



KAJIAN PENGGUNAAN BERBAGAI LEMPUNG TERAKTIVASI SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KADAR AMONIA, NITRAT, DAN NITRIT DARI LIMBAH TAHU INDUSTRI

Aksan Y. Maradang¹⁾, Moh. Mirzan²⁾, Prismawiryanti^{3*)}

¹⁾Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

²⁾Lab. Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

³⁾Lab. Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

ABSTRACT

Tofu industry liquid waste, which is still contains high concentration of organic materials, is one of the causes of pollution in environment. On the other hand, clay can be used as adsorbent and easily to be obtained. The aim of this study was to reduce ammonia, nitrate, and nitrite concentration on liquid waste of tofu industry using collected clay from three different locations at laboratory scale. Clay was collected from Kalukubula, Beka and Sibowi villages at Sigi District Central Sulawesi Province. Each clay was activated by 0.1 M HCl, 0.1 M NH₄Cl or 0.1 M NaOH. The result showed that clay from Beka village has highest capacity to reduce nitrate, nitrite and ammonia concentration on liquid waste of tofu industry. Clay from Kalukubula village was better as absorbent than clay from Sibowi village. The strength of activator in increasing clay adsorptive was followed this order: NaOH < NH₄Cl < HCl. Clay from Beka Village when activated by HCl 0.1 M, it could reduce 47.52%, 54.00% and 58.89% of ammonia, nitrate and nitrite concentration, respectively.

Keywords : *clay, activation, ammonia, nitrate, nitrite*

ABSTRAK

Limbah cair industri tahu yang masih mengandung bahan organik dengan konsentrasi tinggi merupakan salah satu penyebab polusi di lingkungan. Dilain pihak, lempung dapat digunakan sebagai adsorben dan mudah didapatkan. Tujuan penelitian ini adalah menurunkan kadar ammonia, nitrat dan nitrit limbah cair industri tahu dengan menggunakan lempung dari berbagai lokasi yang diaktivasi dengan berbagai macam activator pada skala laboratorium. Lempung yang digunakan berasal dari tiga tempat yang berbeda yaitu Desa Kalukubula, Beka dan Sibowi Kabupaten Sigi Sulawesi tengah. Masing-masing lempung diaktivasi dengan menggunakan HCl, NH₄Cl atau NaOH dengan konsentrasi 0.1 M. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lempung yang berasal dari desa Beka mempunyai kemampuan tertinggi dalam menurunkan kadar nitrat, nitrit dan ammonia, kemudian diikuti oleh lempung yang berasal dari desa Kalukubula dan Sibowi. Kekuatan aktivator dalam meningkatkan adsorptivitas lempung, sesuai urutan berikut: NaOH < NH₄Cl < HCl. Lempung yang berasal dari Desa Beka yang diaktivasi dengan HCl dapat menurunkan kadar ammonia, nitrat dan nitrit sebesar 47.52%, 54.00% dan 58.89%.

Kata Kunci : *lempung, aktivasi, amoniak, nitrat, nitrit*

Corresponding author : Prismawiryanti@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Tahu adalah salah satu makanan olahan dari kedelai yang banyak dikonsumsi masyarakat karena merupakan sumber protein yang murah dan mudah diperoleh. Proses pembuatan tahu menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar, yaitu ± 9000 L/ton kedelai (Sutiyan dkk., 2011). Industri tahu pada umumnya beroperasi dalam bentuk usaha rumah tangga. Limbah cair yang dihasilkan pada dasarnya tidak dikelola dan dialirkan langsung ke dalam perairan terdekat (Jasmiyati, 2010). Pembuangan limbah cair industri tahu secara langsung ke lingkungan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Senyawa pencemar yang terdapat dalam limbah cair industri tahu diantaranya adalah amoniak 34,4137 mg/L, nitrat 474,3058 mg/L, dan nitrit 7,6811 mg/L (Irmanto dan Suyata, 2009). Konsentrasi amoniak 1 mg/L dalam perairan dapat mengganggu kehidupan di perairan dengan menurunkan kadar oksigen terlarut

Widayat, dkk, 2010, menyebutkan bahwa amoniak yang tidak terionisasi sangat beracun bagi ikan. Kematian ikan dapat terjadi dengan keberadaan 0,1 mg/L sampai 10.000 mg/L amoniak di perairan. Nitrat lebih beracun dibandingkan nitrit, dapat menyebabkan kerusakan ginjal serta kanker. Nitrat juga dapat terikat pada

hemoglobin dan menyebabkan kekurangan oksigen pada bayi yang disebut juga dengan methemoglobinemia. Namun nitrit dapat bereaksi dengan amina secara kimia atau enzimatis membentuk nitrosamin yang sangat kuat sifat karsinogennya (Wanielista dan Chang, 2008)

Berbagai metoda telah digunakan untuk menurunkan dalam pengolahan limbah cair industri tahu. Diantaranya menggunakan teknik bioremediasi menggunakan mikroorganisme EM₄ (Jasmiati dkk., 2010). Penggunaan adsorben juga telah banyak dilakukan, seperti penggunaan zeolit teraktivasi I dan zeolit terimpregnasi TiO₂ (Irmanto dan Suyata, 2007), arang aktif dari ampas kopi (Irmanto dan Suyata, 2009), dan bentonit teraktivasi (Nurhayati, 2010). Keterbatasan biaya dan teknologi yang mudah di terapkan merupakan penyebab industri tahu tidak mengolah limbah cairnya (Wagiman, 2007). Untuk itu perlu ditemukan metode yang murah dan mudah dalam pengolahan limbah cair industri tahu. Salah satu adsorben yang murah dan mudah diperoleh adalah lempung. Penggunaan lempung sebagai adsorben telah dikenal luas, baik sebagai adsorben ion logam maupun senyawa-senyawa organik (Bahri dkk, 2011; Salman *et al.*, 2011; Avisar *et al.*, 2009; Srinivasan, 2011). Perlakuan aktivasi menunjukkan adanya peningkatan kemampuan adsorpsi

lempung, aktivasi lempung menggunakan H_2SO_4 menghasilkan lempung dengan keasaman permukaan yang lebih tinggi dari pada tanpa aktivasi (Suarya, 2010). Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan kajian penggunaan lempung teraktivasi sebagai adsorben untuk menurunkan kadar ammonia, nitrat dan nitrit dalam limbah cair industri tahu.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair industri Tahu yang terdapat di Kecamatan Palu Barat, NH_4Cl 0,1 M, NaOH 0,1M, HCl 0,1M, akuades, reagen pewarna, reagen campuran asam, reagen Nessler.

Alat yang digunakan adalah desikator, ayakan mekanis 120 mesh, neraca analitik, kain saring, lumpang, alu, shaker, kolorimeter, gelas ukur 100 mL dan erlemeyer 100 mL.

2.2. Persiapan Sampel

Material yang digunakan yaitu tanah lempung yang diambil dari lokasi pembuatan batu bata di desa Kalukubula, Beka dan Sibowi Kabupaten Sigi Propinsi Sulawesi Tengah. Lempung terlebih dahulu dicuci dengan akuades kemudian disaring dengan kain saring, selanjutnya lempung dikeringkan dalam oven dengan temperatur $60^\circ C$. Setelah kering lempung

digerus menggunakan lumpang dan alu, kemudian diayak menggunakan ayakan 120 mesh. Material lempung yang lolos ayakan 120 mesh digunakan sebagai adsorben.

2.3. Aktivasi Lempung

Masing-masing 25 g serbuk lempung dimasukkan ke dalam 3 buah erlemeyer 250 mL, kemudian ditambahkan masing-masingnya dengan 125 mL aktivator (HCl 0,1M, NH_4Cl 0,1 M dan NaOH 0,1 M) sambil diaduk. Proses aktivasi dilakukan selama 24 jam, kemudian disaring dan residu yang diperoleh dicuci dengan akuades, selanjutnya di keringkan dalam oven pada temperature $100-120^\circ C$. Setelah kering lempung disimpan di dalam desikator, selanjutnya lempung digunakan sebagai adsorben.

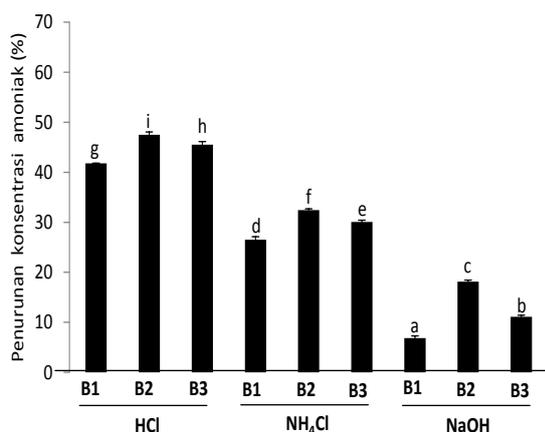
2.4. Penggunaan lempung teraktivasi untuk menurunkan amoniak, nitrat dan nitrit limbah cair industri tahu.

Sebanyak 100 mL limbah cair industri tahu dimasukkan ke dalam masing.masing 3 buah erlemeyer ukuran 250 mL, kemudian ditambahkan masing-masing 1 g lempung dari desa Kalukubula yang telah diaktivasi dengan HCl 0,1 M, NH_4Cl 0,1 M dan NaOH 0,1 M. Campuran dikocok selama 30 menit,

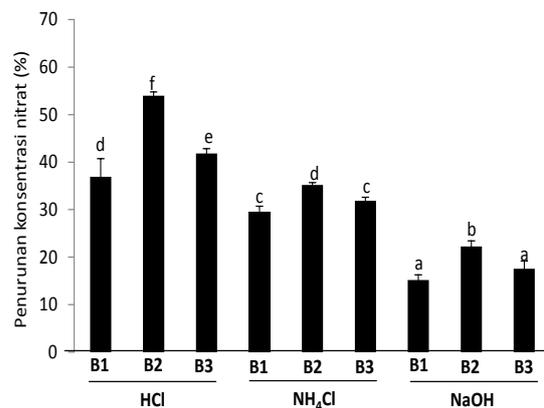
selanjutnya disaring dan diukur kadar amoniak, nitrat dan nitrit dalam filtrat dengan alat kolorimeter. Prosedur yang sama juga dilakukan dengan menggunakan lempung dari desa Beka dan desa Sibowi yang telah diaktivasi dengan HCl 0,1 M, NH₄Cl 0,1 M dan NaOH 0,1 M.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

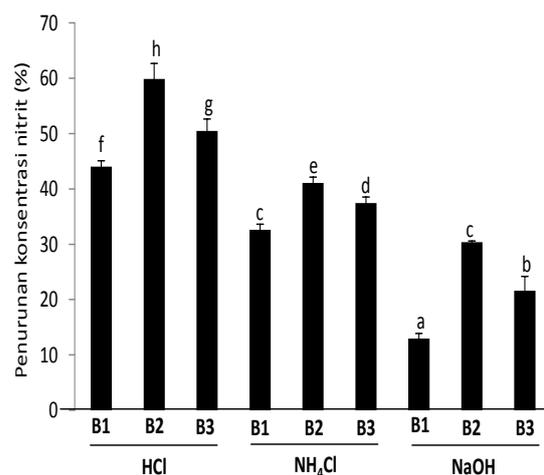
Lempung secara luas digunakan sebagai absorben karena memiliki stabilitas kimia dan mekanik yang tinggi serta memiliki sifat permukaan dan struktur yang bervariasi (Owabor *et al.*, 2012). Konsentrasi amonia, nitrat dan nitrit dari limbah cair industri tahu dapat diturunkan dengan menggunakan lempung yang diaktivasi baik dengan menggunakan HCl, NH₄Cl atau NaOH masing-masing 0,1 M dapat dilihat pada gambar 1, 2 dan 3 di bawah ini.



Gambar 1. Penurunan konsentrasi amoniak oleh lempung dari Kalukubula (B1), Beka (B2) dan Sibowi (B3) yang teraktivasi HCl, NH₄Cl dan NaOH konsentrasi 0,1 M.



Gambar 2. Penurunan konsentrasi nitrat oleh lempung dari Kalukubula (B1), Beka (B2) dan Sibowi (B3) yang teraktivasi HCl, NH₄Cl dan NaOH konsentrasi 0,1 M.



Gambar 3. Penurunan konsentrasi nitrit oleh lempung dari Kalukubula (B1), Beka (B2) dan Sibowi (B3) yang teraktivasi HCl, NH₄Cl dan NaOH konsentrasi 0,1 M.

Lempung dari desa Beka yang teraktivasi HCl, NH₄Cl atau NaOH 0,1 M mempunyai kemampuan untuk menurunkan konsentrasi nitrat, nitrit dan amoniak terbesar dibandingkan dengan lempung yang berasal dari desa

Kalukubula dan Sibowi. Dilain pihak, lempung yang berasal dari Kalukubula memiliki kemampuan lebih tinggi dibandingkan dengan lempung yang berasal dari Sibowi dalam menurunkan konsentrasi nitrat, nitrit dan amoniak. Lempung yang berasal dari Kalukubula yang teraktivasi NH_4Cl dan NaOH 0,1 M tidak menunjukkan kemampuan yang berbeda nyata dengan lempung yang berasal dari Sibowi yang diaktivasi oleh aktivator yang sama dalam menurunkan konsentrasi nitrat pada limbah cair industri tahu. Struktur pori dan sifat kimia dari lempung menentukan kemampuan adsorpsi dari lempung (Owabor *et al.*, 2012). Meskipun pada penelitian ini struktur pori dan sifat kimia dari ketiga lempung tersebut tidak diamati, kemungkinan lempung yang berasal dari desa Beka memiliki struktur pori dan sifat kimia yang lebih baik sebagai absorbent.

HCl 0,1 M merupakan aktivator terbaik untuk lempung baik yang berasal dari Kalukubula, Beka atau Sibowi untuk menurunkan konsentrasi nitrat, nitrit dan amoniak limbah cair industri tahu. Hal itu dapat terlihat pada masing-masing lempung yang teraktivasi HCl 0,1 M mempunyai kemampuan untuk menurunkan konsentrasi tertinggi dibandingkan dengan lempung yang teraktivasi NH_4Cl dan NaOH 0,1 M. Owabor *et al.*, (2012) melaporkan bahwa

lempung yang diaktivasi atau dimodifikasi dengan menggunakan HCl memiliki porositas dan area permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan lempung yang diaktivasi dengan menggunakan NaOH , NH_4OH atau NaCl . Porositas dan luas permukaan adalah dua faktor penting dalam menentukan kemampuan suatu absorbent. Semakin kuat tingkat keasaman aktivator, semakin tinggi dalam meningkatkan kemampuan lempung sebagai adsorbent. Dengan demikian penurunan konsentrasi tertinggi untuk nitrat (54%), nitrit (59%) dan amoniak (47.52%) diperoleh dengan menggunakan lempung yang berasal dari Beka yang teraktivasi HCl 0,1 M.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa NH_4Cl merupakan aktivator lempung yang lebih baik dibandingkan NaOH dalam menurunkan konsentrasi nitrat, nitrit dan amoniak dalam limbah cair tahu oleh lempung yang berasal dari Kalukubula, Beka maupun Sibowi. Akan tetapi hal ini tidak sejalan dengan data yang diperoleh oleh Owabor *et al.* (2012) dan Taffarel dan Rubio (2009) yang menyatakan bahwa lempung atau zeolit yang teraktivasi basa lebih kuat sebagai absorbent dibanding lempung atau zeolit yang teraktivasi garam.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Lempung yang berasal dari desa Beka mempunyai kemampuan tertinggi di dalam menurunkan kadar nitrat, nitrit dan ammonia kemudian diikuti oleh lempung yang berasal dari desa Kalukubula dan Sibowi.
2. Kekuatan aktivator dalam meningkatkan adsorptivitas lempung sesuai urutan berikut: NaOH < NH₄Cl < HCl.
3. Lempung yang berasal dari Desa Beka yang teraktivasi HCl 0,1 M merupakan adsorben terbaik dalam menurunkan kadar ammonia, nitrat dan nitrit, yaitu sebesar 47.52%, 54.00% dan 58.89%.

IV. DAFTAR PUSTAKA

- Avisar, D., Primor, O. Gozlan, I., and Mamane, H., 2009. Sorption of Sulfonamides and Tetracycline to Montmorillonite Clay, *Water Air Soil Pollut.* DOI.10.1007/11270-009-0212-8.
- Bahri, S., Muhdarina, Nurhayati, dan Andiyani, F., 2012, Isoterma dan Termodinamika Adsorpsi Kation Cu²⁺ Fasa Berair pada Lempung Cengar Terpilar, *Jurnal Natur Indonesia*, **14**: 7-13.
- Jasmiyati, Sofia, A., dan Thamrin, 2010. Bioremediasi Limbah Cair Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme (EM₄), *Jurnal Lingkungan*, **2** (4): 148-158.
- Irmanto dan Suyata, 2007. Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu menggunakan Sistem Zeolit Teraktivasi dan Terimpregnasi TiO₂, *Molekul*, **2** (2): 44-52
- Irmanto dan Suyata, 2009. Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi, *Molekul*, **4** (2): 105 – 114.
- Nurhayati, H., 2010. Pemanfaatan Bentonit terAKTIVASI dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu, Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Owabor, C.N., Ono, U.M., and Isuekevbo, A., 2012. Enhanced Sorption of Naphthalene onto a Modified Clay Adsorbent: Effect of Acid, Base and Salt Modifications of Clay on Sorption Kinetics, *Advances in Chemical Engineering and Science*, **2**: 330-335.
- Salman, M., Athar, M., Shafique, U., Rehman, R., 2012. Removal of formaldehyde from aqueous solution by adsorption on kaolin and bentonite: a comparative study. *Turkish J. Eng. Env. Sci.* **36**: 263 – 270.
- Srinivasan, R., 2011. Advances in Application of Natural Clay and Its Composites in Removal of Biological, Organic, and Inorganic Contaminants from Drinking Water, *Advances in Materials Science and Engineering*, **2011**: 1-17.
- Suarya, 2010. Interkalasi Tetraetil Orthosilikat (Teos) Pada Lempung Teraktivasi Asam Sulfat dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Warna Limbah Garmen, Jurusan Kimia FMIPA Udayana, Bukit Jimbaran, Bali

- Sutiyani, S., Wignyanto, dan Sukardi, 2011. Pemanfaatan Limbah Cair (Whey) Industri Tahu Menjadi Nata de Soya dan Kecap Berdasarkan Perbandingan Nilai Ekonomi Produksi, *J. Tek. Pert.* **4** (1): 70 – 83.
- Taffarel, S. R. and Rubio, J. 2009. On the removal of Mn^{2+} ions by adsorption onto natural and activated Chilean zeolites. *Mineral Engineering*, **22**: 336-343.
- Wagiman, 2007. Identifikasi Potensi Produksi Biogas dari Limbah Cair Tahu dengan Reaktor Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB), *Bioteknologi* **4** (2): 41-45, Nopember 2007.
- Wanielista, M., Chang, N., 2008. Alternative Stormwater Sorption Media for the Control of Nutrients, Stormwater Management Academy University of Central Florida, Orlando.
- Widayat, dkk, 2010, Penyisihan Amoniak Dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Air Baku PDAM-IPA Bojong Renged Dengan Proses Biofiltrasi Menggunakan Media Plastik Tipe Sarang Tawon, JAI Vol 6. No. 1. Bandung.