



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 4 Tahun 2025 Page 3535-3549

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Pemanfaatan Abu Terbang (FLY ASH ) sebagai Bahan Penyerap (Adsorbent ) Amonia di Limbah Cair PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang

Mauris Albari<sup>1✉</sup>, Abu Hasan<sup>2</sup>, Mustain<sup>3</sup>

Politeknik Negeri Sriwijaya

Email: [maurisalbari18@gmail.com](mailto:maurisalbari18@gmail.com)<sup>1✉</sup>

### Abstrak

Amonia merupakan senyawa anorganik yang banyak digunakan sebagai bahan baku dasar pupuk, apabila kadar amonia melebihi batas baku mutu dapat menyebabkan iritasi pada alat pernafasan. Selain itu, apabila terpapar ke lingkungan, dapat menyebabkan kerusakan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) sebagai Bahan Penyerap (Adsorbent) Amonia di Limbah Cair PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. Metode penelitian ini dengan melakukan observasi lapangan. Observasi lapangan dengan cara mengamati secara langsung objek yang di teliti. Hasil penelitian ini didapatkan hasil analisa bahwa abu terbang dapat mereduksi konsentrasi amonia sebesar 59,46% dari konsentrasi 477,448 mg/L menjadi 193,56 mg/L dengan waktu kontak selama 60 menit dan konsentrasi aktivator sebesar 0,5N

Kata Kunci: *Amonia, Adsorbent, Limbah, Abu Terbang*

### Abstract

Ammonia is an inorganic compound that is widely used as a basic raw material for fertilizers, if the ammonia level exceeds the quality standard limit, it can cause irritation to the respiratory tract. In addition, if exposed to the environment, it can cause damage. The purpose of this study is to determine the Utilization of Fly Ash as an Ammonia Adsorbent in PT. Sriwidjaja Palembang Fertilizer. This research method is by conducting field observations. Field observation by directly observing the object being studied. The results of this study were obtained from the analysis that fly ash can reduce ammonia concentration by 59.46% from a concentration of 477.448 mg/L to 193.56 mg/L with a contact time of 60 minutes and an activator condensation of 0.5N

Keywords: *Ammonia, Adsorbent, Waste, Flying Ash*

## PENDAHULUAN

Revitalisasi industri pupuk di Indonesia menjadi fokus utama sejalan dengan Instruksi Presiden No. 2 Tahun 2010, yang mendorong PT. Pupuk Indonesia Holding Company untuk melakukan inovasi dalam proses produksinya. Salah satu langkah strategis yang diambil adalah penggantian sumber bahan bakar dari gas bumi menjadi batubara pada Pabrik P - II, yang didirikan sejak tahun 1972. Dengan pembangunan Pabrik Pusri – IIB dan Pabrik STG – BB, perusahaan bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan bahan baku, yang diharapkan dapat mendukung keberlanjutan industri pupuk nasional.

Perubahan ini, meskipun menawarkan keuntungan ekonomi, juga membawa tantangan baru dalam pengelolaan limbah. Penggunaan batubara sebagai sumber energi utama menghasilkan limbah berupa abu terbang (fly ash) dan abu dasar (bottom ash), yang berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999, termasuk dalam kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) karena kandungan oksida logam berat. Namun, dengan terbitnya Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, abu terbang dan abu dasar dari sistem pembakaran pulverized kini diakui sebagai limbah non-B3, asalkan perusahaan memiliki Persetujuan Lingkungan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Kebijakan ini mendorong pemanfaatan limbah ini untuk meningkatkan nilai ekonomi dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Komponen yang terkandung dalam abu terbang bervariasi tergantung pada sumber batubara yang dibakar, tetapi semua abu terbang mengandung silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) dan kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) (Muhrodi, 2010). Pengolahan dan penyimpanan limbah abu terbang yang terbentuk memerlukan biaya yang besar, sehingga pemanfaatan abu terbang menjadi salah satu solusi yang bisa dilakukan. Saat ini, aplikasi dari abu terbang banyak diteliti baik sebagai bahan substitusi semen dalam pembuatan batako, sebagai filler di Pabrik Pupuk NPK, penimbun lahan bekas pertambangan, bahan baku keramik, bahan penggosok, filler aspal serta sebagai bahan penyerap (Nugraha dan Aditya, 2009).

Amonia merupakan senyawa anorganik yang banyak digunakan sebagai bahan baku dasar pupuk. Menurut Department of Health New York, apabila kadar amonia melebihi batas baku mutu dapat menyebabkan iritasi pada alat pernafasan, seperti bronchiolar dan alveolar edema. Selain itu, apabila terpapar ke lingkungan, dapat menyebabkan kerusakan ekosistem seperti semakin suburnya enceng gondok di sungai (eutrofikasi) dan penurunan kualitas lingkungan. Sejumlah metode telah dikembangkan untuk mengatasi limbah cair amonia, namun masing-masing memiliki keterbatasan, seperti produk sampingan berbahaya dan kebutuhan akan kondisi spesifik. Penelitian terkini menunjukkan bahwa abu

terbang dapat berfungsi efektif sebagai bahan penyerap amonia, dengan efisiensi yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti pH, waktu kontak, dan komposisi kimia.

Salah satu metode yang berpotensi untuk secara simultan mengatasi permasalahan limbah abu terbang dan limbah cair amonia adalah dengan memanfaatkan limbah abu terbang sebagai bahan penyerap (Fahriyah, 2009). Karena menurut penelitian (Zhao et al, 2015) abu terbang dapat menyerap amonia dengan beberapa faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi oleh abu terbang, yaitu pH pada saat pengkontakkan abu terbang dengan bahan yang akan diadsorpsi, lama kontak, rasio  $\text{SiO}^{-2}$ , senyawa volatile dan temperatur pembakaran batu bara.

Pada penelitian berikutnya yaitu pengurangan kadar amonia pada limbah cair PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang menggunakan bahan penyerap zeolite dari daerah Solok Sumatera Barat oleh Arrahim (2023) didapatkan banyak faktor yang mempengaruhi kondisi optimum penyerapan kadar amonia pada limbah cair diantaranya kondisi derajat keasaman sampel dan waktu kontak bahan penyerap ke sampel air limbah. Hasil pada penelitian tersebut didapatkan kondisi optimum penyerapan saat percobaan pada derajat keasaman 7 di sampel yang digunakan dan waktu kontak selama 60 menit, dengan kapasitas penyerapan sebesar 22,438 mg/g serta persentase penghilangan amonia sebesar 74,79%. Dengan menggunakan 2 permodelan isotherm adsorpsi didapatkan bahwa pada penelitian ini mengikuti model Isotherm Langmuir, hal ini berdasarkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) model Isotherm Langmuir adalah 0,9897 dimana lebih besar dari Isotherm Freundlich 0,9045.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pemanfaatan abu terbang dari Pabrik STG-BB PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang sebagai bahan penyerap amonia dalam limbah cair, dengan mempertimbangkan sifat fisik dan kimia abu terbang yang melimpah dan ekonomis. Melalui pengaturan kondisi eksperimen yang tepat, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengurangan kadar amonia dan mendukung inisiatif pemerintah dalam pemanfaatan limbah industri secara berkelanjutan.

## METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) Sebagai Bahan Penyerap (*Adsorbent*) Amonia ini dilaksanakan dari bulan Desember 2023 – Januari 2024, dimana Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Departemen Lingkungan Hidup PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang jalan Mayor Zen Kelurahan Sungai Selayur Palembang, serta air limbah amonia diperoleh dari proses produksi PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang.

## Perlakuan dan Perancangan

Pada penelitian ini, air limbah amonia akan dilakukan pengolahan melalui proses adsorpsi, yaitu proses dimana padatan yang berasal dari bahan abu terbang digunakan untuk mengikat amonia yang terkandung di dalam limbah cair PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. Eksperimen yang dilakukan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu preparasi bahan penyerap dan uji pengaruh konsentrasi aktivator (N) bahan penyerap yang digunakan. Sebelum dilakukan aktivasi, abu terbang terlebih dahulu di keringkan di dalam oven selama kurang lebih 24 jam untuk menghilangkan kadar moisture yang terkandung didalamnya. Setelah abu terbang telah dihilangkan kadar moisture nya, abu terbang tersebut direndam kedalam larutan HCl selama 1 hari dengan memvariasikan konsentrasi larutan HCl 0,3N dan 0,5N Abu terbang kemudian disaring dan kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 100 °C sekitar 1 jam. Lalu abu terbang yang dihasilkan disimpan di dalam desikator untuk digunakan dalam proses adsorpsi amonia dalam limbah cair PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. Uji pengaruh konsentrasi aktivator bahan penyerap dan lamanya waktu kontak dilakukan di dalam kolom adsorpsi sederhana ada temperatur ruang (25 °C). Sampel dari dalam tempat penyimpanan dipompakan ke kolom adsorpsi pada interval waktu kontak dan banyaknya bahan penyerap yang konstan. Kemudian filtratnya diukur dengan Spektrofotometer UV-VIS untuk mengetahui konsentrasi amonia yang masih tertinggal di dalam larutan tersebut.

## Prosedur Penelitian

### 1. Pembuatan Larutan HCl 1 N

Sebanyak 40,58 ml HCl 37,8% dipipet kemudian dimasukkan ke dalam gelas piala yang berukuran 500 ml demineralized water, lalu dilarutkan di homogenkan hingga di peroleh volume sebesar 500 ml.

### 2. Pembuatan Larutan HCl 0,3 N

Sebanyak 150 ml larutan HCl larutan induk dipipet, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur yang berukuran 500 ml dan ditambahkan demineralized water sampai tanda tera.

### 3. Pembuatan Larutan HCl 0,5 N

Sebanyak 250 ml larutan HCl larutan induk dipipet, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur yang berukuran 500 ml dan ditambahkan demineralized water sampai tanda tera.

### 4. Pengeringan Awal Abu Terbang

Sebanyak 1.000 gr abu terbang dimasukkan ke dalam nampan untuk dikeringkan di dalam oven dengan temperature 100 °C untuk di hilangkan kadar moisture nya. Setelah itu abu terbang dimasukkan ke dalam desikator dan siap digunakan.

#### 5. Aktivitas Abu Terbang dengan Larutan HCl

- Abu terbang yang telah siap digunakan diambil sebesar 500 gram untuk di kontakkan dengan larutan HCl yang berkonsentrasi 0,3N & 0,5N di dalam tempat penampung berukuran 500 ml.
- Mengaduk filtrat dengan menggunakan magnetic stirrer selama 10 menit dan didiamkan selama 1 jam.
- Residu abu terbang dicuci bersih menggunakan demineralized water hingga filtrat yang diperoleh netral dan bebas ion klorida. Kemudian residu disaring dan dikeringkan di dalam oven selama 15 menit pada temperatur 100 °C hingga berat abu terbang konstan.

#### 6. Proses Pengkontakkan Abu Terbang dengan Amonia di Limbah Cair PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang

- Mengontakkan sample dengan bahan penyerap yang telah diaktifasi dalam kolom adsorpsi sederhana dengan interval konsentrasi aktivator 0,1N dan 0,5N selama rentang waktu 60 menit pada masing masing berat bahan penyerap sebesar 500 gram.
- Mengambil filtrat setiap 10 menit sampai waktu 60 menit dan mengukur filtrat dengan Spektrofotometer UV-VIS untuk mengetahui konsentrasi kandungan amonia yang tersisa dalam larutan.

#### Prosedur Analisis

##### 1. Pembuatan Larutan Blanko dan Standar Amonia

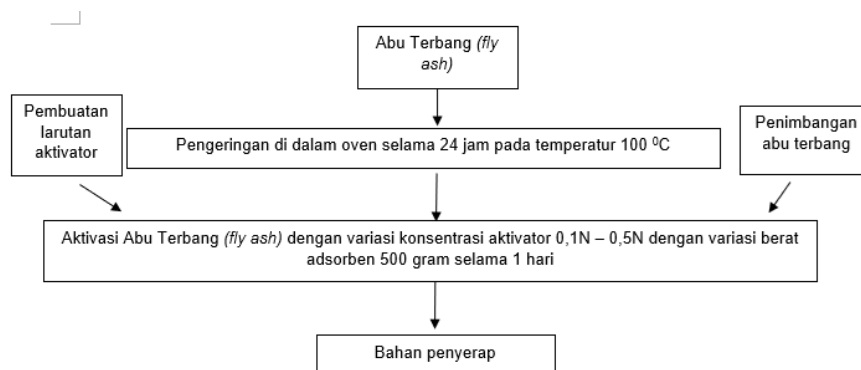
- Menyiapkan larutan induk  $\text{NH}_3\text{-N}$  1000 mg/l (dengan menimbang 3,82 gram  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dan larutkan dengan air demin hingga batas 1.000 ml dalam labu ukur 1.000 ml).
- Ambil 1 ml larutan tersebut, kemudian masukkan ke labu ukur 100 ml dan tambahkan demineralized water hingga batas 100 ml.
- Menyiapkan 6 buah labu ukur 50 ml yang sebelumnya telah diisi air demin.
- Memasukkan masing – masing 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml dan 5 ml larutan standar (10 mg/l) ke dalam labu ukur 50 ml yang telah disiapkan.
- Menambahkan 1 ml pereaksi Nessler ke dalam masing – masing labu ukur dan ditambahkan demineralized water hingga 50 ml. kemudian kocok hingga larutan homogen.
- Mengukur blanko dengan menggunakan alat Spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 460 nm.
- Mencatat nilai absorbansi dari setiap sampel tersebut, kemudian mencari faktor dan standarisasi amonia dengan menggunakan rumus :

$$\text{Faktor} = (1/(n \sum xy - \sum x \sum y) / (n \sum x^2 - (\sum x)^2))$$

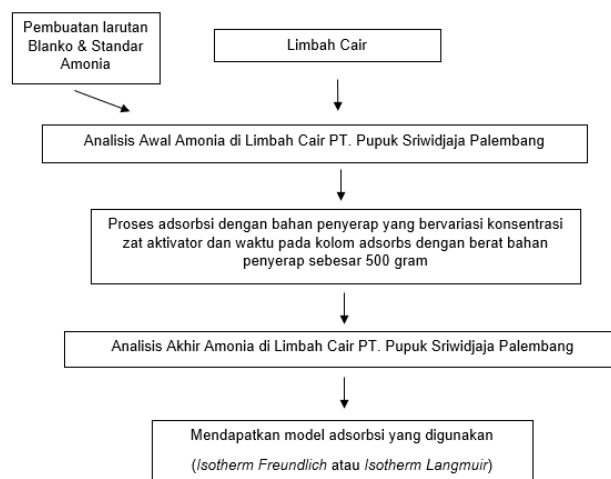
## 2. Proses Analisis Kadar Amonia

- Menyiapkan beberapa buah labu ukur 50 ml sebanyak jumlah sampel yang dianalisa dan sebelumnya telah diisi sedikit air demineralized water.
- Menambahkan 1 ml pereaksi Nessler ke dalam masing – masing labu ukur.
- Memipet masing – masing sampel ke dalam labu ukur.
- Menambahkan demineralized water sampai batas garis labu ukur 50 ml, kemudian kocok sampai homogen.
- Mengukur absorbansi pada Spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 460 nm, mencatat serta menghitung kadar amonia, dengan rumus :

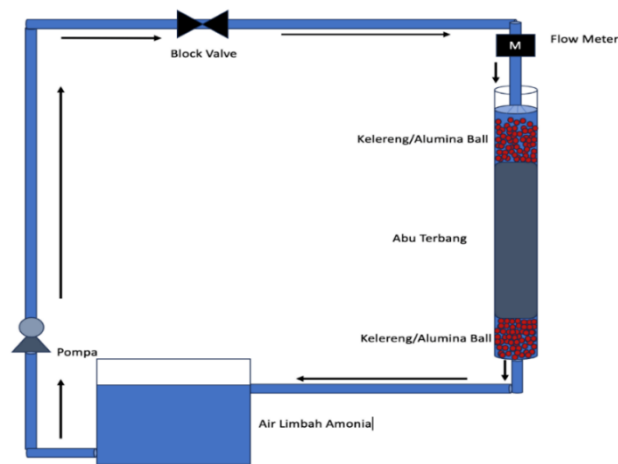
$$\text{Kadar NH}_3 = \frac{\text{Abs} \times F \times \text{pengenceran} \times 1000}{\text{Volume sampel}}$$



Gambar 1. Diagram Blok Metode Preparasi Bahan Penyerapan dari Abu Terbang (*fly ash*)



Gambar 2. Diagram Blok Analisa Pengecekan Model Adsorpsi Limbah Cair PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang Menggunakan Abu Terbang



Gambar 3. Sistem Kerja Penyerapan Kadar Amonia Pada Limbah Cair PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang Menggunakan Abu Terbang Pada Kolam Adsorpsi Sederhana Dengan Variasi Konsentrasi Zat Aktivator Dan Waktu Kontak Dengan Berat Bahan Penyerap 500 Gram

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Air limbah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari bak Kolam Limbah BP 5 PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang sebelum dibuang ke sungai musi, parameter yang diuji adalah kandungan amonia yang terkandung di dalam air limbah. Air limbah tersebut dimasukkan ke dalam alat mini kolom adsorpsi untuk dikontakkan dengan abu terbang yang sebelumnya telah di aktivasi dengan larutan HCl konsentrasi 0,3N dan 0,5N dengan laju 50 l/menit. Zat aktivator tersebut akan memasuki pori dan membuka permukaan karbon yang tertutup, dengan demikian pori – pori pada permukaan lebih mudah menyerap dan luas permukaan semakin besar meningkatkan daya serapnya (Pahlop,2013). Dari penelitian diperoleh hasil analisa konsentrasi amonia pada limbah cair PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang setelah dilakukan uji coba selama 1 jam dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Sebelum dan Setelah Uji coba

Volum e sampel (l)	pH Sampe l	Masa Bahan Penyera p (gr)	Waktu Konta k (Menit )	Konsentras i Aktivator HCl (N)	Konsentrasi Adsorbat (mg/l)		Kapasitas Adsorpsi(q ) (mg/g)	% Penyerapa n (%R)	
					Awal (Co)	Akhir (Ce)			
5	9,3	500	10	0,3	477,448	425,83	0,52	10,81	
			20			412,93		13,51	
			30			374,22		1,03	21,62
			40			348,41		1,09	27,03
			50			283,89		1,94	40,54
			60			245,18		2,32	48,65

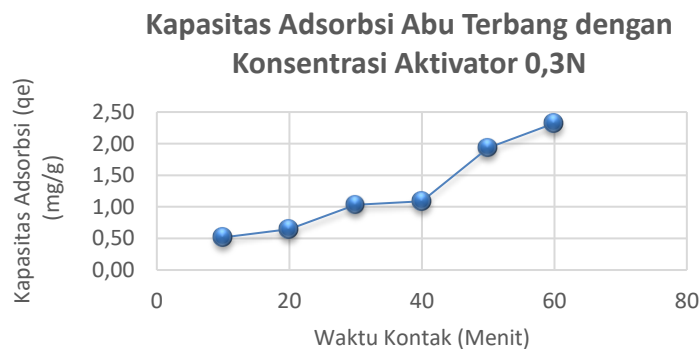
10	0,5	477,448	387,12	0,90	18,92
20			361,31	1,16	24,32
30			348,41	1,29	27,03
40			296,79	1,50	37,84
50			232,27	2,45	51,35
60			193,56	2,84	59,46

Sumber : *pH Meter dan Spectrophotometer UV-VIS* PT. Pusri Palembang (2024)

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa konsentrasi amonia limbah cair PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang setelah mengalami pengolahan dengan bahan penyerap abu terbang didapatkan hasil penurunan yang cukup signifikan.

#### 1. Pengaruh Konsentrasi Aktivator 0,3N Pada Abu Terbang Terhadap Adsorpsi Ammonia Pada Limbah Cair

Pada tabel 7 diatas didapatkan kapasitas adsorpsi dan % penyerapan kadar amonia oleh abu terbang yang telah diaktivasi dengan larutan HCl dengan konsentrasi 0,3N, maka dapat dibuat grafik seperti pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Kapasitas Adsorpsi Abu Terbang Menyerap Amonia dalam Air Limbah dengan Konsentrasi Aktivator 0,3N

Dari gambar 1 didapatkan kapasitas adsorpsi maksimum pada menit ke 60 sebesar 2,32 mg/g. Sedangkan lonjakan kapasitas adsorpsi tertinggi terjadi pada menit 40 ke 50 sebesar 0,85 mg/g. Hasil lonjakan ini tertinggi dibandingkan kapasitas pada adsorpsi pada rentang waktu lainnya, hal ini disebabkan pada menit tersebut air limbah yang melewati abu terbang dapat kontak lebih sempurna dengan permukaan abu terbang pada alat mini kolom adsorpsi. Sehingga, proses penyerapan kadar amonia bisa terjadi lebih baik.

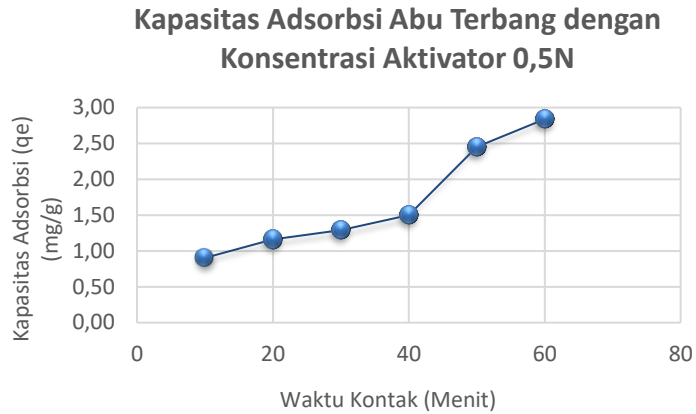


Gambar 2. Effisiensi Adsorpsi Abu Terbang Menyerap Amonia dalam Air Limbah dengan Konsentrasi Aktivator 0,3N

Dari gambar 2 diatas, didapat effisiensi adsorpsi tertinggi terjadi pada menit 60 sebesar 48,65% penyerapan amonia dari yang terkandung pada limbah cair PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. Adapun efisiensi adsorpsi tertinggi terjadi pada rentan waktu 40 ke menit 50 dengan nilai sebesar 13,51%. Hal ini juga identik dan berbanding lurus dengan nilai kapasitas adsorpsi abu terbang yang juga terjadi pada menit yang sama.

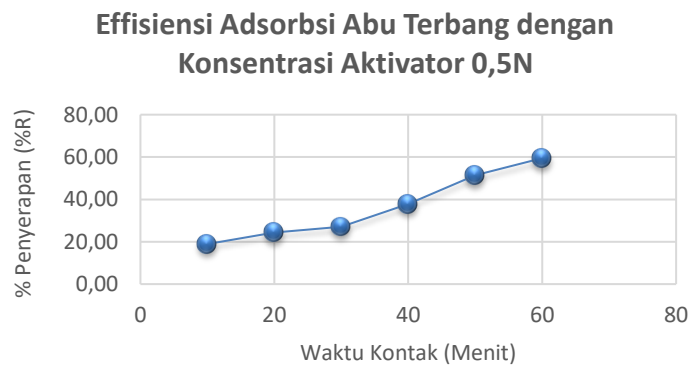
## 2. Pengaruh Konsentrasi Aktivator 0,5N Pada Abu Terbang Terhadap Adsorpsi Ammonia Pada Limbah Cair

Pada tabel 1 diatas didapatkan kapasitas adsorpsi dan % penyerapan kadar amonia oleh abu terbang yang telah diaktivasi dengan larutan HCl dengan konsentrasi 0,5N lebih tinggi dibandingkan dengan abu terbang yang telah diaktivasi dengan larutan HCl dengan konsentrasi 0,3N. Hal tersebut juga didukung oleh penelitian Nadila (2023) bahwa daya serap *adsorbent* pada ion-ion larutan akan semakin maksimal jika menggunakan konsentrasi aktivator lebih besar. Karena kotoran – kotoran yang menutupi permukaan *adsorbent* akan larut dalam larutan aktivator tersebut. Sehingga reaksi penyerapan ion *adsorbat* dengan abu terbang akan semakin tinggi. Berikut grafik kapasitas adsorpsi amonia oleh abu terbang dengan menggunakan larutan aktivator 0,5N seperti pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Kapasitas Adsorpsi Abu Terbang Menyerap Amonia dalam Air Limbah dengan Konsentrasi Aktivator 0,5N

Dari gambar diatas didapatkan hasil kapasitas adsorpsi maksimum pada alat kolom mini adsorpsi pada menit ke 60 sebesar 2,84 mg/g. Sedangkan lonjakan kapasitas adsorpsi tertinggi terjadi pada menit 40 ke 50 sebesar 0,95 mg/g. Hasil lonjakan ini tertinggi dibandingkan kapasitas pada adsorpsi pada rentang waktu lainnya, hal ini disebabkan pada menit tersebut air limbah yang melewati abu terbang dapat kontak lebih sempurna dengan permukaan abu terbang pada alat mini kolom adsorpsi. Sehingga, proses penyerapan kadar amonia bisa terjadi lebih baik.



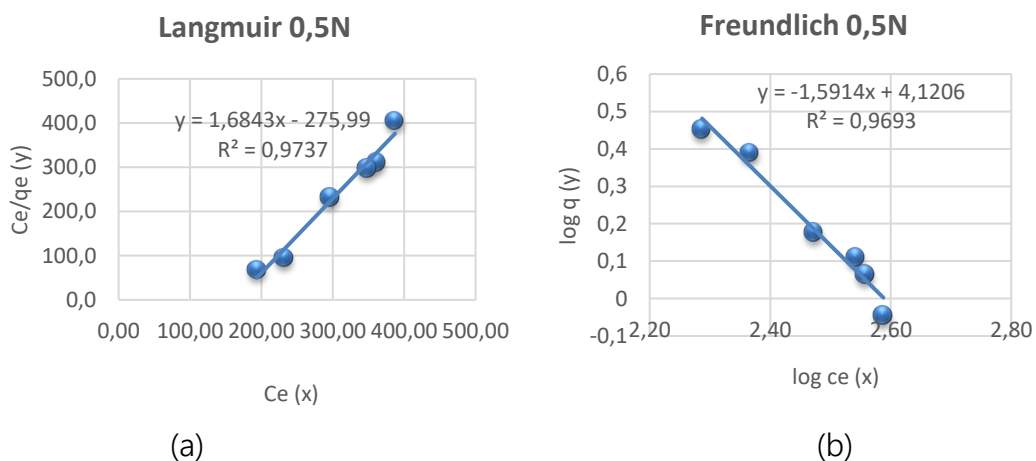
Gambar 4. Effisiensi Adsorpsi Abu Terbang Menyerap Amonia dalam Air Limbah dengan Konsentrasi Aktivator 0,5N

Dari gambar 4 diatas, didapat efisiensi adsorpsi tertinggi terjadi pada menit 60 sebesar 59,46% penyerapan amonia dari yang terkandung pada limbah cair PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. Adapun efisiensi adsorpsi tertinggi terjadi pada rentan waktu 40 ke menit 50 dengan nilai sebesar 13,51%. Hal ini juga identik dan berbanding lurus dengan nilai kapasitas adsorpsi abu terbang yang juga terjadi pada menit yang sama.

Hasil kapasitas dan efisiensi adsorpsi abu terbang dengan konsentrasi aktivator 0,5N dapat maksimal membersihkan permukaan pada *adsorbent*. Dengan aktivasi HCl dapat melarutkan atau bereaksi dengan komponen berupa tar, garam Ca dan Mg yang menutupi pori – pori adsorbent, sehingga dapat meningkatkan luas permukaan adsorbent (Tanjaya, 2006). Permukaan adsorbent yang telah bersih akan menyerap lebih banyak ion – ion amonia yang terkandung di dalam limbah cair. Sehingga kadar amonia yang terkandung didalam air bisa tereduksi sebesar 59,46% atau sebesar 283,89 mg/l oleh abu terbang yang telah diaktivasi menggunakan HCl 0,5N.

### 3. Permodelan Isotherm Adsorpsi Amonia oleh Abu Terbang

Dari percobaan diatas didapatkan kondisi yang paling maksimum dan efektif dalam mengurangi kadar amonia di dalam air limbah pada alat mini kolom *adsorpsi* dengan konsentrasi aktivator HCl sebesar 0,5N, dengan data tersebut digunakan untuk menentukan jenis lapisan adsorbat yang terbentuk pada permukaan adsorbent, mekanisme *adsorpsi* dan memberikan informasi tentang kapasitas *adsorpsi* maksimum pada percobaan yang telah dilakukan. Pada penelitian ini menggunakan dua permodelan isotherm adsorpsi yaitu *Isotherm Freundlich* dan *Isotherm Langmuir*. Persamaan linear *Isotherm Freundlich* didapatkan dengan cara memplot nilai log Ce dan log qe, sedangkan untuk model *Isotherm Langmuir* didapatkan dengan cara memplot nilai Ce dengan Ce/qe. Untuk menentukan model kinetika yang cocok dengan proses *adsorpsi* dipilih model *isotherm* yang nilai R<sup>2</sup> hampir mendekati satu.



Gambar 5. a) *Isotherm Langmuir*, b) *Isotherm Freundlich* Pada Penyerapan Amonia oleh Abu Terbang

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa proses adsorpsi amonia oleh abu terbang mengikuti permodelan *Isotherm Langmuir*. Hal ini berdasarkan nilai koefisien determinasi

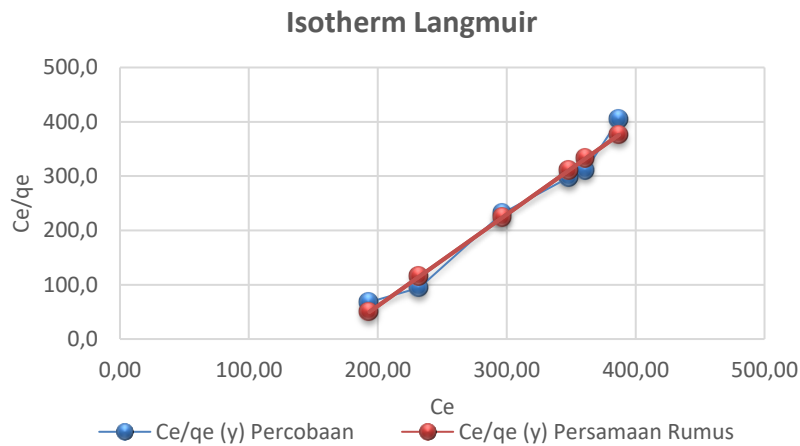
(R<sup>2</sup>) model *Isotherm Langmuir* adalah 0,9737 dimana nilai tersebut lebih besar dari *Isotherm Freundlich* 0,9693. Hal ini membuktikan bahwa abu terbang dan molekul amonia membentuk lapisan tunggal (*monolayer*) dan semua sisi aktif pada permukaan abu terbang memiliki kekuatan yang sama dalam menyerap amonia. Hasil ini juga relevan dengan yang didapatkan oleh penelitian Nadila (2023) bahwa *adsorbsi* ion ammonium mengikuti model *Isotherm Langmuir* dengan nilai R<sup>2</sup> 0,9897.

Dari hasil analisis model *Isotherm Langmuir*, dapat dijelaskan kelayakan proses *adsorbsi* menggunakan nilai faktor pemisahan (R<sub>L</sub>). *Adsorbsi irreversible* ketika R<sub>L</sub> = 0, *favorable* ketika 0 < R<sub>L</sub> < 1, *linear* ketika R<sub>L</sub> = 1 dan *unfavorable* ketika R<sub>L</sub> > 1. Nilai faktor pemisahan (R<sub>L</sub>) yang didapatkan pada penelitian ini sebesar 0,2555 hingga 0,4136 yang menunjukkan bahwa proses *adsorbsi* amonia oleh abu terbang yang cocok untuk menyerap amonia.

Tabel 2. Parameter *Isotherm Adsorbsi* Amonia Oleh Abu Terbang

Model Isotherm	Parameter	Nilai
Langmuir	qm (mg/g)	0,5937
	KL (L/mg)	0,0061
	RL	0,2555
	R2	0,9737
Freundlich	Kf ((mg/g) (L/mg) <sup>1/n</sup> )	13200,79
	1/n	-0,6284
	R2	0,9693

Dapat dilihat dari tabel 8 kapasitas *adsorbsi* maksimum (qm) menurut *Isotherm Langmuir* didaaptkan sebesar 0,5937 mg/L, Dimana nilai kapasitas *adsorbsi* maksimum menurut perhitungan *isotherm* tidak berbeda signifikan dengan nilai kapasitas adsorbsi maksimum secara eksperimental yang berada pada menit 40 – ke 50 sebesar 0,9500 mg/L. Hal tersebut dapat diasumsikan bahwa model isotherm Langmuir cocok pada proses *adsorbsi* amonia oleh abu terbang.



Gambar 6. Grafik perbandingan *Isotherm Langmuir* yang didapat pada penelitian dan persamaan

Dari grafik perbandingan data diatas didapatkan bahwa data *Isotherm Langmuir* hasil percobaan dan persamaan rumus tidak jauh berbeda.

#### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa abu terbang dapat mereduksi konsentrasi amonia sebesar 59,46% dengan waktu kontak selama 60 menit dan konsentrasi aktivator sebesar 0,5N. Sehingga dengan konsentrasi tersebut, beban pencemaran air limbah PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang berada dibawah konsentrasi batasan amonia
2. Dengan konsentrasi aktivator 0,5N dan waktu kontak selama 60 menit didapatkan hasil maksimal kapasitas dan efisiensi adsorpsi sebesar 2,84 mg/g, dengan lonjakan tertinggi pada menit ke 40 – 50 sebesar 0,95 mg/g dan efisiensi adsorpsi tertinggi sebesar 59,46%.
3. Permodelan Isotherm Adsorpsi yang didapatkan pada penelitian ini adalah Isotherm Langmuir dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,9737.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arrahim, Nadila. (2023). Penggunaan Zeolit Alam Sebagai Bahan Penyerap Amonia Pada Limbah Cair Industri PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. Laporan Penelitian PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang.
- Aydın Temel, F, et al. (2021). A Multilayer Perceptron Based Prediction of Ammonium Adsorption on Zeolite from Landfill Leachate: Batch and Column Studies. Taiwan : Journal of Hazardous Materials.
- Darmadi. (2014) . Pengolahan Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea Menggunakan Advanced Oxidation Process. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. 10 (1), 1.
- Derakhshan, Z, et al. (2013). Adsorption of Methylene Blue Dye. from. Aqueous Solutions by Modified Pumice Stone: Kinetics and Equilibrium Studies. Heal. Scope 2, 136–144.
- Fandi, S. N, et al. (2020). Pemanfaatan Limbah Fly Ash Sebagai Adsorben Logam Fe Pada Limbah Cair. Jurnal Aerasi. 2 (2).
- Kosim, H, et al. (2015). Pengurangan Kadar Amonia Dari Limbah Cair Pupuk Urea Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Adsorben Bentonit; Penelit. Sains. 17 (2), 66–71.
- Meidinariasty, Aneasri, Indah Purnamasari, Mustain Zamhari, Jekasyah Permadi, Nadia Zaky Fadillah, Sakinah Luthfiah dan Fadarina. (2020). Pengaruh Variasi Jenis Abu Boiler dan Konsentrasi HCl Terhadap Sifat Fisis Silika Gel Hasil Sintesis. Jurnal Kinetika, 11(03): 28-33.
- Mushtaq, M, et al. (2016). Eriobotrya Japonica Seed Biocomposite Efficiency for Copper Adsorption: Isotherms, Kinetics, Thermodynamic and Desorption Studies. J. Environ. Manag. 176. 21– 33.
- Nanda Rizki, Erwana Sari, Robert Junaidi. Pembuatan Silika Gel dari Fly Ash Sisa Pembakaran Batubara Sebagai Adsorben Zat Warna Methylene Blue: Jurnal Tambusai,. Vol 7 No. 3 2614-3097.
- Noviana, S.S.M. & Narimo. (2022). Kajian Persamaan Isoterm Langmuir dan Freundlich Pada Adsorpsi Logam Berat Fe (II) dengan Zeolit dan Karbon Aktif dari Biomassa. Jurnal Kimia dan Rekayasa. 2 (2).
- Nur, M. & Munawar, E. (2017). Recovery Air Buangan Condensate Pada Ammonia Plant PT PIM Dengan Teknologi Pengolahan Lanjutan. J. Rekayasa Kim. dan Lingkung. 12 (1), 8–14.

- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 85 Tahun 1999 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan dan Perlindungan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Shi, M, et al. (2022). Water and Green Ammonia Recovery from Anaerobic Digestion Effluent by Two-Stage Membrane Distillation. *J. Water Process Eng.* 49 (1).
- Shih, Y. J, et al. (2020). Loofah-Derived Activated Carbon Supported on Nickel Foam (AC/Ni) Electrodes for the Electro-Sorption of Ammonium Ion from Aqueous Solutions. *Chemosphere.* 242, 125259. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125259>.
- Tri Lestari, Yuliana. (2013). Pemanfaatan Limbah Abu Terbang (Fly Ash) Batubara Sebagai Adsorben Untuk Penentuan Kadar Gas No<sub>2</sub> di Udara. Universitas Jember.
- Wang, M et al. (2018). A Novel Mesoporous Zeolite-Activated Carbon Composite as an Effective Adsorbent for Removal of Ammonia-Nitrogen and Methylene Blue from Aqueous Solution. *Bioresour. Technol.* 726–732.
- Wang, X, et al. (2016). Using Natural Chinese Zeolite to Remove Ammonium from Rainfall Runoff Following Urea Fertilization of a Paddy Rice Field. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 23 (6), 5342–5351.
- Widiastuti, Maya. (2017). Pengaruh Variasi Massa Adsorben Abu Terbang (Fly Ash) Dalam Proses Adsorpsi Terhadap Konsentrasi Warna Pada Limbah Cair industri Tekstil. Laporan Penelitian PT. Nishinbo Indonesia.
- Zein, R, et al. (2019). Shell (*Corbicula 59 Moltkiana*) as a Biosorbent for Metanil Yellow Dyes Removal: PH and Equilibrium Model Evaluation. *J. Litbang Ind.* 15–22