

**Bidang: Teknik dan Analisis Kimia Mineral
Teknik Kimia**

Topik: Rekayasa dan Perancangan Proses

PENGARUH WAKTU ADSORPSI TERHADAP PENURUNAN BEBAN PENCEMAR PADA LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT MENGUNAKAN ZEOLIT

Mustafa¹, Andri Kurniawan², Masing³ dan Muh. Syahrir Djali⁴

Politeknik Negeri Samarinda

**mustafa@polnes.ac.id¹, andrikurniawan@polnes.ac.id², masing@polnes.ac.id³,
msyahrirdjali@polnes.ac.id⁴**

ABSTRAK

Pengelolaan limbah cair rumah sakit yang tidak dikelola dengan benar dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, sehingga diperlukan usaha untuk mengolahnya agar memenuhi kriteria baku mutu limbah cair yang aman bagi lingkungan. Dalam penelitian ini pengolahannya yang dilakukan yaitu dengan metode adsorpsi menggunakan zeolit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh zeolit alam maupun zeolit aktif serta pengaruh waktu adsorpsi terhadap penurunan kandungan COD, BOD dan amoniak pada limbah cair rumah sakit. Pengaktifan zeolit menggunakan HCl 6 N dan dikalsinasi pada suhu 300oC. Sebanyak 30 gram zeolit dengan ukuran 100 mesh dalam 200 mL limbah diaduk dengan kecepatan pegadukan 468 rpm dengan berbagai variasi waktu (90-240) menit lalu menganalisis hasil filtrat. Hasil penelitian menunjukkan adsorpsi dengan zeolit ini mampu menurunkan kandungan COD, BOD dan amoniak. Waktu adsorpsi optimum yaitu 180 menit baik untuk zeolit alam maupun zeolit aktif. Hasil penurunan COD, BOD dan amoniak untuk zeolit alam sebesar 94.76%, 98.29% dan 99.92% sedangkan untuk zeolit aktif sebesar 95.93%, 98.59%, dan 99.96%. Adsorpsi menggunakan zeolit aktif mampu menurunkan kandungan COD, BOD dan amoniak sehingga memenuhi baku mutu limbah cair rumah sakit. Sedangkan untuk zeolit alam, kandungan COD belum memenuhi baku mutu limbah cair rumah sakit.

Kata kunci: Adsorpsi , amoniak, BOD, COD, limbah cair, zeolit

ABSTRACT

Management of hospital liquid waste that is not managed properly can cause environmental pollution, so efforts are needed to process it so that it meets the quality standard criteria for liquid waste that is safe for the environment. In this research, the processing was carried out using the adsorption method using zeolite. This research aims to analyze the effect of natural zeolite and active zeolite as well as the effect of adsorption time on reducing COD, BOD, and ammonia content in hospital liquid waste. Zeolite activation uses 6 N HCl and calcination at 300oC. A total of 30 grams of zeolite with a size of 100 mesh in 200 mL of waste was stirred at a mixing speed of 468 rpm with various time variations (90-240) minutes and then analyzed the filtrate results. The research results showed that adsorption with zeolite was able to reduce COD, BOD, and ammonia content. The optimum adsorption time is 180 minutes for both natural zeolite and active zeolite. The reduction results in COD, BOD, and ammonia for natural zeolite were 94.76%, 98.29%, and 99.92%, while for active zeolite they were 95.93%, 98.59% and 99.96%. Adsorption using active zeolite can reduce COD, BOD, and ammonia content so that it meets the quality standards for hospital liquid waste. Meanwhile, for natural zeolite, the COD content does not meet the quality standards for hospital liquid waste.

Keywords: Adsorption, ammonia, BOD, COD, liquid waste, zeolite

PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan lembaga pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan secara paripurna dengan menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat. Rumah sakit memiliki tugas dalam memberikan pelayanan kesehatan yang meliputi kegiatan promotif, preventif (pencegahan), kuratif (pengobatan), ataupun rehabilitatif [1]. Disamping adanya tugas rumah sakit sebagai pelayanan kesehatan dalam penyembuhan pasien, rumah sakit juga sebagai salah satu penyumbang limbah dari hasil kegiatan operasionalnya [3].

Rumah sakit dalam kegiatannya banyak menggunakan bahan-bahan yang berpotensi mencemari lingkungan. Sumber-sumber pencemaran yang terdapat di rumah sakit berasal dari kegiatan dapur, laundry, rawat inap, laboratorium, ruang radiologi dan lain-lain. Di samping itu kegiatan rumah sakit juga menghasilkan limbah cair yang bersifat infeksius, racun dan bahan berbahaya bagi lingkungan dan masyarakat sekitarnya maupun dalam lingkungan rumah sakit itu sendiri.

Limbah cair rumah sakit, khususnya yang infeksius banyak yang belum dikelola dengan baik.

Limbah infeksius misalnya jaringan tubuh yang terinfeksi kuman. Limbah tersebut seharusnya dibakar, bukan dikubur, apalagi dibuang ke septic tank. Limbah yang hanya dengan di buang langsung ke septic tank dapat menyebabkan pencemaran, khususnya pada air tanah yang banyak dipergunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari. Karena tangki pembuangan seperti itu di Indonesia sebagian besar tidak memenuhi syarat sebagai tempat pembuangan limbah .

Limbah cair rumah sakit adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun, radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan [4]. Limbah cair rumah sakit berpotensi mencemari lingkungan seperti badan air, sumber air minum serta gangguan bau dan keindahan [7]. Salah satu kegiatan rumah sakit yang dapat memberikan dampak negatif yaitu pengolahan limbah cair yang dihasilkan dapat menyebabkan pencemaran bila tidak dikelola dengan baik [2].

Pada saat ini rumah sakit yang ada, melakukan pengolahan limbahnya pada Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) tetapi ada juga yang hanya secara konvensional (septic tank dan peresapan) dan bahkan tanpa pengolahan (langsung dibuang ke lingkungan). Kendala ketiadaan IPAL di sejumlah rumah sakit adalah karena faktor biaya. Besarnya biaya yang harus dikeluarkan untuk membuat suatu IPAL, menyebabkan pengelola rumah sakit menolak untuk membuat IPAL [5].

Akibatnya limbah yang dihasilkan rumah sakit di buang langsung ke septic tank ataupun lingkungan yang dapat menyebabkan pencemaran. Sehingga berdasarkan SK Gubernur Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 tentang Baku Mutu Limbah Cair maka perlu dilakukan pengolahan limbah cair khususnya limbah cair bagi rumah sakit. Demikian pula berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 bahwa tidak diperkenankan membuang limbah cair ke dalam tanah kecuali mendapat izin dari menteri terkait dan berdasarkan hasil penelitian [9].

Pengurangan beban pencemaran yang ada pada limbah cair sebelum dibuang ke perairan dapat dilakukan dengan mengadsorpsi limbah cair tersebut. Adsorpsi adalah proses dimana satu atau lebih unsur-unsur pokok dari suatu larutan fluida akan lebih terkonsentrasi pada permukaan suatu padatan tertentu (adsorben). Dengan cara ini, komponen-komponen dari suatu larutan, baik itu dari larutan gas ataupun cairan, bisa dipisahkan satu sama lain. Salah satu adsorben yang memiliki kemampuan adsorpsi ialah zeolit alam. Zeolit alam ini efektif menurunkan kadar amoniak, BOD, COD dan TSS [6] .

Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu adsorpsi pada zeolit alam dan zeolit alam yang telah teraktivasi terhadap kandungan COD, BOD dan amoniak pada limbah cair rumah sakit.

METODE PENELITIAN

Bahan

Limbah Cair Rumah Sakit, Zeolit alam, HCl 6 N, reagen Ag₂SO₄-H₂SO₄, Ferro Ammonium sulfat (FAS) 0,1 N, K₂Cr₂O₇ 0,25 N, hablur HgSO₄, indikator ferroin, larutan natrium nitroprusid 0,5%, Larutan fenol, akuades, batu didih, dan kertas saring.

Peralatan

Labu Erlenmeyer 250 mL; beakerglass 250 mL; labu ukur 50 mL dan 1000 mL; pipet volume 25 mL, buret 50 mL, satu set alat refluks, motor pengaduk dan impeller, neraca analitik, grinder; ayakan, oven, furnace; desikator, DO meter, botol DO, pH meter, pompa vakum.

Cara Kerja

1) Persiapan awal zeolit

Zeolit alam dihancurkan kemudian diayak pada ukuran 100 mesh. Zeolit kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 120^oC selama 4 jam.

2) Aktivasi zeolit

- Menimbang 250 g zeolit kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 1000 mL dan menambahkan 500 mL HCl 6 N.
- Merendam campuran zeolit dengan larutan HCl selama 4 jam dan mengaduknya menggunakan impeler.
- Menyaring dan mencuci campuran zeolit dengan aquadest hingga filtrat menunjukkan pH sama dengan pH aquadest.
- Mengeringkan residu ke dalam furnace pada suhu 300°C selama 4 jam.

Proses adsorpsi sampel dengan zeolit

1. Memipet sebanyak 200 mL sampel kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL.
2. Menambahkan 30 gram zeolit alam ke dalam 200 mL air limbah.
3. Mengaduk campuran selama 90 menit.
4. Menyaring dan memisahkan antara filtrat dan residu, kemudian mengukur nilai COD, BOD dan amoniak dari filtratnya (Natalina, 2010).
5. Melakukan langkah 1-4 untuk waktu 120, 150, 180, 210 dan 240 menit.
6. Melakukan langkah 1-5 untuk mengadsorpsi sampel menggunakan zeolit aktif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian

Data kualitas limbah cair rumah sakit

Kualitas limbah cair rumah sakit pada parameter COD, BOD dan Amoniak dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Data kualitas limbah cair rumah sakit sebelum adsorpsi

No.	Parameter	Kadar (mg/L)	Kadar Maksimum (mg/L) *
1	COD	1636,36	80
2	BOD	143	30
3	Amoniak	63.25	0,1

Keterangan : * : baku mutu limbah cair rumah sakit sesuai dengan SK Gubernur Kalimantan Timur No. 02 Tahun 2011

Hasil penurunan COD limbah cair rumah Sakit

Hasil adsorpsi limbah cair rumah sakit dengan menggunakan variasi waktu untuk kandungan COD dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data hasil penurunan COD variasi waktu

No.	Waktu Adsorpsi (menit)	Nilai COD (mg/L)		Penurunan COD (%)	
		Zeolit Alam	Zeolit Aktif	Zeolit Alam	Zeolit Aktif
1	90	262.5	204	83.96	87.53
2	120	200	168	87.78	89.73
3	150	114.29	139.62	93.02	91.47
4	180	85.71	66.67	94.76	95.93
5	210	184	100	88.76	93.89
6	240	196.08	162.50	88.02	90.07

Hasil Penurunan BOD Limbah Cair Rumah Sakit

Hasil adsorpsi limbah cair rumah sakit dengan menggunakan variasi waktu untuk kandungan BOD dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data hasil penurunan BOD variasi waktu

No.	Waktu Adsorpsi (menit)	Nilai BOD (mg/L)		Penurunan BOD (%)	
		Zeolit Alam	Zeolit Aktif	Zeolit Alam	Zeolit Aktif
1	90	4.64	3.75	96.76	97.38
2	120	4.08	3.21	97.15	97.76
3	150	3.42	2.98	97.61	97.92
4	180	2.45	2.01	98.29	98.59
5	210	3.34	4.6	97.66	96.78
6	240	9.03	4.78	93.69	96.66

Hasil Penurunan Amoniak Limbah Cair Rumah Sakit

Hasil adsorpsi limbah cair rumah sakit dengan menggunakan variasi waktu untuk kandungan amoniak dapat dilihat pada tabel 4.

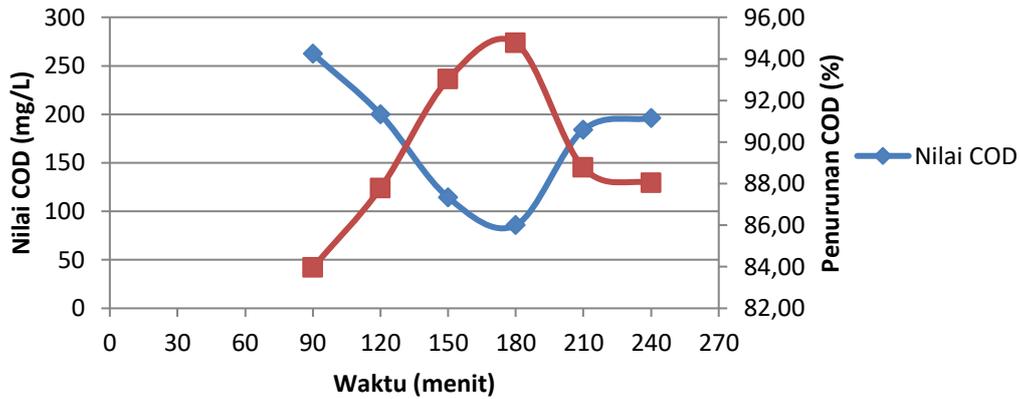
Tabel 4. Data hasil penurunan amoniak variasi waktu

No.	Waktu Adsorpsi (menit)	Nilai amoniak (mg/L)		Penurunan amoniak (%)	
		Zeolit Alam	Zeolit Aktif	Zeolit Alam	Zeolit Aktif
1	90	2.91	0.054	95.40	99.91
2	120	1.22	0.034	98.07	99.95
3	150	1.225	0.028	98.06	99.96
4	180	0.052	0.027	99.92	99.96
5	210	13.205	0.049	79.12	99.92
6	240	8.8	0.048	86.09	99.92

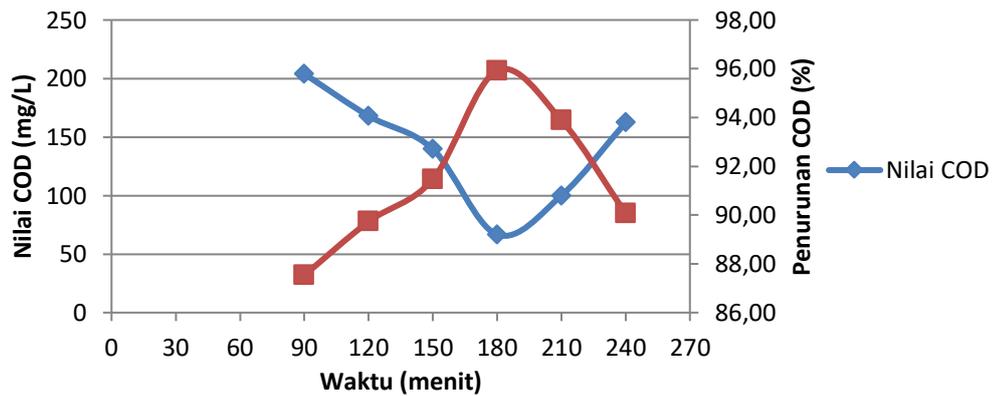
Pembahasan

Dalam penelitian ini yang dilakukan yaitu pengolahan limbah cair rumah sakit dengan metode adsorpsi. Hal ini dilakukan untuk mengurangi beban pencemaran dari limbah cair tersebut. Karena dapat dilihat data pada tabel 1. Bahwa kualitas air limbah bila dibandingkan dengan baku mutu limbah cair rumah sakit, maka limbah cair tersebut belum layak dibuang langsung ke lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan perlakuan terlebih dahulu sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan karena kandungan COD, BOD dan amoniaknya melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Pada proses adsorpsi yang dilakukan, adsorben yang digunakan adalah zeolit dan sebagai adsorbatnya adalah limbah cair rumah sakit. Sehingga pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh zeolit alam maupun zeolit aktif serta pengaruh waktu adsorpsi terhadap penurunan COD, BOD dan amoniak pada limbah cair tersebut.

Zeolit alam maupun zeolit yang telah teraktivasi kemudian dicampurkan dengan limbah cair lalu disertai dengan pengadukan dengan kecepatan putaran 468 rpm dan massa zeolit yang digunakan sebanyak 30 gram dalam 200 mL air limbah pada berbagai variasi waktu yaitu (90, 120, 150, 180, 210 dan 240) menit. Pengadukan yang dilakukan bertujuan agar fluida bergerak lebih cepat sehingga kontak antara fluida dan zeolit menjadi lebih sering dan merata, sehingga akan terjadi adsorpsi yang cukup baik oleh zeolit. Setelah dipisahkan dengan penyaringan, limbah kemudian dianalisis kandungan COD, BOD dan amoniaknya. Kemudian hasil analisis tersebut dibandingkan dengan kandungan COD, BOD dan amoniak sebelum diadsorpsi. Hasil perhitungan COD yang telah dilakukan setelah adsorpsi menggunakan zeolit alam dan zeolit aktif dengan berbagai variasi waktu dapat pada gambar 1 dan gambar 2 berikut ini:

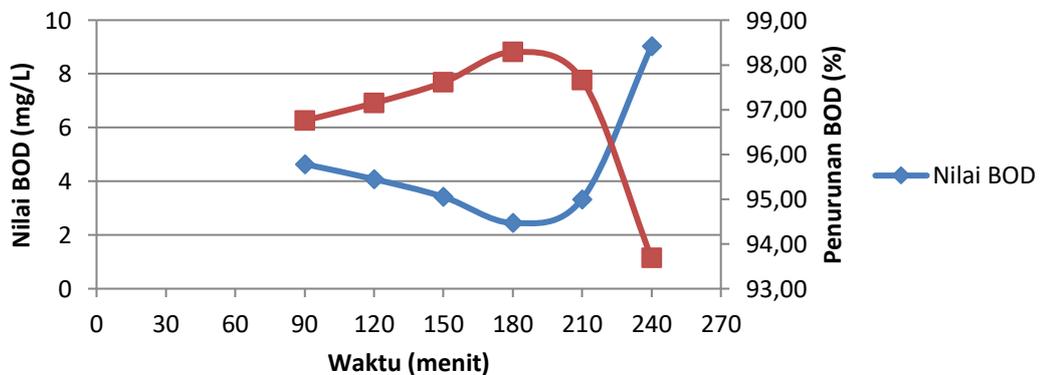


Gambar 1. Hubungan antara COD terhadap waktu menggunakan zeolit alam

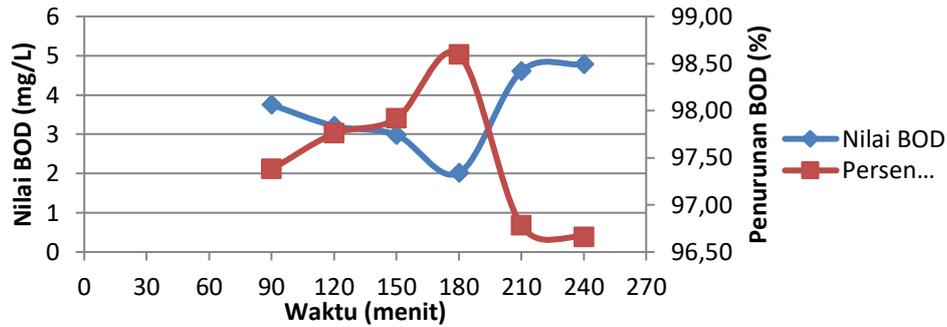


Gambar 2. Hubungan COD terhadap waktu menggunakan zeolit aktif

Pada gambar 1 dan 2, bahwa kandungan COD sebelum diadsorpsi adalah sebesar 1636,36 mg/L. Waktu optimum yang diperoleh untuk menurunkan kandungan COD yaitu pada waktu 180 menit dengan menggunakan zeolit alam maupun dengan zeolit aktif. Penurunan COD menggunakan zeolit alam sebesar 94,76% dengan nilai COD sebesar 85,71 mg/L dan penurunan COD menggunakan zeolit aktif sebesar 95,93% dengan nilai COD sebesar 66,67 mg/L. Kandungan COD setelah diadsorpsi menggunakan zeolit alam belum memenuhi baku mutu. Hal tersebut dikarenakan pada zeolit alam masih terdapat pengotor yang menyebabkan penyerapannya kurang baik.

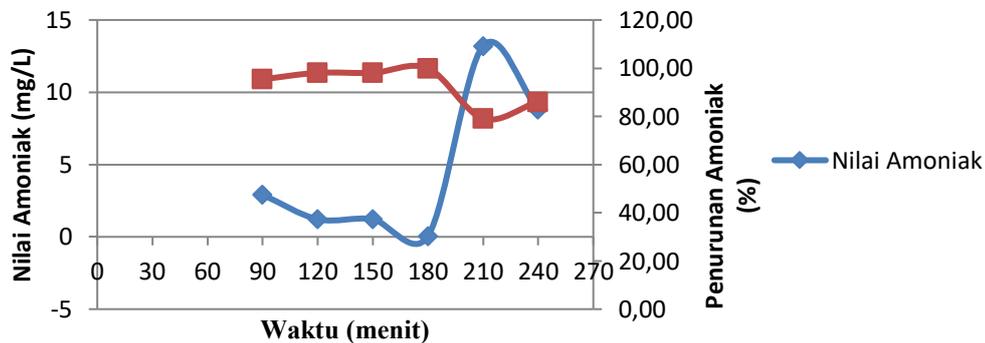


Gambar 3. Hubungan BOD terhadap waktu menggunakan zeolit alam

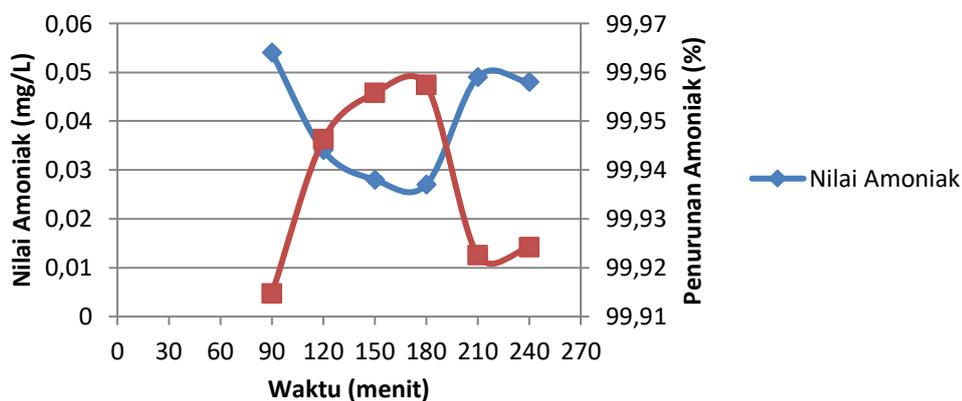


Gambar 4. Hubungan BOD terhadap waktu menggunakan zeolit aktif

Dari gambar 3 dan gambar 4 dapat dilihat bahwa waktu optimum yang diperlukan zeolit alam dan zeolit aktif untuk menurunkan kandungan BOD yaitu pada waktu 180 menit. Penurunan BOD menggunakan zeolit alam sebesar 98,29% dengan nilai BOD sebesar 2,45 mg/L dan penurunan BOD menggunakan zeolit aktif sebesar 98,59% dengan nilai BOD sebesar 2,01 mg/L. Penurunan kandungan BOD ini disebabkan oleh terjerapnya zat-zat organik dalam limbah sehingga oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik tersebut dalam lima hari menjadi berkurang. Kandungan BOD setelah adsorpsi tersebut telah memenuhi standar baku mutu yang telah ditentukan.



Gambar 5. Hubungan amoniak terhadap waktu menggunakan zeolit alam



Gambar 6. Hubungan amoniak terhadap waktu menggunakan zeolit aktif

Dari gambar 5 dan gambar 6 menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak maka semakin besar persen penurunan amoniak. Tetapi setelah diperoleh waktu optimum maka persen penurunan amoniak kembali menurun. Hal tersebut menunjukkan bahwa laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi. Waktu optimum untuk adsorpsi dengan zeolit alam dan zeolit aktif yaitu pada waktu 180 menit. Penurunan amoniak menggunakan zeolit alam sebesar 99,92% dengan kandungan amoniak sebesar 0,052 mg/L dan penurunan amoniak menggunakan zeolit aktif sebesar 99,96% dengan kandungan amoniak sebesar 0,027 mg/L. Dari hasil tersebut, kandungan amoniak setelah di adsorpsi telah memenuhi baku mutu limbah cair.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut : bahwa penurunan maksimum COD, BOD dan amoniak untuk zeolit alam masing–masing sebesar 94.76%, 98.29% dan 99.92%. Sedangkan penurunan maksimum COD, BOD dan amoniak untuk zeolit aktif masing–masing sebesar 95.93%, 98.59%, dan 99.96%. dan waktu optimum yang digunakan untuk adsorpsi menggunakan zeolit alam dan zeolit teraktivasi dalam limbah cair rumah sakit untuk menurunkan kandungan COD, BOD dan amoniak masing-masing yaitu pada waktu 180 menit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktur politeknik negeri Samarinda dan pusat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat politeknik negeri Samarinda (P2M POLNES) yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti, dan mengembangkan ide yang tertuang dalam penelitian ini serta segala pihak yang telah mendukung demi kelancaran berjalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arianto, Adi. 2011. “Pemanfaatan Zeolit Alam Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Nilai BOD dan COD Limbah Cair PT Sumalindo Lestari Jaya Tbk
- [2] Asmadi. 2012. Pengolahan Limbah Medis Rumah Sakit. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- [3] Goni, P., Mangangka, I. R., & Sompie, O. B. A. (2021). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit Umum Pusat Prof. Dr. RD Kandou Manado. *Tekno*, 19(77)
- [4] Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2004. Keputusan Menteri Kesehatan No. 1204 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Jakarta: RI.
- [5] Musyawarah, Y. 2010. “Hubungan Keterpaparan Masyarakat Pada Air Sungai Yang Dicemari Limbah Rumah Sakit Dengan Penyakit Kulit Di Kelurahan Silalas Kecamatan Medan Barat Tahun 2009”. *Tesis*. Universitas Sumatera Utara: Medan
- [6] Ronny, R., & Syam, D. M. 2018. Aplikasi Teknologi Saringan Pasir Silika dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Mitra Husada Makassar. *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4(2), 62-66
- [7] Siagian, E. D., Polii, B., & Kumurur, V. (2017). Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPAL) Rumah Sakit Tingkat III Robert Wolter Mongisidi Manado. *Community Health*, 2(1): 78-92.
- [8] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit.
- [9] Zaenab. 2007. “efektivitas Media Filter Aerob Dan Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Kadar SS, BOD, COD Dan MBAS Limbah Cair Rumah Sakit (Studi Kasus Limbah Cair Domestik Rumah Sakit Labuang Baji Makassar). *Sulolipu Edisi XV/2007*