



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Alamat Prosiding: sinta.eng.unila.ac.id



Penyisihan kadar amoniak (NH_3) dalam limbah cair karet dengan kombinasi adsorben bentonit dan zeolit secara kontinyu

R Mayasari*, E Purba, dan M Djana

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima: 29 September 2020

Direvisi: 14 November 2020

Kata kunci:

Adsorpsi

Bentonit

Limbah cair karet

Zeolit

Limbah cair hasil pengolahan karet mengandung kadar amoniak yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengaplikasikan proses adsorpsi secara kontinyu dalam menyisihkan kadar amoniak (NH_3) limbah cair karet sehingga memenuhi baku mutu air limbah domestik. Tujuan penelitian ini menetapkan dosis dan waktu optimum adsorben zeolite dan bentonite dalam mengadsorpsi polutan khususnya amoniak (NH_3) di limbah cair karet. Variabel penelitian terdiri dari rasio bentonit : zeolit, laju alir dan waktu kontak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar amoniak (NH_3) sebesar 92,89 % pada rasio adsorben 2:1, waktu kontak 90 menit dan laju alir 3 LPM. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak dosis bentonit yang ditambahkan, semakin lama waktu kontak dan laju alir maka semakin efektif penyisihan kadar amoniak (NH_3) dalam limbah cair karet.

1. Pendahuluan

Berbagai metode telah banyak dilakukan dalam mengolah limbah cair karet seperti sistem biologi lumpur aktif (*activated sludge*) dan sistem kimia kombinasi aerasi alami. Namun, proses pengolahan limbah cair karet dengan metode tersebut belum sepenuhnya memenuhi standar kualitas limbah yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri karet untuk parameter pH, COD, BOD, TSS, dan Nitrogen (N-Total dan Amoniak). Oleh sebab itu diperlukan metode yang efektif untuk pengolahan limbah yang mengandung amoniak agar kualitas limbah tersebut memenuhi baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan.

Sarengat dkk (2015) pernah melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan adsorben terhadap kandungan amonia (NH_3 -N) pada limbah cair industri karet RSS yang hasilnya menunjukkan bahwa adsorben seperti sabut kelapa, zeolit, arang kayu, abu terbang bagas, sekam bakar dapat digunakan untuk menurunkan kadar amonia pada limbah cair industri karet RSS. Syafalni dkk (2013) dalam penelitian yang berjudul "*Wastewater treatment using bentonite, the combinations of bentonite- zeolite, bentonite-alum, and bentonite-limestone as adsorbent and coagulant*" menyimpulkan bahwa kombinasi adsorben bentonite-zeolite lebih efisien dalam menghilangkan Besi (98%) dan menurunkan kekeruhan (95%) dibandingkan kombinasi

adsorben lainnya. Penggunaan kombinasi adsorben pada pengolahan limbah cair karet dikarenakan zeolit mempunyai sifat dehidrasi (melepaskan molekul H_2O) apabila dipanaskan dan memiliki kemampuan menghilangkan amoniak dari air karena pada struktur pori zeolit terdapat ion natrium sebagai pengganti ion amoniak yang diserap. Sedangkan permukaan bentonit bermuatan negatif, sehingga mampu mengadsorpsi ion-ion logam yang bermuatan. Dari uraian di atas dapat diketahui metode adsorpsi sangat cocok untuk menyisihkan polutan dalam limbah cair karet, khususnya terhadap kadar amoniak. Pada penelitian ini, kombinasi adsorben bentonit dan zeolit akan digunakan sebagai penyerap senyawa amoniak dalam limbah cair karet sehingga memenuhi standar kualitas limbah yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri karet.

Karakteristik limbah cair karet terdiri dari karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisika meliputi, *Total Suspended Solid* (TSS), temperatur, kekeruhan, bau dan warna. Karakteristik kimia terdiri dari keasaman (pH), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), Amoniak (NH_3). Pada penelitian ini dibatasi hanya pada penyisihan kadar amoniak dalam limbah cair karet dengan kombinasi adsorben bentonit dan zeolit secara kontinyu.

* Rizka Mayasari.

E-mail: rizka.mayasari@eng.unila.ac.id.

Pada penelitian Nasir, dkk (2015) berjudul “Pengolahan air asam tambang sintetik menggunakan kombinasi adsorben diatomit dan membran keramik nanofiltrasi” menjelaskan adsorpsi telah diterapkan sebagai proses yang efisien untuk menghilangkan berbagai zat terlarut. Molekul yang terserap akan terkumpul dipermukaan dan menjadi lebih rapat, maka akan terjadi perubahan fase molekul dari gas menjadi cair atau cair menjadi padat. Adanya perubahan fase tersebut menyebabkan penyerapan selalu dibarengi dengan pelepasan kalor yang disebut sebagai panas adsorpsi. Adsorpsi merupakan tahapan proses penyerapan zat-zat dari fase larutannya baik pada permukaan cair ataupun padat.

Adsorpsi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni luas permukaan adsorben, ukuran partikel, waktu kontak, dan distribusi ukuran pori. Semakin luas permukaan suatu adsorben maka semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel suatu adsorben maka semakin luas permukaan adsorben sehingga adsorpsi semakin efektif. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik sehingga proses adsorpsi akan semakin efektif. Faktor lainnya yakni distribusi pori, distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran molekul adsorbat yang masuk kedalam partikel adsorben.

Adsorben bentonit digunakan sebagai adsorben pada industri limbah organik dan anorganik, katalis dan bahan penukar ion. Bentonit adalah *clay* yang sebagian besar terdiri dari montmorillonit dengan mineral-mineral seperti kwarsa, kalsit, dolomit, feldspars, dan mineral lainnya. Montmorillonit merupakan bagian dari kelompok smectit dengan komposisi kimia secara umum $(Mg,Ca)O \cdot Al_2O_3 \cdot 5SiO_2 \cdot nH_2O$. Mineral montmorillonit terdiri dari partikel yang sangat kecil sehingga hanya dapat diketahui melalui studi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*). Sedangkan zeolit merupakan mineral yang terdiri dari Kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation

alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya. Ion-ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lagi tanpa merusak struktur zeolit yang dapat menyerap air secara reversible. Zeolit mempunyai struktur berongga dan biasanya rongga ini diisi oleh air dan kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran pori yang tertentu. Oleh sebab itu zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, penukar ion, penyerap bahan dan katalisator.

2. Metodologi

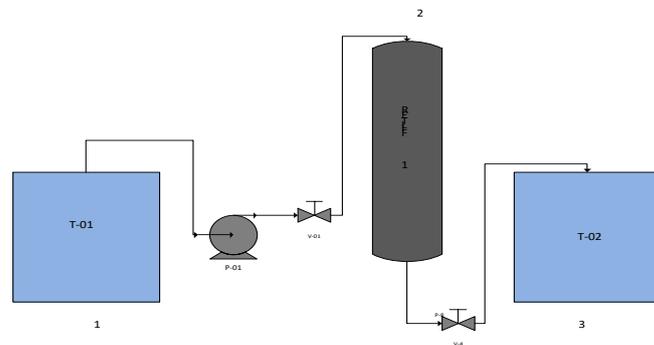
2.1 Persiapan bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair karet yang didapatkan dari salah satu industri pengolahan karet. Bentonit dengan ukuran partikel 60 mesh (250 mikron) dan diaktivasi dengan H_2SO_4 selama dua jam, dicuci dengan akuades hingga pH netral. Bentonit dikeringkan dalam oven pada suhu $105^{\circ}C$ selama dua jam dan siap digunakan sebagai adsorben. Zeolite yang digunakan diaktivasi dengan cara dipanaskan dalam oven biasa pada suhu $300-400^{\circ}C$). Bahan lainnya yaitu akuades dan H_2SO_4 .

2.2 Peralatan pendukung

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: tangki, kolom filter yang terbuat dari fiberglass dengan tinggi 146 cm, panjang 54 cm dan lebar 32 cm, timbangan analitis, pH meter, spektrofotometer UV-1601-PC., pompa sentrifugal, flow meter, katup, gelas ukur.

Limbah cair karet dialirkan ke dalam tanki kolom adsorben yang diisi kombinasi adsorben zeolit:bentonit 1 : 1. Limbah cair karet dimasukkan melalui bagian atas kolom dengan menggunakan pompa dengan variasi laju alir (3 L/menit dan 6 L/menit). Perubahan parameter pH, konsentrasi NH_3 diamati pada variasi waktu sirkulasi 15-90 menit selama proses adsorpsi berlangsung. Rangkaian alat adsorpsi diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Alat Penelitian

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Analisis sampel awal

Hasil analisis sampel limbah cair karet ditunjukkan pada Tabel 1. Terlihat bahwa pH dan NH_3 belum memenuhi standar baku mutu limbah cair industri karet yang diatur oleh Permen LHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Kontaminan yang tidak sesuai dengan standar baku mutu tentu akan berdampak negatif apabila terkontaminasi

dengan lingkungan, sehingga dibutuhkan proses pengolahan yang tepat untuk mengolah limbah.

Tabel 1. Karakteristik Sampel Limbah Cair Karet

No	Parameter	Nilai	Baku Mutu Air Limbah Domestik (PermenLHK No. 68 Tahun 2016)
1.	pH	3,5	6 – 9
2.	NH_3	19,4 mg/L	10

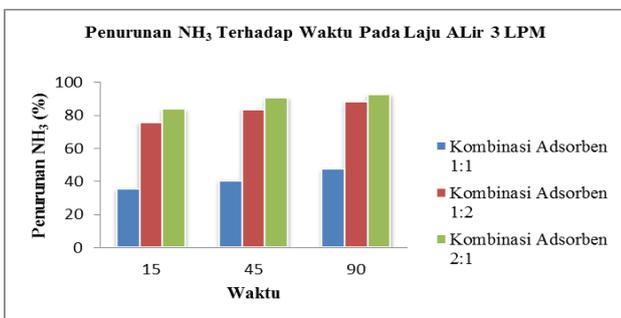
3.2 Pembahasan

Amoniak merupakan salah satu bahan pencemar air dan zat beracun serta bahan organik yang berbahaya. Semakin tinggi kandungan amoniak total (NH₃) dalam limbah cair maka akan menyebabkan keracunan pada biota. Oleh sebab itu parameter ini tercantum pada baku mutu limbah cair, khususnya pada limbah cair industri karet. Kandungan NH₃ yang terdapat dalam limbah cair karet sebelum diolah yaitu 9,5 mg/L, yang menunjukkan bahwa kandungan NH₃ belum memenuhi standar baku mutu limbah cair industri karet berdasarkan Permen LHK No. 68 Tahun 2016. Berikut Analisis data dari hasil uji amoniak (NH₃) dilakukan secara deskriptif kualitatif sesuai Baku Mutu Air Limbah Domestik (Permen LHK No. 68 Tahun 2016).

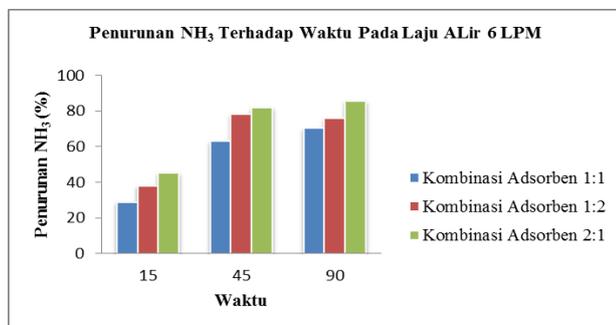
Tabel 2. Hasil Uji Kadar Amoniak pada Limbah Cair Karet Setelah Proses Adsorpsi

No	Limbah Cair Karet	Laju Alir (3 LPM)						Laju Alir (6 LPM)		
		15 min	45 min	90 min	15 min	45 min	90 min	15 min	45 min	90 min
1.	Bentonit + Zeolit = 1:1	8,34	7,93	4,37	9,87	8,93	5,15			
2.	Bentonit + Zeolit = 1:2	7,68	6,25	3,54	8,15	6,19	3,95			
3.	Bentonit + Zeolit = 2:1	5,25	2,69	1,12	6,18	3,09	2,38			

Dari Tabel 2 terlihat bahwa setelah diproses melalui proses adsorpsi menggunakan kombinasi adsorben, kadar amoniak dalam limbah cair karet menurun dan memenuhi baku mutu air limbah domestik sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016. Persentase penurunan kadar amoniak setelah proses adsorpsi ditunjukkan pada gambar 2.



(a)



(b)

Gambar 2. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penurunan Konsentrasi NH₃ Limbah Cair Karet Pada Variasi Dosis Adsorben dan Laju alir

Gambar 2. menunjukkan bahwa kondisi optimum penyerapan NH₃ diperoleh dengan menggunakan kombinasi adsorben bentonit dan zeolit dengan perbandingan rasio 2:1 dengan laju alir 3 LPM pada waktu 90 menit. Penurunan kadar amoniak

dari sampel awal limbah cair karet sebesar 19,4 mg/L menjadi 1,12 mg/L dengan persentase 92,89%. Hal ini menunjukkan penurunan yang sangat signifikan dengan adanya proses adsorpsi dengan kombinasi adsorben bentonit dan zeolit. Proses menggunakan kombinasi adsorben bentonit dan zeolit menyebabkan terjadinya proses adsorpsi sehingga kandungan NH₃ pada limbah cair karet menurun. Aktivasi bentonit dengan asam bertujuan untuk menghasilkan bentonit dengan situs aktif yang lebih besar, sehingga bentonit yang diaktivasi akan memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih besar dibandingkan tanpa di aktivasi. Penggunaan bentonit dapat mereduksi senyawa NH₃. Hal ini dikarenakan bentonit memiliki kapasitas penukaran ion yang tinggi, sehingga bermanfaat dalam mengendalikan migrasi kontaminan berbahaya seperti NH₃.

Tabel 3. Karakteristik Akhir Limbah Cair Karet

No	Parameter	Nilai	Baku Mutu Air Limbah Domestik (PermenLHK No. 68 Tahun 2016)
1.	pH	6,93	6 – 9
2.	NH ₃	1,43 mg/L	10

Tabel 4.3. menunjukkan karakteristik akhir limbah cair karet dan memenuhi standar baku mutu air limbah domestik yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016.

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis menggambarkan terjadi penurunan kadar amoniak (NH₃) menggunakan kombinasi adsorben bentonit dan zeolit. Penurunan optimal kadar amoniak (NH₃) terdapat pada rasio adsorben bentonit dan zeolit dengan rasio 2:1, waktu kontak 90 menit dan laju alir 3 LPM.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih kepada Hibah Penelitian DIPA BLU UNILA Tahun 2020 yang telah mendanai penelitian ini.

Daftar pustaka:

Delkash, M., Ebrazhi Bakhshayesh, B., & Kazemian, H. (2015). Using zeolitic adsorbents to cleanup special wastewater streams: A review. *Microporous and Mesoporous Materials*, 214, 224–241.

Elsa Rama Lumban Gaol, dkk. (2019). Rubber Industry Wastewater Treatment Using Sand Filter, Bentonit and Hybrid Membrane (UF-RO). *Journal of Environment* Vol. 4 No. 1, 14-18.

Ike Setyorini, dkk. (2016). Pengolahan Limbah Cair Industri Lateks Pekat Dengan Berbagai Adsorben Lokal. *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik Ke-5*. Yogyakarta.

Nurlela. (2019). Pengaruh Penambahan Zeolit Terhadap Penurunan Amoniak Dalam Limbah Cair Industri Karet. *Jurnal Universitas PGRI*. Vol. 4 No. 2.

Nursamsi Sarengat, dkk. (2015). Pengaruh Penggunaan Adsorben Terhadap Kandungan Amonia (NH₃ -N) Pada Limbah Cair Industri Karet RSS. *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik ke-4*. Yogyakarta.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016. (2016). Baku Mutu Air Limbah.

Rizka Mayasari (2015) Synthetic Acid Mine Drainage Treatment Using Diatomeceous Earth and Nanofiltration Methods. *Thesis Universitas Sriwijaya*, Palembang.

- Reynolds, T.D. 1982. "Unit Operations and Process in Environmental Engineering", Texas A & M University, Books/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA, pp 165 – 166.
- Subriyer Nasir, dkk.(2015). Pengolahan Air Asam Tambang Sintetik Menggunakan Kombinasi Adsorben Diatomit Dan Membran Keramik Nanofiltrasi. *Seminar Nasional Added Value of Energy Resources Ke-7*.Palembang. 21 Oktober 2015
- Syafalni, dkk. (2013) Wastewater treatment using bentonite, the combinations of bentonite- zeolite, bentonite-alum, and bentonite-limestone as adsorbent and coagulant, *International Journal of Environmental Science*, Vol 4, No.3