

Pengaruh Waktu Aerasi terhadap peningkatan efisiensi penghilangan amonia di air lindi pada sistem ammonia stripper

Teguh Fahrianto¹, Muhammad Naswir²

E-mail : tfahrianto@gmail.com

¹) Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Jambi

²) Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Jambi

Abstract

Penggunaan sistem ammonia stripper sebagai pretreatment memberikan alternatif pengolahan air lindi untuk menurunkan konsentrasi amonia (NH₃). Ammonia Stripper adalah suatu menara/kolom yang umum digunakan untuk mengolah air lindi dengan konsentrasi amonia tinggi dengan mekanisme perpindahan massa yang melibatkan perpindahan zat terlarut melalui aksi fisik ketika air cair bersentuhan dengan udara bebas amonia. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi pengupasan udara termasuk konsentrasi amonia, suhu, pH, waktu kontak/waktu aerasi, karakteristik bahan yang mudah menguap, turbulensi dalam gas dan fase cair, Jenis bahan pengemas dan rasio luas permukaan terhadap volume (Haslina et al. 2021). Proses aerasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai amonia, karena dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air lindi selain itu berguna bagi mikroorganisme dalam pertumbuhannya serta meningkatkan kerja bakteri aerob dalam mendegradasi senyawa organik, dengan begitu aerasi menjadi salah satu penyebab menurunnya konsentrasi amonia (F. R. Sari et al., 2013). Dari hasil analisis, dapat diketahui bahwa lama waktu aerasi pada ammonia stripper selama 3 jam, 6 jam dan 12 jam sama-sama memberikan nilai tertinggi pada variabel persentase efisiensi Ammonia Stripper. Akan tetapi perlakuan dengan efisiensi penghilangan amonia paling tinggi adalah lama waktu aerasi selama 12 jam. Aerasi selama 12 jam memberikan pemenuhan suplai udara yang optimal pada ammonia stripper, sehingga transisi amonia fase cair menjadi ion amonium fase gas akan semakin cepat dan memberikan pengaruh pada penghilangan amonia di dalam air lindi. Namun apabila ditinjau dari efisiensi operasi ammonia stripper, penghilangan amonia dengan perlakuan waktu aerasi 12 jam tidak memberikan peningkatan yang signifikan jika dibandingkan perlakuan waktu aerasi 6 jam. Dengan waktu operasi lebih cepat 6 jam, variasi waktu 6 jam mampu memberikan efisiensi penghilangan amonia hingga lebih dari 90%.

Kata kunci : Air Lindi, Amonia, Ammonia Stripper, Waktu Aerasi

PENDAHULUAN

Tpa talang gulo dalam proses pengelolaan sampahnya menghasilkan limbah cair yang berupa air lindi dengan volume harian berkisar $\pm 250 \text{ m}^3/\text{hari}$. Air lindi merupakan limbah cair yang dihasilkan tumpukan sampah ketika air eksternal seperti air permukaan, air hujan atau air tanah dan sumber air lain berfiltrasi ke dalam tumpukan sampah, sehingga menghasilkan air yang mengandung unsur-unsur polutan terlarut.

Di dalam air lindi terkandung berbagai polutan yang sangat beragam, diantaranya adalah amonia (NH_3). Untuk mengolah air lindi yang dihasilkan kegiatan pengelolaan sampah, TPA Talang Gulo memiliki Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) dilengkapi dengan fasilitas denitrifikasi dan nitrifikasi yang berfungsi untuk menurunkan konsentrasi amonia (NH_3) air lindi sesuai baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan. Dari hasil pengujian yang dilakukan, diketahui konsentrasi amonia (NH_3) air lindi TPA Talang Gulo yaitu 2650 mg/L , sedangkan Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) TPA Talang Gulo didesain hanya mampu untuk mengolah air lindi dengan konsentrasi amonia air lindi maksimum sebesar 2000 mg/L .

Penggunaan sistem *ammonia stripper* sebagai *pretreatment* memberikan alternatif pengolahan air lindi untuk menurunkan konsentrasi amonia (NH_3). *Ammonia Stripper* adalah suatu menara/kolom yang umum digunakan untuk mengolah air lindi dengan konsentrasi amonia tinggi dengan mekanisme perpindahan massa yang melibatkan perpindahan zat terlarut melalui aksi fisik ketika air cair bersentuhan dengan udara bebas amonia. Senyawa organik yang mudah menguap akan dipisahkan dari larutan berair selama pengupasan udara dan kedua fase yang bersentuhan akan menjaga keseimbangan dalam kolom pengupasan udara. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi pengupasan udara termasuk konsentrasi amonia, suhu, pH, waktu kontak/waktu aerasi, karakteristik bahan yang mudah menguap, turbulensi dalam gas dan fase cair, Jenis bahan pengemas dan rasio luas permukaan terhadap volume (Haslina *et al.* 2021).

Proses aerasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai amonia, karena dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air lindi selain itu berguna bagi mikroorganisme dalam pertumbuhannya serta meningkatkan kerja bakteri aerob dalam mendegradasi senyawa organik, dengan begitu aerasi menjadi salah satu penyebab menurunnya konsentrasi amonia (F. R. Sari *et al.*, 2013). Untuk mengetahui pengaruh waktu aerasi terhadap peningkatan efisiensi penghilangan amonia di air lindi pada sistem *ammonia stripper*, kondisi operasi pH air lindi di *ammonia stripper* akan di jalankan pada pH 10 dengan 3 (tiga) variasi waktu aerasi yaitu waktu aerasi 3 jam, 6 jam, dan 12 jam. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu yang paling baik terhadap efisiensi *ammonia stripper* dalam menurunkan konsentrasi amonia pada air lindi.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada laboratorium TPA Talang Gulo yang berlokasi di Jl. Kebersihan RT 01 Kelurahan Talang Gulo Kecamatan Kotabaru Kota Jambi. Pengambilan sampel penelitian

berupa air lindi yang diperoleh pada kolam penampungan Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) TPA Talang Gulo menggunakan metode grab sampling sesuai dengan SNI 6989.59:2008 tentang metode pengambilan contoh air limbah. Pengambilan sampel air lindi IPL TPA Talang Gulo menggunakan sebuah jerigen plastik dengan volume sebesar 5 liter sebanyak 8 buah. Jerigen plastik yang telah disiapkan digunakan untuk menampungkan air lindi yang telah diambil menggunakan *well water sampler*. Kemudian jerigen air lindi akan disimpan dalam lemari pendingin untuk diawetkan.

Analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan analisis deskriptif untuk menggambarkan variabel yang digunakan. Kemudian analisis varian dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan tiga ulangan. Dari hasil pengujian, konsentrasi amonia pada air lindi sebelum dilakukan pemrosesan menggunakan *ammonia stripper* diketahui memiliki nilai sebesar 3920 mg/L. namun setelah dilakukan pemrosesan pada *ammonia* stripper terjadi penurunan konsentrasi yang signifikan bergantung dari variasi percobaan yang dilakukan.

Selanjutnya untuk mendapatkan persen penghilangan amonia, dilakukan perhitungan menggunakan persamaan *Overall Efficiency* berikut ini :

$$\eta = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \%$$

Keterangan : η = Overall Efficiency (%)
 C_o = Konsentrasi Awal (mg/L)
 C_e = Konsentrasi Akhir (mg/L)

HASIL DAN PEMBAHASAN HASIL

Dari hasil pengukuran nilai konsentrasi amonia air lindi setelah di proses menggunakan *ammonia stripper* di dapatkan nilai sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil pengujian konsentrasi amonia

Waktu	Ulangan			Rata	Satuan
	1	2	3	-rata	
Aerasi					
3 jam	1300	1300	1200	1267	
6 jam	170	110	90	123	mg/L
12 jam	144	76	32	84	

Dari hasil pengujian, konsentrasi amonia pada air lindi sebelum dilakukan pemrosesan menggunakan *ammonia stripper* diketahui memiliki nilai sebesar 3920 mg/L. namun setelah dilakukan pemrosesan pada *ammonia* stripper terjadi penurunan konsentrasi yang signifikan bergantung dari variasi percobaan yang dilakukan.

Selanjutnya untuk mendapatkan persen penghilangan amonia, dilakukan perhitungan menggunakan persamaan *Overall Efficiency* berikut ini :

$$\eta = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \%$$

Keterangan : η = Overall Efficiency (%)
 C_o = Konsentrasi Awal (mg/L)
 C_e = Konsentrasi Akhir (mg/L)

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan efisiensi *ammonia stripper* pada berbagai waktu aerasi.

Tabel 2. Efisiensi *ammonia stripper*

Waktu Aerasi	Efisiensi <i>ammonia stripper</i> , %
3 jam	67,7
6 jam	96,9
12 jam	97,9

Secara keseluruhan hasil perhitungan efisiensi *ammonia stripper* pada berbagai waktu aerasi menghasilkan nilai efisiensi yang berbeda, namun sebagian besar menunjukkan nilai efisiensi penghilangan yang semakin tinggi. Hal ini didasarkan pada semakin lama durasi waktu aerasi akan menimbulkan waktu kontak antara oksigen dan air didalam reaktor yang semakin besar pula. Reaksi kontak gelembung udara dengan air ini dapat disebut sebagai reaksi oksidasi. Dari semua variasi lama waktu aerasi, reaktor dengan waktu operasi pengolahan selama 12 jam dengan nilai rata-rata efisiensi *ammonia stripper* sebesar 95,86%.

Proses aerasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai amonia, karena dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air limbah selain itu berguna bagi mikroorganisme dalam pertumbuhannya serta meningkatkan kerja bakteri aerob dalam mendegradasi senyawa organik (F. R. Sari *et al.*, 2013) dengan begitu aerasi menjadi salah satu penyebab menurunnya konsentrasi amonia. Waktu aerasi yang lebih lama akan memastikan amonia mempunyai waktu yang cukup untuk menguap dan berpindah ke fase gas. Ketika kontak amonia dan udara (aerasi) tidak sempurna dapat mengakibatkan efisiensi pembuangan yang lebih rendah dan meninggalkan sisa amonia dalam air limbah yang diolah.

Dari hasil analisis, dapat diketahui bahwa lama waktu aerasi pada *ammonia stripper* selama 3 jam, 6 jam dan 12 jam sama-sama memberikan nilai tertinggi pada variabel persentase efisiensi *Ammonia Stripper*. Akan tetapi perlakuan dengan efisiensi penghilangan amonia paling tinggi adalah lama waktu aerasi selama 12 jam. Aerasi selama 12 jam memberikan pemenuhan suplai udara yang optimal pada *ammonia stripper*, sehingga transisi amonia fase cair menjadi ion amonium fase gas akan semakin cepat dan memberikan pengaruh pada penghilangan amonia di dalam air lindi.

Namun apabila ditinjau dari efisiensi operasi *ammonia stripper*, penghilangan amonia dengan perlakuan waktu aerasi 12 jam tidak memberikan peningkatan yang signifikan jika dibandingkan perlakuan waktu aerasi 6 jam. Dengan waktu operasi lebih cepat 6 jam, variasi waktu 6 jam mampu memberikan efisiensi penghilangan amonia hingga lebih dari 90%. Dari segi biaya, untuk operasional 1 unit aerator dalam 1 jam menghabiskan biaya sebesar Rp 33,8. Jika aerator dioperasikan sesuai variasi W3 biaya listrik operasional yang dikeluarkan sebesar Rp. 405, sedangkan jika aerator dioperasikan sesuai variasi waktu 6 aerasi jam memiliki biaya listrik sebesar Rp. 203. Apabila dilihat dari hasil yang telah di kemukakan di atas, lama waktu aerasi 6 jam memiliki lebih banyak keuntungan operasional dari segi penghematan waktu operasi dan biaya operasional. Maka ini dapat menjadi landasan untuk menentukan waktu aerasi yang optimum

dalam menentukan kondisi operasi *ammonia stripper* untuk menurunkan konsentrasi amonia di dalam air lindi.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa sistem *ammonia stripper* yang dijalankan dengan waktu aerasi yang paling lama mampu mempengaruhi tingkat efisiensi *ammonia stripper* dalam menurunkan konsentrasi amonia pada air lindi yang lebih baik. Dimana waktu aerasi selama 12 jam memberikan efisiensi penghilangan amonia pada air lindi hingga 97,9%. Namun jika melihat nilai efisiensi penghilangan amonia yang tidak jauh berbeda dari perlakuan waktu aerasi 6 jam dan 12 jam, dapat dinyatakan waktu aerasi 6 jam merupakan yang paling efisien karna memberikan keuntungan waktu pemrosesan air lindi di *ammonia stripper* yang lebih singkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adele, F, Zema DA, and Calabrò PS. 2020. "Environmental and Economic Sustainability of Swine Wastewater Treatments Using Ammonia Stripping and Anaerobic Digestion: A Short Review." *Sustainability (Switzerland)* 12.
- Değermenci, Gökçe Didar. 2022. "Air Stripping of Ammonia Using a Gas-Liquid Contactor: Effect of PH, Temperature, Airflow Rate, and Initial Ammonia Concentration." *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences* 28 (6): 863–68.
- Kinidi, Lennevey, Ivy Ai Wei Tan, Noraziah Binti Abdul Wahab, Khairul Fikri Bin Tamrin, Cirilo Nolasco Hipolito, and Shanti Faridah Salleh. 2018. "Recent Development in Ammonia Stripping Process for Industrial Wastewater Treatment." *International Journal of Chemical Engineering* 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/3181087>.
- Liu, Bianxia, Apostolos Giannis, Jiefeng Zhang, Victor W.C. Chang, and Jing Yuan Wang. 2015. "Air Stripping Process for Ammonia Recovery from Source-Separated Urine: Modeling and Optimization." *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 90 (12): 2208–17. <https://doi.org/10.1002/jctb.4535>.
- Patri, Moh. Yogi. 2019. "Penentuan Kadar Ammonia (NH₃) Pada Limbah Cair K-36 Dalam Rangka Pengendalian Pencemaran Lingkungan." *ALKIMIA : Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan* 2 (2): 32–36. <https://doi.org/10.19109/alkimia.v2i2.2998>.
- Patri, Moh. Yogi. 2019. "Penentuan Kadar Ammonia (NH₃) Pada Limbah Cair K-36 Dalam Rangka Pengendalian Pencemaran Lingkungan." *ALKIMIA : Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan* 2 (2): 32–36. <https://doi.org/10.19109/alkimia.v2i2.2998>.
- Saleh, Chairil, and Hendro Purnomo. 2014. "Analisis Efektifitas Instalasi Pengolahan Limbah Lindi Di Tpa Supit Urang Kota Malang." *Jurnal Teknik Pengairan* 5 (1): 103–9. <https://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/209/203>.