

Pengaruh Variasi Dosis, Waktu Kontak dan Kecepatan Pengadukan terhadap Adsorpsi Merkuri dengan Menggunakan Adsorben dari Lumpur IPA PDAM

Author:

Monik Kasman¹
Hadrah²
Anggrika Riyanti³
Emelda Raudhati⁴
Lucya Handayani⁵

Affiliation:

Universitas Batanghari
Jambi^{1,2,3,4,5}

Corresponding email

hadrah.hasan@gmail.com

Histori Naskah:

Submit: 2023-11-30
Accepted: 2023-12-05
Published: 2023-12-06



This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Abstrak:

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa adsorben lumpur PDAM IPA teraktivasi lebih banyak menyerap merkuri dibandingkan tanpa aktivasi. Pengujian dilakukan dengan 5 variasi dosis lumpur aktif yaitu 1 gram, 2 gram, 3 gram, 4 gram dan 5 gram dan setelah diaktivasi hasilnya menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis adsorben maka semakin besar pula potensi penurunan konsentrasi merkuri dalam air. Limbah dan meningkatkan konsentrasi merkuri dalam limbah efisiensi penghapusan 95%. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah pengolahan air minum di PDAM dari kolam pengolahan lumpur PDAM Tanjung Sari Kota Jambi, bahan kimia HgSO₄ dalam bentuk padat, Aquades, Larutan NaOH dan Larutan HNO₃ pekat. Waktu yang digunakan adalah variasi 15, 30, 45, 60 dan 75 menit, dimana semakin lama waktu kontak maka kemampuan adsorben dalam menyerap adsorbat semakin besar sehingga meningkatkan efisiensi merkuri sebesar 91%. Semakin tinggi kecepatan pengadukan, semakin baik efisiensi penghilangan merkuri. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penyisihan sebesar 95%, dan efektivitas lumpur IPA PDAM sebagai adsorben sangat baik dengan aktivasi (TAVB) terlihat pada efisiensi penyisihan hingga 95%, karena aktivasi adsorben meningkat. daerah pori daerah adsorpsi. Model isoterm yang cocok untuk penelitian adsorpsi lumpur IPA PDAM adalah Isoterm Langmuir. Rata-rata persentase penurunan pengaruh ketiga dosis, waktu kontak, dan kecepatan adsorben terhadap sisa lumpur aktif mempunyai kemampuan menyerap merkuri sebesar 93%, sehingga hasil tersebut dapat menunjukkan bahwa lumpur limbah PDAM IPA dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku. Adsorben dalam pengolahan limbah logam berat seperti merkuri. Hal ini dimungkinkan karena lumpur PDAM IPA dengan aktivasi telah menyerap merkuri sehingga permukaannya tertutup dan pori-porinya mengecil.

Kata kunci: Merkuri, Adsorben, Model Isoterm

Pendahuluan

Merkuri adalah logam berat yang bersifat toksik dan berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Merkuri merupakan logam yang mudah mengendap dan dapat terakumulasi pada sedimen wilayah perairan.

Logam berat menjadi berbahaya dikarenakan sistem bioakumulasi yaitu peningkatan konsentrasi unsur kimia di dalam tubuh makhluk hidup (Nuraini, 2015).

Hg atau merkuri merupakan salah satu unsur yang paling beracun diantara logam berat yang ada dan akan mengakibatkan kerusakan otak secara permanen dan kerusakan ginjal apabila terpapar pada konsentrasi

yang tinggi (Stancheva, 2013). Kadar merkuri Menurut Peraturan Menteri Kesehatan nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum maksimum di dalam air sebesar 0,001 mg/L atau sekitar 1 ($\mu\text{g/L}$).

Merkuri yang dapat membahayakan tersebut perlu direduksi sehingga dapat mengurangi konsentrasi merkuri yang dibuang ke lingkungan. Salah satunya metode untuk mereduksi Hg melalui teknik adsorpsi.

Adsorben yang dapat digunakan untuk menyerap merkuri salah satunya adalah sisa pengolahan air minum di PDAM, yang dalam hal ini disebut lumpur IPA (Instalasi Pengolahan Air Bersih) PDAM. Perusahaan daerah air minum (PDAM) merupakan perusahaan penghasil air bersih yang bersumber dari Sungai Batanghari di Kota Jambi. Pada setiap tahap proses pengolahan air minum dari koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan filtrasi akan menghasilkan lumpur, sehingga lumpur buangan yang dihasilkan jumlahnya banyak. Jika tidak terolah lumpur tersebut akan menimbulkan berbagai masalah pada lingkungan sekitar.

Proses adsorpsi secara umum dipengaruhi oleh jumlah adsorben, waktu kontak dan kecepatan pengadukan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap pengaruh dosis, waktu kontak dan kecepatan pengadukan untuk mengoptimalkan proses adsorpsi. Penelitian ini membahas pengaruh variasi dosis, waktu kontak dan kecepatan pengadukan terhadap adsorpsi merkuri dengan menggunakan adsorben dari lumpur IPA PDAM.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi dosis adsorben, waktu kontak dan kecepatan pengadukan terhadap konsentrasi logam berat merkuri dan mengetahui efektivitas lumpur IPA PDAM sebagai adsorben untuk mereduksi logam berat merkuri.

Studi Literatur

Menurut Selintung dan Azikin (2002), lumpur yang dihasilkan dari proses air minum mengandung partikel padatan sebesar 17,62% yang sebagian besar merupakan senyawa organik sehingga menurut Graham, et al. (2001), lumpur hasil pengolahan air dapat dijadikan sebagai sumber karbon aktif. Berdasarkan kondisi tersebut maka untuk menurunkan kandungan merkuri pada air limbah dapat dilakukan dengan memanfaatkan lumpur buangan PDAM sebagai suatu usaha meminimalisasi kandungan pencemar pada air limbah tersebut. Lumpur IPA PDAM yang berasal dari instalasi pengolahan air minum mengandung oksida logam $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$. Oksida logam tersebut akan digunakan untuk menurunkan limbah yang mengandung merkuri yaitu dengan pemanfaatan lumpur buangan PDAM sebagai bahan adsorben.

Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sisa pengolahan air minum di PDAM dari kolam pengolahan lumpur di PDAM Tanjung Sari Kota Jambi, zat kimia HgSO_4 dalam bentuk padatan, Aquades, Larutan NaOH dan Larutan HNO_3 pekat. Variabel bebas yang digunakan adalah dosis adsorben yaitu 1, 2, 3, 4, dan 5 gr/250ml, waktu kontak yaitu 15, 30, 45, 60, dan 75 menit dan kecepatan pengadukan yaitu 60, 100, 120, 150 dan 180 rpm. Variabel terikat pada penelitian ini adalah konsentrasi logam berat Merkuri (Hg).

Jenis yang pertama Lumpur IPA PDAM dikumpulkan dan dikeringkan. Sebelum di oven, timbang loyang yang akan digunakan kemudian timbang berat basah lumpur, lumpur IPA PDAM dipanaskan pada temperatur 110°C selama 72 jam secara berkala dengan pengeringan 8 jam selama 9 hari. Kemudian berat lumpur kering ditimbang setelah itu diayak dengan saringan ukuran 0.425 mm (35 mesh).

Jenis yang kedua IPA PDAM direndam dalam NaOH 0,1M selama 2 jam guna menghilangkan kotoran permukaan dan mineral yang dapat dilepaskan. Selanjutnya dicuci dan dibilas dengan menggunakan aquades, lalu dikeringkan lagi. Setelah lumpur kering diayak dengan ukuran 0.425 mm (35 mesh).

Adsorben yang digunakan adalah lumpur PDAM yang diperoleh dari PDAM Tanjung Sari Kota Jambi. Karakteristik adsorben dilakukan sebelum dan setelah proses adsorpsi dengan Analisis SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Pembuatan larutan artifisial aqueous solution HgSO₄ dengan melarutkan bubuk Hg sebanyak 5 mg kedalam 1 liter aquades pada labu ukur 1000 ml, lalu dihomogenkan dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Sebanyak 10 ml larutan HgSO₄ (aq) dipipet lalu dimasukkan dalam *beaker glass* 500 ml dengan aquades 250 ml. Dosis yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4 dan 5 gr/250ml. Waktu kontak dan kecepatan pengadukan yang digunakan adalah 15 menit dan 60 RPM secara berurut. Sebanyak 10 ml larutan HgSO₄ (aq) dipipet lalu dimasukkan dalam beaker glass 500 ml dengan aquades 250 ml. masing-masing ditambahkan adsorben lumpur IPA PDAM sebanyak 1 gr/250ml dengan kecepatan 60 RPM selama 15, 30, 45, 60 dan 75 menit. Kemudian larutan dipisahkan dengan cara menyaring filtratnya dengan kertas saring dan dianalisis dengan AAS. Sebanyak 10 ml larutan HgSO₄ (aq) dipipet lalu dimasukkan dalam *beaker glass* 500 ml dengan aquades 250 ml. Adsorben dimasukkan 1 gr dan di *jartest* dengan kecepatan pengadukan 60, 75, 90, 120, 150 dan 180 RPM dengan waktu kontak 15 menit.

Siapkan sampel limbah *aqueous solution* HgSO₄, sebelum diolah periksa dahulu konsentrasi merkuri (Hg), Siapkan *beaker glass* sebanyak 5 buah, Isi *beaker glass* tersebut dengan air *aqueous solution* HgSO₄ sebanyak 250 ml, dengan konsentrasi 5 mg/L. Masing-masing *beaker glass* ditambahkan dosis adsorben sesuai dengan ketentuan 1, 2, 3, 4 dan 5 gram dengan variasi ukuran 35 mesh (0.5 mm), *Beaker glass* tersebut diaduk dengan *Flokulator Jartest* berkecepatan sesuai ketentuan dengan waktu kontak tertentu, Setelah itu larutan disaring kemudian filtrat yang dihasilkan ditampung dan diukur konsentrasi Hg menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), Dicari kapasitas adsorpsi maksimum, lalu dilakukan uji kesesuaian model Isoterm menggunakan persamaan Langmuir dan Persamaan Freundlich. Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi struktur permukaan adsorben suatu material (bentuk permukaan dan bentuk pori-pori secara detail). SEM yang digunakan adalah SEM model S-3400N.

Sampel yang dianalisis menggunakan SEM adalah adsorben tanpa aktivasi (TAVA) dan adsorben dengan aktivasi (TAVB).

Hasil

Pembuatan Adsorben Lumpur IPA PDAM

Adsorben lumpur IPA PDAM tanpa aktivasi, disebut TAVA dan adsorben lumpur IPA PDAM dengan aktivasi, disebut TAVB.

TAVA dibuat dengan cara mengeringkan sampel lumpur IPA PDAM selama 72 jam secara berkala dalam oven (8 jam 9 hari) pada suhu 110°C setelah dikeringkan lumpur IPA PDAM menjadi warna coklat muda dan disimpan ditempat kedap udara.

Pembuatan TAVB dilakukan dengan mengaktivasi sampel lumpur IPA PDAM dalam larutan NaOH 0,1 M selama 2 jam. Pada saat aktivasi terlihat gelembung-gelembung keluar dari larutan

Analisis Faktor yang mempengaruhi Adsorpsi Merkuri oleh Adsorben Lumpur IPA PDAM

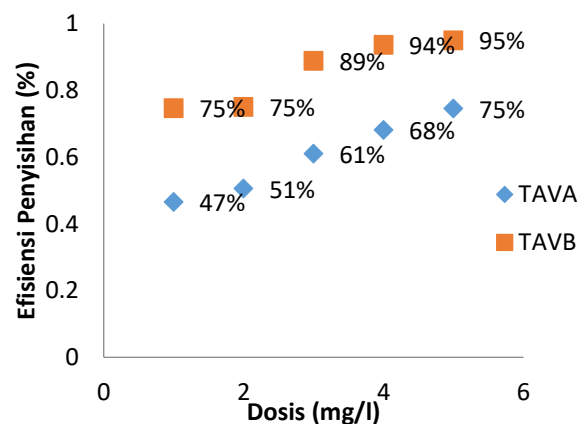
Pengaruh Dosis Adsorben Lumpur IPA PDAM

Tabel 1. Pengaruh dosis adsorben terhadap efisiensi Penyisihan Merkuri menggunakan Adsorben Tanpa Aktivasi

Variasi Dosis (gr/ml)	Cin (mg/l)		Efisiensi Penyisihan (%)
	1	2	
1	5	2.6698	47
2	5	2.4708	51
3	5	1.9482	61
4	5	1.5914	68
5	5	1.2711	75

Tabel 2. Efisiensi Penyisihan Merkuri Menggunakan Adsorben dengan Aktivasi

Variasi Dosis (gr/ml)	Cin (mg/l)		Efisiensi Penyisihan (%)
	1	2	
1	5	1.2668	75
2	5	1.2488	75
3	5	0.5587	89
4	5	0.3176	94
5	5	0.2478	95



Gambar 1. Grafik Penyisihan Merkuri dengan Variasi Dosis Adsorben

Perbandingan efisiensi penyisihan menggunakan lumpur IPA PDAM tanpa aktivasi dan dengan aktivasi sangat meningkat terlihat jelas pada gambar di atas. Variasi dosis 5 gr/ml tanpa aktivasi didapatkan hasil efisiensi sebesar 75% dan dengan aktivasi didapatkan hasil sebesar 95%. Dari variasi adsorben ini bisa dilihat kemampuan penyerapan pada proses adsorpsi lebih tinggi dengan menggunakan lumpur IPA PDAM dengan aktivasi dikarenakan ukuran pori bertambah besar sehingga penyerapan lebih baik.

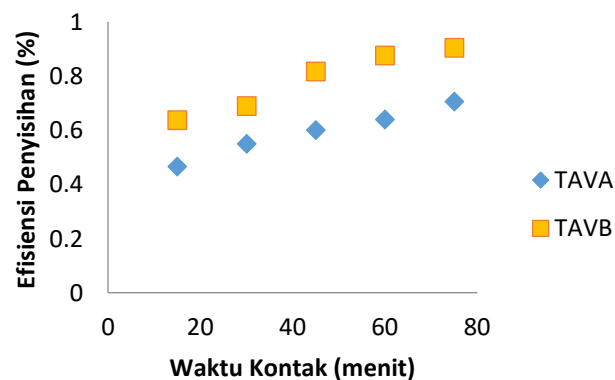
Pengaruh Waktu Kontak Adsorben Lumpur IPA PDAM

Tabel 3. Pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi Penyisihan Merkuri menggunakan Adsorben Tanpa Aktivasi

Variasi Waktu Kontak (gr/ml)	Cin (mg/l)	Cout (mg/l)	Efisiensi Penyisihan (%)
	1	2	3
15	5	2.6698	47
30	5	2.2471	55
45	5	1.9951	60
60	5	1.7976	64
75	5	1.4722	71

Tabel 4. Pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi Penyisihan menggunakan Adsorben dengan Aktivasi

Variasi Waktu Kontak (gr/ml)	Cin (mg/l)	Cout (mg/l)	Efisiensi Penyisihan (%)
	1	2	3
15	5	1.8131	64
30	5	1.5541	69
45	5	0.9166	82
60	5	0.6176	88
75	5	0.4744	91



Gambar 2. Berdasarkan Gambar diatas dapat diketahui bahwa penyerapan terhadap variasi waktu kontak mencapai optimum pada waktu kontak 75 menit. Peningkatan pada variasi waktu kontak bisa dilihat pada grafik diatas. Hasil penelitian ini menunjukkan penurunan merkuri dengan adsorben lumpur IPA PDAM terbesar terjadi pada waktu kontak 75 menit dengan efisiensi 71% untuk TAVA dan 91% untuk TAVB.

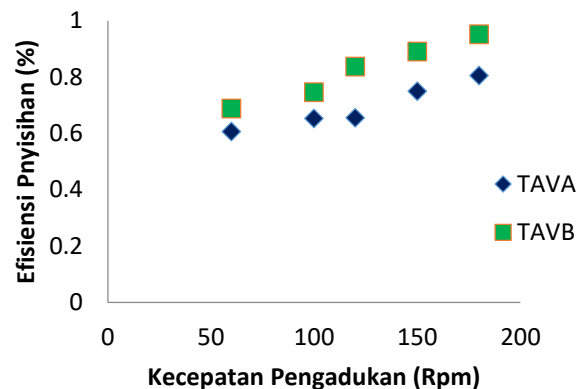
Pengaruh Kecepatan Pengadukan Adsorben Lumpur IPA PDAM

Tabel 5. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap efisiensi Penyisihan menggunakan Adsorben Tanpa Aktivasi

Variasi Kecepatan Pengadukan (Rpm)	Cin (mg/l)	Cout (mg/l)	Efisiensi Penyisihan (%)
	1	2	3
60	5	1.9698	61
100	5	1.7351	65
120	5	1.7221	66
150	5	1.2523	75
180	5	0.9744	81

Tabel 6. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap efisiensi Penyisihan Merkuri menggunakan Adsorben dengan Aktivasi

Variasi Kecepatan Pengadukan (Rpm)	Cin (mg/l)	Cout (mg/l)	Efisiensi Penyisihan (%)
	1	2	3
60	5	1.5598	69
100	5	1.2698	75
120	5	0.8147	84
150	5	0.5456	89
180	5	0.2384	95



Gambar 3. tampak bahwa semakin lama kecepatan pengadukan maka semakin baik efisiensi penyisihan merkuri. Pada penelitian ini didapatkan kecepatan pengadukan yang baik yaitu dengan aktivasi (TAVB) pada kecepatan pengadukan 180 rpm dengan waktu pengadukan 15 menit hasil efisiensi sebesar 95% .

Pembahasan

Analisis Mekanisme Adsorpsi Merkuri oleh Adsorben Lumpur IPA PDAM

A. Model Isoterm Freundlich (TAVA dan TAVB)

Pengujian model adsorpsi isoterm yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana bentuk penyerapan oleh lumpur IPA PDAM. Terdapat 2 model isoterm yang diuji yaitu Isoterm Freundlich dan model Isoterm

Langmuir. Berdasarkan nilai yang dihasilkan pada Isoterm Freundlich antara TAVA dan TAVB, pada penelitian ini TAVB mempunyai hasil yang lebih baik karena aktivasi adsorben akan memperluas bidang penyerapan.

Tabel 7. Kapasitas Adsorpsi Merkuri dengan menggunakan Metode Isothem Freundlich tanpa Aktivasi

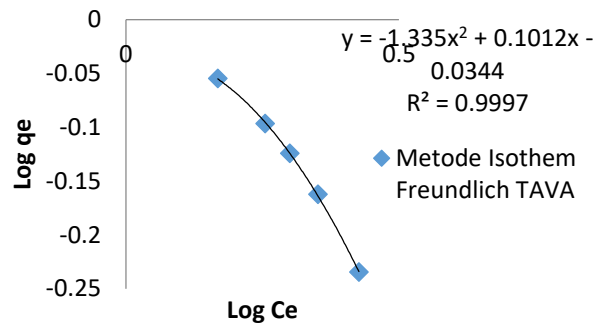
Waktu Kontak (menit)	Cin	Ce	Log Ce	qe	Log qe
	1	2	3	4	5
15	5	2.6698	0.426478	0.58255	0.2346667
30	5	2.2474	0.351680	0.68815	0.1623168
45	5	1.9951	0.299964	0.751225	0.1242299
60	5	1.7976	0.254693	0.8006	0.0965844
75	5	1.4722	0.167966	0.88195	0.0545560

Tabel 8. Kapasitas Adsorpsi Merkuri dengan menggunakan Metode Isothem Freundlich dengan Aktivasi

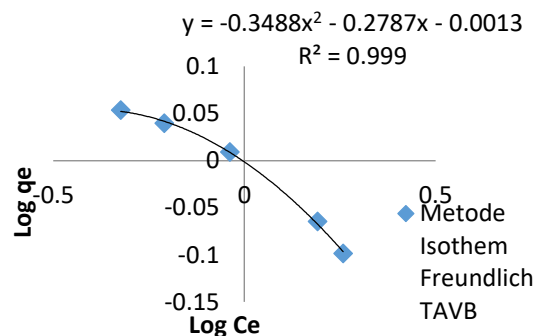
Waktu Kontak (menit)	Cin	Ce	Log Ce	qe	Log qe
	1	2	3	4	5
15	5	1.8131	0.258421	0.796725	0.0986915
30	5	1.5541	0.191478	0.861475	0.0647573
45	5	0.9166	-0.03782	1.02085	0.0089619
60	5	0.6176	-0.20929	1.0956	0.0396520
75	5	0.4744	-0.32385	1.1314	0.0536161

Dari Tabel 7 dan Table 8 dapat dilihat bahwa adsorpsi dengan menggunakan lumpur IPA PDAM tanpa aktivasi dan dengan aktivasi berbeda pada perolehan kapasitas adsorpsi pada saat kesetimbangan (qe).

Dari kedua grafik pada gambar 7 dan gambar 8 dapat dilihat grafik linier nilai koefisien korelasi terbesar pada lumpur IPA PDAM dengan waktu kontak 75 menit lebih signifikan menggunakan lumpur IPA PDAM tanpa aktivasi dengan nilai $R^2 = 0.9997$ mendekati 1. Adsorpsi pada model ini terjadi secara multilayer dan situs bersifat heterogen dari molekul-molekul adsorbat pada permukaan adsorben.



Gambar 4. Metode Isoterm Freundlich Tanpa Aktivasi (TAVA)



Gambar 5. Metode Isoterm Freundlich dengan Aktivasi (TAVB)

Tabel 9. Konstanta Isoterm Adsorpsi Freundlich

	Unit	Adsorben	
		TAVA	TAVB
Kapasitas Adsorpsi, Kf		1,2624	1,8997
Tipikal Adsorpsi, 1/n	mg/g	-1,335	-0,3488
Intensitas dari Adsorpsi, n		-0,74906	-2,86697
Korelasi, R ²		0,9997	0,999

Tabel 9. nilai-nilai konstanta freundlich didapatkan dari nilai kemiringan dan memotong plot antara log qe dan log ce. Konstanta yang dihitung dari kedua jenis adsorben dengan nilai 1/n <1 (1.335) untuk TAVA dan (0.3488) untuk TAVB.

B. Model Isoterm Langmuir (TAVA dan TAVB)

Pengujian yang dilakukan model Isoterm Langmuir tanpa aktivasi dan dengan aktivasi memiliki sedikit perbedaan pada nilai qe. Nilai qe ini memiliki kesetimbangan adsorpsi tersendiri. Nilai yang dihasilkan pada Isoterm Langmuir antara TAVA dan TAVB, mengindikasikan bahwa proses adsorpsi berjalan lebih baik di TAVB karena aktivasi adsorben memperbesar luas pori bidang penyerapan. Model Isoterm Langmuir tanpa aktivasi dan dengan aktivasi

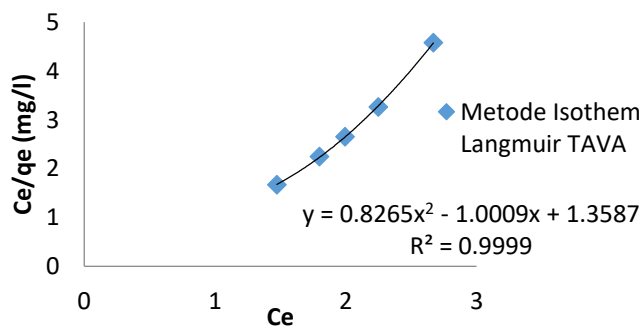
Tabel 10. Kapasitas Adsorpsi Merkuri dengan menggunakan Metode Isothem Langmuir Tanpa Aktivasi

Waktu Kontak (menit)	Cin	Ce	Qe	Ce/qe
	1	2	3	4
15	5	2.6698	0.58255	4.582954
30	5	2.474	0.68815	3.265857
45	5	1.9951	0.751225	2.655795
60	5	1.7976	0.8006	2.245316
75	5	1.4722	0.88195	1.669255

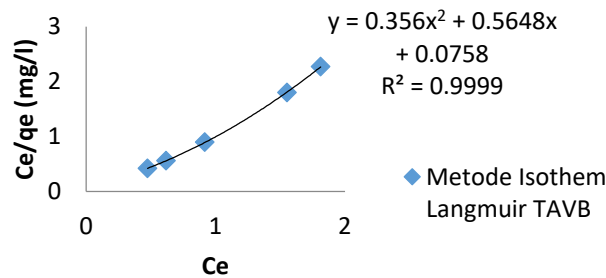
Tabel 11. Kapasitas Adsorpsi Merkuri dengan menggunakan Metode Isothem Langmuir Dengan Aktivasi

Waktu Kontak (menit)	Cin	Ce	Qe	Ce/qe
	1	2	3	4
15	5	1.8131	0.796725	2.2756911
30	5	1.5541	0.861475	1.8039989
45	5	0.9166	1.02085	0.8978792
60	5	0.6176	1.0956	0.5637093
75	5	0.4744	1.1314	0.4193035

Data hasil penelitian pada tabel 10 dan 11 menyatakan bahwa nilai q_e pada lumpur IPA PDAM tanpa aktivasi dan dengan aktivasi menggunakan model Isoterm Langmuir pada waktu kontak 75 menit memiliki kapasitas serapan pada saat setimbang.



Gambar 6. Metode Isoterm Langmuir TAVA



Gambar 7. Metode Isoterm Langmuir TAVB

Pada hasil perhitungan isoterm langmuir didapatkan nilai-nilai konstanta pada adsorpsi merkuri, bisa dilihat pada Tabel dibawah ini.

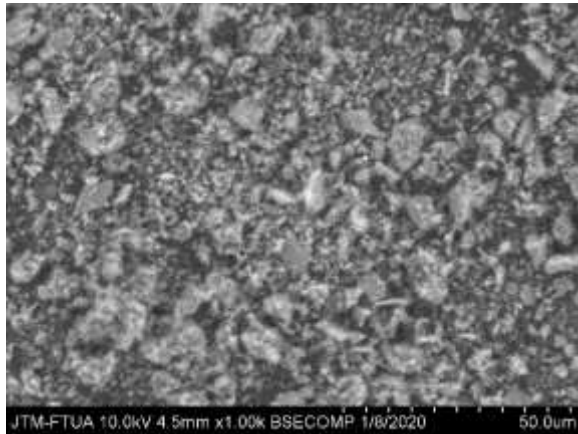
Tabel 12. Konstanta Isoterm Adsorpsi Langmuir

	Unit	Adsorben	
		TAVA	TAVB
Kapasitas Adsorpsi, Qo		1,2099	2,8089
Equilibrium Konstanta Adsorpsi, b	mg/g	1,644915	0,2129
Konstanta Langmuir, Rl		0,010031	94
Korelasi, R ²		0,9999	0,9999

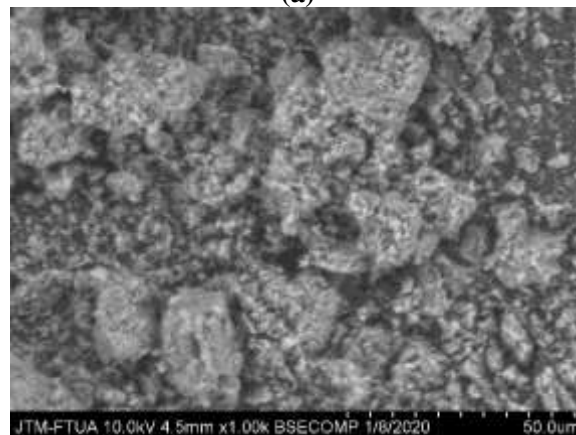
Tabel 12. menunjukkan bahwa hubungan variabel bebas dan terikat signifikan dan kuat, hal ini diperlihatkan dengan nilai R² yang mendekati 1, sehingga model isoterm Langmuir pada adsorpsi merkuri dengan lumpur IPA PDAM dapat digunakan. Berdasarkan hasil perhitungan pada nilai konstanta Langmuir Qo dan b, diperoleh dari intersep dan kemiringan plot antara (Ce/qe) vs (1/Ce). Nilai konstanta untuk kedua jenis adsorben adalah nilai 0 <RL <1 (0.010031) untuk TAVA dan 0 <RL <1 (0.072594) untuk TAVB. Nilai ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi model isoterm langmuir berjalan baik. Model Isoterm Freundlich dan Isoterm Langmuir pada penelitian ini menunjukkan bahwa penelitian terjadi secara monolayer dan multilayer.

Analisis Adsorpsi Merkuri oleh Lumpur IPA PDAM dengan SEM

Karakterisasi Adsorben dilakukan dengan menggunakan alat SEM yang berfungsi untuk mengetahui karakteristik dari suatu zat. *Scanning Electron Microscopes* (SEM) digunakan untuk melihat bentuk morfologi suatu material bentuk permukaan dan bentuk pori-pori secara detail, semakin berpori suatu permukaan adsorben, maka kapasitas adsorpsi akan semakin besar.



(a)

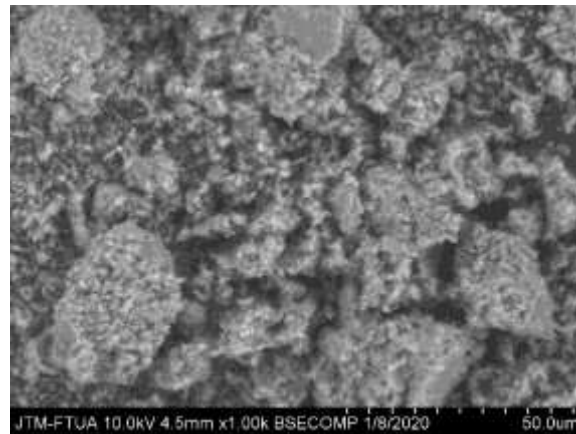


(b)

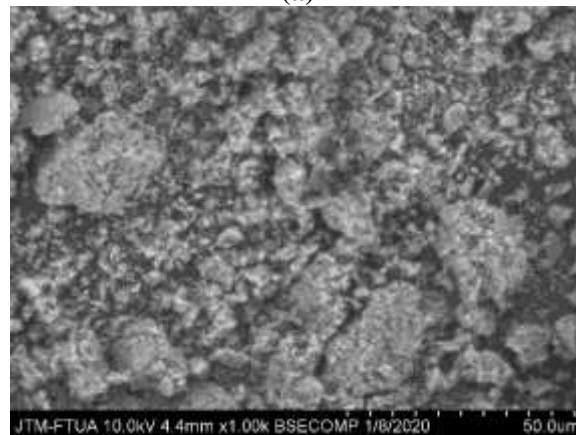
Gambar 4.11 Permukaan Adsorben Lumpur IPA PDAM Sebelum Proses adsorpsi dengan perbesaran 1000x, TAVA (a) TAVB (b)

berdasarkan pengamatan dengan perbesaran 1000x lumpur IPA PDAM setelah aktivasi dengan NaOH memiliki pori-pori yang lebih besar dibandingkan lumpur IPA PDAM yang belum diaktivasi. Pada lumpur IPA PDAM tanpa aktivasi, struktur pori-pori dari lumpur berukuran kecil.

Setelah dilakukan percobaan *batch*, residu lumpur IPA PDAM tanpa aktivasi (TAVA) dan lumpur IPA PDAM dengan aktivasi (TAVB) dikeringkan dengan menggunakan oven. Lalu dilakukan uji SEM untuk mengetahui apakah pori-pori dari adsorben akan berubah setelah melakukan penyerapan merkuri (Hg). Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4.3. Jika dilihat dengan perbesaran 1000x bentuk permukaan pada adsorben lumpur IPA PDAM tanpa aktivasi dan dengan aktivasi terlihat hampir sama. Pori-pori adsorben lumpur IPA PDAM tanpa aktivasi menunjukkan gumpalan yang tidak teratur dan dengan ukuran bervariasi sedangkan adsorben lumpur IPA PDAM dengan aktivasi permukaannya terlihat gumpalan lebih rapat dan ukuran bervariasi. Hal ini dimungkinkan karena lumpur IPA PDAM dengan aktivasi telah menyerap merkuri sehingga permukaannya tertutup dan pori-porinya menjadi lebih kecil.



(a)



(b)

Gambar 4.12 Permukaan adsorben lumpur IPA PDAM setelah proses adsorpsi merkuri, TAVA (a) TAVB (b)

Kesimpulan

1. Penelitian menunjukkan adsorben lumpur IPA PDAM yang telah diaktivasi lebih banyak menyerap merkuri dibandingkan tanpa aktivasi. Semakin banyak dosis adsorben maka potensi untuk penurunan konsentrasi merkuri pada limbah semakin besar dan meningkatkan efisiensi penyisihan sebesar 95%. Semakin lama waktu kontak, kemampuan pada adsorben dalam menyerap adsorbat akan semakin besar terjadi peningkatan efisiensi 91%. Semakin tinggi kecepatan pengadukan maka semakin baik efisiensi penyisihan merkuri dalam penelitian ini terjadi efisiensi penyisihan sebesar 95%.
2. Efektivitas lumpur IPA PDAM sebagai adsorben sangat baik dengan aktivasi (TAVB) terlihat pada efisiensi penyisihan hingga 95%, karena aktivasi adsorben memperbesar luas pori bidang penyerapan. Model *Isotherm* yang sesuai dalam penelitian adsorpsi lumpur IPA PDAM yaitu *Isotherm* Langmuir.

Saran

Agar penelitian di masa depan menjadi lebih baik, disarankan dari penelitian ini untuk melakukan penambahan variabel bebas terhadap proses adsorpsi, seperti menggunakan variasi konsentrasi limbah, pH,

dan suhu pada limbah logam berat serta penambahan metode uji untuk karakterisasi adsorben dengan metode uji yang lebih lengkap seperti, XRF, XRD, BET, dan FTIR.

Daftar Pustaka

- Fitriani, Dkk, 2011, Pemanfaatan Lumpur Buangan PDAM untuk Menurunkan Fosfat pada Limbah Laundry dengan Metode Adsorpsi, Universitas Mulawarman.
- Kasman, M, 2010, Adsorption of iron (II) from Aqueous Solution by Sodium Hydroxide rice husk: Response Surface Methodology and Isotherm Study, *University of Malay*, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Muhammad, Y. F. 2010. *Unsur Hara Makro dan Mikro*. Jakarta.
- Nainggolan, N., 2003. Ikan Mengandung Merkuri Menimbulkan Penyakit Jantung. Suara Pembaharuan tanggal 06 Januari 2003. Jakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan, 2010, Persyaratan Kualitas Air Minum Maksimum didalam Air, Jakarta.
- Salmariza Sy, Dkk, 2016, Adsorpsi ION Cr(VI) Menggunakan Adsorben dari Limbah Padat Lumpur Aktif Industri Crumb Rubber, Universitas Andalas, Padang.
- Saragih SA. 2008. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara Riau Sebagai Adsorben. [tesis]. Jakarta: Program Pascasarjana, Universitas Indonesia.
- Setiabudi, Bambang T. 2005. Penyebaran Merkuri Akibat Usaha Pertambangan Emas di Daerah Sangon, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta.