 dan 50 ml, Beaker Glass 250 ml, Oven, Spektrofotometer Serapan Atom (AAS), pH meter, dan Shacker Inkubator.

Perlakuan penelitian.

Perlakuan percobaan dilakukan dengan membagi tiga variable, yaitu Variabel tetap, bebas dan variable respon.

Variabel Tetap

1. Konsentrasi awal Mn 10 ppm
2. Berat adsorben 300 gram
3. Konsentrasi Surfaktan 200 ppm

Variabel Bebas

1. Waktu kontak sampel : 30 menit, 60 menit, dan 90 menit.
2. Penggunaan Surfaktan : 45%, 60%, dan 75%
3. Kecepatan pengadukan : 50 rpm, 70 rpm, dan 90 rpm

Variabel Terikat

1. Konsentrasi logam Mn

Rancangan percobaan dibuat menggunakan desain eksperimen *Response Surface Methodology* (RSM) dengan metode desain *Box-Behnken* tiga faktor tiga level dari perangkat lunak *Design-Expert* versi 6.0.6. setiap faktor menerima tiga level perlakuan yaitu level bawah (-1), level tengah (0) dan level atas (+1) seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor dan level percobaan rancangan *Box-Behnken*

Faktor	Level		
	-1	0	1
Waktu kontak (menit)	30	60	90
Rasio penggunaan surfaktan (%)	45	60	75
Kecepatan pengadukan	50	70	90

Rancangan penyerapan logam Mn menggunakan adsorben kaolin surfaktan dapat dilihat pada tabel 2. Ada 17 perlakuan yang ditetapkan untuk menghitung 1 variabel respon. Maka dengan 3 jenis surfaktan dan 3 variabel respon yang akan dihitung, diproyeksikan ada 51 sampel yang harus diuji.

Persiapan Kaolin

1. Sebanyak 300 gram kaolin dipanaskan pada suhu 300°C selama 3 jam didalam oven
2. Setelah didinginkan, dicampurkan dengan KOH 0,1 N dan didiamkan selama 1 jam
3. Kemudian dicuci dengan aquadest hingga netral (pH = 7)
4. Kaolin yang telah di aktivasi dengan basa, kemudian dicampurkan dengan H₂SO₄ 0,1 N lalu didiamkan selama 1 jam
5. Kemudian dicuci dengan aquadest hingga netral (pH = 7) dan dikeringkan didalam oven bersuhu 105°C selama 2 jam
6. Padatan kaolin disimpan dalam desikator

Modifikasi Kaolin dengan Surfaktan

1. Padatan kaolin dicampurkan dengan larutan surfaktan (surfaktan kationik, surfaktan anionik, dan surfaktan amfolitik) dengan perbandingan 45%, 60% dan 75%
2. Campuran di aduk menggunakan shaker selama 2 jam dengan kecepatan 150 rpm

3. Setelah itu endapan di saring dan di cuci dengan aquabides hingga netral (pH = 7)
4. Teteskan AgNO₃ sebanyak dua tetes, apabila masih berwarna hitam, maka di cuci kembali
5. Dikeringkan dalam oven
6. Organokaolin disimpan dalam desikator

Pembuatan Surfaktan Alkil Benzene Sulfonat (ABS)

1. Timbang ABS sebanyak 0,2 gram kemudian dilarutkan dengan aquades sebanyak 1 liter di dalam labu takar
2. Larutan Stok ABS 200 siap digunakan

Pembuatan Surfaktan Heksadesiltrimetilammonium Bromida

1. Timbang Heksadesiltrimetilammonium sebanyak 0,2 gram kemudian dilarutkan dengan aquades sebanyak 1 liter di dalam labu takar
2. Larutan Stok Heksadesiltrimetilammonium 200 siap digunakan

Pembuatan Surfaktan Heksadekilamino propionat

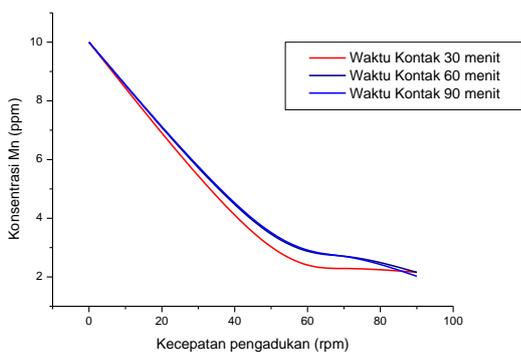
1. Timbang Heksadekilamino propionat sebanyak 0,2 gram kemudian dilarutkan dengan aquades sebanyak 1 liter di dalam labu takar
2. Larutan Stok Heksadekilamino propionat 200 siap digunakan

Pengujian.

Pengujian kadar Mn sampel (SNI 066989.5-2004) secara langsung dilakukan pada panjang gelombang 279,5 nm. Sebanyak 50 ml contoh uji dimasukkan kedalam erlenmeyer berukuran 100 ml dan ditambahkan 5 ml HNO₃ pekat. Kemudian dihubungkan dengan pipa kapiler pada alat AAS.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Penurunan Penyisihan logam Mn terhadap waktu kontak dan kecepatan pengadukan.

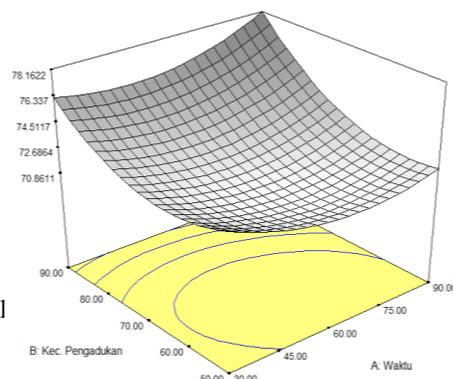
Dari gambar 1 terlihat terlihat semakin lama waktu kontak, terjadi peningkatan efisiensi yang signifikan pada waktu kontak 90 menit sebesar 79,86%. Hal ini disebabkan karena logam Mn yang terkandung didalam limbah telah terserap secara keseluruhan pada pori-pori organokaolin. Efisiensi tertinggi juga diperoleh pada perlakuan modifikasi anionik. Hal ini disebabkan oleh molekul surfaktan yang memiliki bagian polar (hidrofilik) mengandung gugus hidroksil dan tampak sebagai kepala surfaktan yang

bermuatan negatif sehingga dapat mengikat logam Mn yang mempunyai gugus positif.

Kecepatan pengadukan juga mempengaruhi adsorpsi logam Mn dalam adsorben kaolin-surfaktan. Kecepatan pengadukan yang lambat tidak dapat menyisihkan logam Mn dengan efisiensi yang baik, karena adsorben tidak sepenuhnya bercampur dengan air limbah artifisial. Kecepatan pengadukan 90 rpm dapat menghasilkan efektifitas adsorpsi yang lebih baik dibandingkan dengan kecepatan pengadukan 50 dan 70 rpm. Konsentrasi awal Mn didalam MnSO₄.H₂O pada limbah artifisial adalah 10 ppm. Penyisihan kadar logam Mn ditandai dengan menurunnya konsentrasi Mn setelah proses adsorpsi

Modifikasi ini bertujuan untuk mengikat surfaktan pada permukaan kaolin yang bersifat hidrofobik. Adsorpsi surfaktan pada permukaan kaolin mengikut sertakan interaksi molekul dengan permukaan dan antar molekul. Interaksi tersebut dapat mempengaruhi material surfaktan yang terbentuk, dan material tersebut ditentukan oleh konsentrasi surfaktan [11].

Analisis Response Surface Methodology (RSM)



Tabel 1. Pengaruh organokaolin anionik terhadap penyisihan logam Mn

Gambar 2. Pengaruh organokaolin anionik terhadap penyisihan logam Mn

Pada gambar 2 diatas data menunjukkan penyisihan logam Mn dengan pengaruh waktu kontak dan kecepatan pengadukan, dimana semakin besar waktu kontak maka semakin besar efisiensi penyisihan logam Mn, begitu juga dengan pengaruh kecepatan pengadukan, semakin besar kecepatan pengaduk semakin besar efisiensi penyisihan logam Mn. Kondisi optimum penyisihan logam Mn terjadi pada waktu kontak 90 menit, kecepatan pengadukan 90 rpm dan pada rasio penggunaan surfaktan 60%. Hal ini sesuai dengan data hasil penelitian yang tidak menggunakan analisis Response Surface Methodology (RSM).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi statistik response surface methodology (rsm) memberikan informasi optimum penyisihan logam Mn diperoleh pada waktu kontak 90 menit, kecepatan pengadukan 90 rpm dengan rasio penggunaan surfaktan sebesar 60%.

2. Jenis surfaktan berpengaruh terhadap penyerapan logam Mn, dimana surfaktan anionik yang bergugus negatif
3. Waktu kontak dan kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap penyisihan logam Mn, efisiensi penyisihan logam Mn pada kondisi optimum terjadi pada waktu kontak 90 menit dan kecepatan pengadukan 90 rpm.

REFERENSI

- [1] Crini, Gregorio. 2006. *Potensi Kaolin Sebagai Adsorben dalam Proses Bleaching Minyak Goreng*. Jurnal UGM
- [2] Wahyuni, Nelly. 2010. Modifikasi Kaolin dengan Surfaktan Benzalkonium Klorida dan Karakteristiknya menggunakan Spektrofotometer Infrared. Jurnal Sains dan Terapan Kimia, 1(4): 1-14.
- [3] Montgomery. 2002. *Water-Treatment Principles and Design*. Wiley : The University of Michigan.
- [4] Mardhania, Silvia. 2015. Optimalisasi Modifikasi Kaolin-Surfaktan dalam Penyisihan Logam Besi (Fe) menggunakan Analisis Response Surface Methodology (RSM). Tugas Akhir Teknik Kimia. Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [5] Myer, R.H., dan Montgomery, D.C,2002. *Response Surface Methodology, Process and Production Optimazation Using Design Experiment*. John Wiley andSons, Canada
- [6] Roocyta, H., 2016. *Pemanfaatan Zeolit Perlit untuk Bahan Katalis*. Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI : Bandung.
- [7] Dee Rosadalima. 2012. Modifikasi Bentonit terpillar Al dengan Kitosan untuk Adsorpsi Ion Logam Berat. Jurnal FMIPA UI, (6): 1-10.
- [8] Putra, A., Novia ,L., Hesti ,M., 2015: *Adsorption of Lead Ion in Water Solutions using Kaolin-Surfactant Modified as Adsorben*,Biopropallindustri, vol- 6: 81-87.
- [9] Wijaya, K., Mudasir, Thahir., dan Asean, F. 2003. *Inklusi Senyawa P-Nitroanilin ke dalam Pori-Pori Montmorillonit Terpillar TiO₂*. Jurnal Kimia, 2(6): 84-94.
- [10] Amer, W, Mohammad. 2010. *Adsorption of Lead, Zink and Cadmium ions on Polyphosphate-Modified Kaolinite Clay*. Journal of Environment Chemistry and Acotoxicology, (2): 1-8.
- [11] Kumar, Li and Brown, H., Faghigian. 2007. Modification of Clinoptilolite by Surfactants for Molibate Adsorption from Aqous Sollution. Journal of Science, 3(14): 239-245.

mampu menurunkan logam Mn dengan efisiensi terbaik.