



## **Analisis Kadar Amonia Bebas pada Pupuk Urea menggunakan Metode Autotitrator di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang**

Muhammad Rayhan<sup>1</sup>, Hasan Marzuki<sup>1</sup>, Leni Legasari<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah, Palembang

\*Corresponding author: [mrayhan1233@gmail.com](mailto:mrayhan1233@gmail.com)

### **Abstrak**

Telah dilakukan penelitian yang berjudul *Analisis Kadar Amonia Bebas pada Pupuk Urea menggunakan Metode Autotitrator di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar amonia bebas di pabrik pupuk urea yang berada di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang berdasarkan DL-Pusri-041.01. Dilakukan analisis kadar amonia bebas yang dilakukan menggunakan tiga sampel pabrik di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang yaitu pabrik IB, IIB, dan IVB dengan menggunakan metode autotitrator (titrasi otomatis). Berdasarkan hasil analisis tersebut, menunjukkan bahwa kadar rata-rata pabrik IB, IIB, dan IVB yaitu masing-masing sebesar 64,43 ppm; 63,45 ppm; 65,27 ppm. Dari hasil analisis tersebut, pupuk urea di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang masih memenuhi ambang batas DL-Pusri-041.01 yaitu 20-200 ppm.

**Keywords:** pupuk, urea, amonia, bebas, autotitrator.

## **1. PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar penduduknya bekerja di sektor pertanian, sebagai sebuah negara agraris, Indonesia memiliki sejarah panjang dalam memanfaatkan sektor pertanian sebagai sumber mata pencaharian utama. Meskipun (Gultom dan Harianto, 2022) menyebutkan bahwa sebagian besar penduduk Indonesia masih bergantung pada sektor pertanian dengan dukungan lahan yang luas, data Kementerian Pertanian (2020) menunjukkan adanya kontraksi luas lahan pertanian dari 29.353.138 Ha. Pada tahun 2017 menjadi 27.730.368 Ha di tahun berikutnya. Fenomena ini mengindikasikan adanya tekanan yang semakin besar pada lahan pertanian akibat, antara lain, pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dengan memiliki lahan yang cukup luas Hal ini dikarenakan luas lahan pertanian mengalami penurunan akibat pertumbuhan penduduk yang semakin pesat (Ayunita et. al., 2021).

Udara merupakan suatu komponen kehidupan terpenting dalam ekosistem untuk keberlangsungan kehidupan makhluk hidup (Kencanasari et al., 2020). Kualitas udara yang semakin memburuk akibat pesatnya industrialisasi dan urbanisasi telah menjadi ancaman serius bagi kesehatan dan kelangsungan hidup manusia serta lingkungan. Berbagai aktivitas manusia dan proses industri menghasilkan sejumlah besar polutan udara yang terlepas ke atmosfer. Polutan-polutan ini, seperti partikulat, gas beracun, dan senyawa organik volatil, mengganggu keseimbangan atmosfer dan menyebabkan berbagai dampak buruk, mulai dari masalah pernapasan hingga perubahan iklim. Polusi udara adalah hasil dari proses buangan yang dihasilkan oleh aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhannya seperti dari sektor transportasi dan produksi. Semakin meningkatnya jumlah penduduk dapat menyebabkan bertambahnya proses buangan dari sektor industri maupun transportasi yang dapat mencemari udara, sehingga zat pencemar akan meningkat dan akan berkorelasi dengan meningkatnya jumlah orang yang akan mengalami penyakit dan gangguan pernapasan yang diakibatkan oleh polusi udara (Rosyidah, 2016).

Pencemaran udara yang parah akibat emisi gas buang dari aktivitas pabrik telah menjadi ancaman serius bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Kondisi ini menuntut tindakan segera dan komprehensif. Salah satu langkah awal yang krusial adalah melakukan pemantauan ketat terhadap kadar gas berbahaya seperti amonia ( $\text{NH}_3$ ) di udara. mengingat potensi bahaya yang ditimbulkan oleh gas amonia ( $\text{NH}_3$ ) terhadap kesehatan dan lingkungan, pemantauan kadar gas ini sejak awal merupakan langkah yang tidak boleh diabaikan. Kegagalan dalam melakukan pemantauan secara

berkala dapat berakibat pada terjadinya pencemaran udara yang serius dan membahayakan kesehatan Masyarakat. Maka, mulailah dengan melakukan pemantauan kadar gas secara berkala menggunakan teknologi yang canggih dan pengawasan ketat terhadap proses pengendalian produksi yang efektif (Islam, 2021).

PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang adalah suatu Perusahaan yang bergerak dibidang industri manufaktur berupa pupuk urea, dalam pembuatan urea ini menggunakan bahan baku berupa Amonia dan CO<sub>2</sub>, yang dimana kedua bahan baku tersebut berasal dari unit ammonia. Gas ammonia adalah senyawa kimia yang ada di udara namun dapat menjadi ancaman bagi Kesehatan manusia jika, tingkat gas ammonia (NH<sub>3</sub>) diudara berlebih akan berdampak besar yang dapat merugikan manusia dan bumi sebagai tempat tinggal manusia. Peningkatan kadar gas amonia di udara dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan yang serius, mulai dari iritasi saluran pernapasan hingga penyakit yang lebih parah (Setiawan dan Ariandi, 2021).

Gas amonia adalah senyawa yang dihasilkan dari proses industri pupuk yang bersifat toksik dan dapat menyebabkan polutan udara yang sangat berbahaya bagi lingkungan sekitar industri. Limbah ammonia berasal dari sejumlah unit yang terdapat dalam plant urea yang ditampung dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pabrik produksi pupuk urea sudah banyak didirikan diberbagai daerah di Indonesia yang akan banyak menghasilkan limbah gas ammonia, diantaranya Pupuk Kujang di Karawang, Pupuk Iskandar Muda di Aceh, Pupuk Kaltim di Kalimantan Timur dan Pupuk Sriwidjaja di Palembang sehingga, membuat terjadi peningkatan produksi pupuk secara nasional berpotensi memperparah masalah pencemaran udara akibat emisi gas ammonia di berbagai daerah di Indonesia (Juliansyah Harahap et al., 2022).

Gas amonia adalah senyawa yang dihasilkan dari proses industri pupuk yang bersifat toksik dan dapat menyebabkan polutan udara yang sangat berbahaya bagi lingkungan sekitar industri. Limbah ammonia berasal dari sejumlah unit yang terdapat dalam *plant urea* yang ditampung dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pabrik produksi pupuk urea sudah banyak didirikan diberbagai daerah di Indonesia yang akan banyak menghasilkan limbah gas ammonia, diantaranya Pupuk Kujang di Karawang, Pupuk Iskandar Muda di Aceh, Pupuk Kaltim di Kalimantan Timur dan Pupuk Sriwidjaja di Palembang sehingga, membuat terjadi peningkatan produksi pupuk secara nasional berpotensi memperparah masalah pencemaran udara akibat emisi gas ammonia di berbagai daerah di Indonesia (Juliansyah Harahap et al., 2022).

Pupuk merupakan suatu bahan yang memiliki sifat anorganik maupun organic, jika ditambahkan ke dalam tanah dan tanaman maka dapat menambah unsur hara dan dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, kesuburan tanah dan biologi tanah (N. Fitriani, 2012). Pupuk terbagi menjadi dua yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik merupakan pupuk alam yang berasal dari hasil proses alami penguraian sisa-sisa makhluk hidup seperti manusia, hewan, dan tumbuhan. Contoh nyata ini adalah pupuk organik berupa pupuk kompos, yang dihasilkan dari pengomposan berbagai bahan organik, serta pupuk kandang yang berasal dari kotoran hewan ternak. (Hanifah dan Asfi, 2020). Sedangkan pupuk anorganik merupakan pupuk yang mengandung unsur Nitrogen dan paling sering ditemukan di pupuk urea. Di antara berbagai jenis pupuk anorganik, urea adalah yang paling umum digunakan karena kandungan nitrogennya yang tinggi. Unsur nitrogen ini sangat krusial bagi pertumbuhan tanaman, berbeda dengan pupuk fosfat yang lebih berperan dalam pembentukan akar dan bunga. Nitrogen merupakan komponen utama dalam pembentukan protein dan klorofil, yang sangat dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif dan produksi hasil (Siburian et al., 2016).

Pupuk urea merupakan pupuk hasil buatan dari persenyawaan amonia (NH<sub>3</sub>) dengan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan memiliki rumus kimia yaitu CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> (Arani et al., 2015). Pupuk urea mudah larut dalam air dan menguap ke udara sehingga pupuk nitrogen merupakan pupuk yang efisiensinya rendah. sebagian besar nitrogen yang terkandung di dalamnya dapat terbawa dan hilang ke dalam tanah atau menguap ke udara (Achmad dan

Susetyo, 2014). Proses penguapan ini semakin diperparah oleh sifat urea yang mudah berubah menjadi gas amonia dalam kondisi tertentu, yang mengakibatkan hilangnya unsur nitrogen yang sangat dibutuhkan oleh tanaman embentukan urea sendiri merupakan hasil dari reaksi kimia antara amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Kedua senyawa ini bereaksi membentuk amonium karbamat ( $\text{NH}_4\text{OCONH}_2$ ) sebagai senyawa antara. Selanjutnya, amonium karbamat ini akan mengalami dekomposisi menjadi urea dan air. Berikut ini merupakan reaksi pembentukan urea :



Pupuk urea mempunyai kandungan Nitrogen sebesar 46% dan memiliki sifat higroskopis (mudah mengikat air) karena pupuk urea ini mampu mengikat air dari udara pada kelembapan 73%, sehingga pupuk ini mudah larut dalam air dan mudah terserap oleh tanaman (T. Fitriani, 2019). Pupuk urea yang belum sepenuhnya bereaksi dengan karbon dioksida selama proses produksinya akan menghasilkan senyawa amonia dalam bentuk bebas, yang secara kimiawi dinyatakan sebagai  $\text{NH}_3\text{-N}$  yang Keberadaan amonia bebas ini dapat mempengaruhi kualitas pupuk urea dan memiliki implikasi terhadap penggunaannya, terutama terkait dengan potensi kehilangan nitrogen melalui penguapan.

Amonia bebas merupakan molekul amonia yang tidak terikat dalam struktur kristal urea dan masih memiliki sifat-sifat kimia amonia yang khas. Keberadaan amonia bebas dalam pupuk urea dapat mempengaruhi kualitas dan efisiensi pupuk tersebut. Karena, amonia bebas memiliki sifat volatile yang cenderung menguap ke udara, sehingga mengurangi kandungan nitrogen yang sebenarnya dapat diserap oleh tanaman. Selain itu, amonia bebas juga dapat merusak struktur butiran pupuk, membuatnya lebih mudah menggumpal dan mengurangi daya sebarannya. Amonia bebas yang tidak berikatan langsung dengan urea tetapi melekat pada butirannya. Kadar amonia bebas sangat tergantung pada saat proses produksi pupuk urea, jika kandungan amonia dalam keadaan bebas maka proses reaksi yang berlangsung kurang bagus, yaitu banyak amonia yang tidak bereaksi sempurna dan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran udara dan lingkungan terutama terhadap tanaman karena pengaruh gas amonia yang menguap (Patri, 2019).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu neraca analitik, gelas kimia 500 mL, magnetic stirrer, spatula, botol semprot dan Autotitrator GT 200 BRT. Bahan yang digunakan yaitu sampel pupuk urea, air demin (aquades), larutan HCl (asam klorida) dan asam borat  $\text{H}_3\text{BO}_3$

### 2.2 Prosedur Kerja

#### 2.2.1 Standarisasi $\text{H}_2\text{SO}_4$ 0,02 N

Timbang  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  ditimbang sebanyak 0,05 gram secara cermat menggunakan neraca analitik, kemudian sampel  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  dilarutkan dengan air demin sebanyak 200 mL, Lalu dititrisasi dengan alat *Autotitrator GT 200 BRT*. Berikut ini merupakan rumus standarisasi HCl yaitu sebagai berikut :

$$N \text{ HCl} = \frac{Cd \text{ (ppm)} + Cs \text{ (ppm)}}{2}$$

Keterangan :

N HCl = Konsentrasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Cs = Konsentrasi sampel simple

Cd = Konsentrasi sampel duplo

#### 2.2.2 Pengujian Kadar Amonia Bebas pada Pupuk Urea

Sebanyak 20 gr sampel urea ditimbang dengan cermat menggunakan neraca analitik. Sampel urea tersebut kemudian dipindahkan secara kuantitatif ke dalam gelas kimia berukuran 250 mL. Setelah itu, 100 mililiter aquades ditambahkan ke dalam gelas kimia yang berisi sampel urea. Selanjutnya, larutan sampel tersebut dititrisasi dengan larutan asam klorida (HCl) 0,02 N menggunakan *autotitrator GT 200 BRT*. Titrisasi dilakukan secara kontinu hingga terjadi perubahan warna indikator dari hijau menjadi kebiru-biruan, yang menandakan titik akhir titrasi telah tercapai.

### 2.2.3 Perhitungan Kadar Amonia Bebas

Sampel yang telah terjadi perubahan warna yang menunjukkan titik akhir titrasi kemudian dianalisis lebih lanjut melalui perhitungan stoikiometri. Kadar amonia bebas dalam pupuk urea dapat diketahui dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kadar Amonia Bebas (ppm)} = \frac{V \times N \times 17 \times 1000}{S}$$

Keterangan

V = Volume HCl 0,02 N (mL)

N = Normalitas HCl 0,02 N

17 = Mr NH<sub>3</sub>

S = Berat Sampel (gram)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

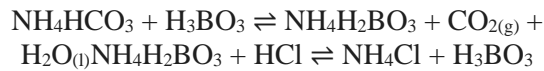
Pada penelitian ini dilakukan analisis kadar amonia bebas pada pupuk urea di PT.Pupuk Sriwidjaja Palembang. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Produk (LPP) dengan menggunakan metode acuan sesuai dengan DL-Pusri-041.01. Analisis kadar amonia bebas ini bertujuan untuk menentukan kandungan amonia bebas yang masih terdapat dalam sampel pupuk urea. Kandungan ammonia bebas dalam pupuk urea perlu dikontrol karena dapat mempengaruhi kualitas produk dan berpotensi menyebabkan kerusakan lingkungan. Berdasarkan hasil uji analisis kadar ammonia bebas di Laboratorium Pengujian Produk PT. Pupuk Sriwidjaja didapatkan data hasil yang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Analisis Kadar Amonia Bebas

No	Pupuk	Hasil		Rata-rata Kadar amonia bebas (ppm)
		Simplo	Duplo	
1.	PIB	64,46	64,40	64,43
2.	PIIIB	63,76	63,15	63,45
3.	PIVB	65,67	64,87	65,27

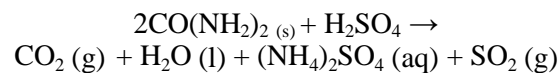
Analisis kadar amonia bebas dalam sampel dilakukan dengan metode titrasi otomatis menggunakan alat *AUTO TITRATOR GT 200 BRT*. Alat ini mampu menjalankan seluruh tahapan titrasi secara mandiri, mulai dari penambahan titran secara bertahap, deteksi titik ekuivalen, hingga perhitungan hasil akhir. Proses titrasi ini dikendalikan oleh sebuah mikroprosesor yang terintegrasi dalam alat, sehingga memastikan akurasi dan presisi hasil yang diperoleh (Pribadi, 2012). Autotitrator secara otomatis menambahkan larutan titran ke dalam larutan sampel hingga mencapai titik akhir titrasi. Titrasi otomatis dapat mengalirkan titran yang lebih banyak dibandingkan dengan titrasi manual. Perbedaan volume titran ini dapat mempengaruhi volume titrat yang lebih sedikit untuk hasil yang sama pada perhitungan. Hal tersebut terjadi karena semakin sedikit titrat yang digunakan maka titran yang dibutuhkan untuk mencapai titik akhir titrasi akan semakin cepat sehingga jarak pada fase kritis mendekati titik ekuivalen semakin sempit sehingga, menyebabkan sensitivitas larutan akan semakin tinggi terhadap perubahan pH (Indrajaya et al., 2021).

Dalam proses ini, amonia bebas yang terdapat dalam urea akan bereaksi secara kimiawi dengan asam borat. Reaksi ini menghasilkan suatu senyawa kompleks yang dikenal sebagai asam amonium. Kompleks asam amonium yang terbentuk kemudian akan dititrasi dengan menggunakan larutan standar asam klorida (HCl). Titik akhir dari proses titrasi ini akan terdeteksi secara otomatis oleh sensor pH yang terintegrasi pada alat autotitrator. Hasil analisis kuantitatif dari proses titrasi ini akan ditampilkan pada monitor autotitrator. Informasi yang ditampilkan meliputi konsentrasi amonia bebas yang dinyatakan dalam satuan parts per million (ppm), volume larutan HCl yang digunakan sebagai titran selama proses titrasi, serta nilai pH larutan pada saat titik akhir titrasi tercapai. Reaksi yang terjadi :

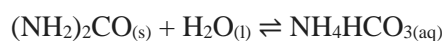


Setelah amonia diubah menjadi amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), senyawa ini tidak serta-merta siap diserap oleh tanaman. Melalui aksi bakteri nitrifikasi, amonium mengalami transformasi lebih lanjut. Bakteri Nitrosomonas, sebagai inisiator proses, mengubah amonium menjadi nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ). Hasil dari tahap pertama ini kemudian diolah lebih lanjut oleh bakteri Nitrobacter yang mengubah nitrit menjadi nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Nitrat, bentuk nitrogen yang paling stabil dan mudah diserap oleh akar tanaman, menjadi sumber nitrogen utama bagi kehidupan tumbuhan (Sholikah dan Wikandari, 2013).

Analisis kadar nitrogen total diawali dengan proses penimbangan 0,5 gr sampel urea lalu, dimasukkan ke dalam labu kjeldahl. Selanjutnya dilakukan proses destruksi selama 4 jam dan suhu  $300^\circ\text{C}$  pada sampel yang bertujuan penguraian senyawa kompleks urea menjadi unsur yang lebih sederhana. Jenis destruksi yang digunakan dengan penambahan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, hal ini bertujuan sebagai penguat nitrogen dan menguraikan unsur unsurnya (Yusmayani, 2019). Proses ini dilakukan dengan pemanasan untuk mempercepat proses penguraian oleh  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang ditandai dengan larutan telah terlarut sempurna dan jernih dengan reaksi sebagai berikut:



Pada tahap awal analisis, masing-masing sampel urea yang berasal dari pabrik IB, IIIB, dan IVB dengan berat 20 gr secara cermat ditimbang menggunakan neraca analitik. Timbangan analitik dipilih karena tingkat ketelitiannya tinggi, sehingga dapat menghasilkan data yang akurat untuk perbandingan kadar urea antar pabrik. Selanjutnya, setiap sampel urea yang telah ditimbang dipindahkan ke dalam gelas kimia bervolume 500 mL. Untuk mempercepat proses pelarutan dan memastikan homogenitas larutan, pada setiap gelas kimia dilengkapi dengan magnetic stirrer. Kemudian, 200 mL *aquadest* ditambahkan secara perlahan ke dalam setiap gelas kimia sambil terus diaduk menggunakan magnetic stirrer. Penambahan aquades ini bertujuan untuk melarutkan seluruh partikel urea secara sempurna sehingga diperoleh larutan yang homogen dan transparan. Larutan standar yang dihasilkan ini memiliki konsentrasi yang diketahui secara pasti dan siap digunakan sebagai acuan dalam analisis kuantitatif selanjutnya untuk menentukan kadar urea dalam sampel. Reaksi yang terjadi adalah:



Pada tahap titrasi otomatis, gelas kimia yang berisi sampel uji ditempatkan secara presisi di bawah elektroda pH yang terpasang pada alat autotitrator. Elektroda pH kemudian secara hati-hati dimasukkan ke dalam larutan sampel hingga seluruh bagian sensitif elektroda benar-benar terendam. Posisi dan kedalaman pencelupan elektroda ini sangat krusial untuk memastikan akurasi pengukuran pH. Kontak yang baik antara elektroda dan larutan sampel akan meminimalisir kesalahan pembacaan pH akibat adanya gelembung udara atau partikel padat yang menempel pada elektroda. Selain itu, pencelupan yang sempurna juga berfungsi mencegah kontaminasi elektroda oleh udara luar dan memastikan pengadukan larutan yang merata selama proses titrasi dan tunggu selama 5-10 menit hingga mencapai titik akhir titrasi yang telah ditentukan sebelumnya.

Pada alat autotitrator ini terdiri dari buret elektronik, pompa, sensor pH, elektroda pH, larutan standardan larutan titran. Buret elektronik berfungsi untuk menampung dan menambahkan larutan titran ke dalam larutan sampel. Pompa berfungsi untuk mengontrol aliran larutan titran. Sensor pH digunakan untuk mendeteksi titik akhir titrasi. Elektroda pH digunakan untuk mengukur pH larutan selama titrasi. Larutan standar digunakan untuk mengkalibrasi autotitrator. Larutan titran yang digunakan asam klorida ( $\text{HCl}$ ) ditambahkan untuk mencapai titik akhir titrasi.

Setelah proses titrasi selesai dilakukan, akan diperoleh beberapa data penting, yaitu kadar amonia bebas yang dinyatakan dalam satuan parts per million (ppm). Selain itu, volume titran yang telah digunakan selama proses titrasi juga akan tercatat. Data lain yang tak kalah penting adalah nilai pH larutan pada titik akhir titrasi. Nilai pH ini memberikan indikasi mengenai tingkat keasaman atau kebasaaan larutan setelah seluruh reaksi titrasi berlangsung.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan terhadap sampel urea dari ketiga pabrik (IB, IIIB, dan IVB), tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada kadar amonia bebas. Rata-rata kadar amonia bebas yang diperoleh masing-masing adalah 64,43 ppm untuk pabrik IB, 63,45 ppm untuk pabrik IIIB, dan 65,27 ppm untuk pabrik IVB. Hasil ini menunjukkan bahwa ketiga pabrik tersebut menghasilkan produk urea dengan kadar amonia bebas yang relatif sama dan berada dalam rentang baku mutu yang ditetapkan oleh PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang, yaitu 20-200 ppm. Temuan ini mengindikasikan bahwa proses produksi urea di ketiga pabrik tersebut berjalan dengan baik dan konsisten dalam hal pengendalian kadar amonia bebas.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan untuk mengetahui kadar amonia bebas dalam pupuk urea di PT.Pupuk Sriwidjaja Palembang dengan menggunakan metode autotitrator memiliki kadar rata-rata dari pabrik IB, IIIB, dan IVB masing-masing sebesar 64,43 ppm ; 63,45 ppm ; dan 65,27 ppm, maka dapat disimpulkan bahwa kadar amonia bebas dipupuk urea masih memenuhi ambang batas yang sesuai dengan metode acuan DL-Pusri-041.01 yaitu 20-200 ppm.

#### REFERENSI

- Achmad, S. R., dan Susetyo, I. 2014. Pengaruh Proses Pencampuran dan Cara Aplikasi Pupuk Terhadap Kehilangan Unsur N. *Warta Perkaratan*, 33(1), 29. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v33i1.47>
- Arani, S. A., Hernosa, S. P., dan Manurung, D. A. 2015. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Urin Sapi Dan Urea Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi. *Jurnal Agroplasma (STIPER) Labuhanbatu*, 2(1), 1–23.
- Fitriani, N. 2012. *Pengaruh Waktu Pemberian Pupuk Kandang terhadap Hasil Terung Gelatik (Solanum melongena l)*. Politeknik Negeri Lampung.
- Fitriani, T. 2019. Peningkatan efisiensi pupuk n dengan penambahan ekstrak Kompos pada tanaman kailan (*Brassica oleracea L.*) Budidaya Hidroponik Sistem WICK. In *Ayoan*.
- Hanifah, dan Asfi. 2020. *Mengenal 15 Jenis Pupuk Anorganik*. November.
- Indrajaya, I. N. R., Irfansyah, A. N., dan Pirngadi, H. 2021. Titrator Otomatis untuk Mengukur Kadar Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) pada Batu Kapur. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.67249>
- Islam, F. 2021. *Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan*. In Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana.
- Harahap, J., Zuhra, M., Yahya, H. dan Lubis, S.S., 2022. Penyisihan Kadar Amonia ( $\text{NH}_3$ ) dengan Menggunakan Metode *Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)* Sederhana pada Limbah Industri Pupuk Urea. *Kenanga Journal of Biological Sciences and Applied Biology*, 2(2), 42–51. <https://doi.org/10.22373/kenanga.v2i2.2397>
- Kencanasari, R. . V., Surahman, U., Permana, A. Y., dan Nugraha, H. D. 2020. Kondisi Kualitas Udara di Dalam Ruangan Pemukiman Nonkumuh Kota Bandung. *Jurnal Arsitektur Zonasi*, 3(3), 235–245.
- Patri, M. Y. 2019. Penentuan Kadar Ammonia ( $\text{NH}_3$ ) 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>
- Pribadi, D. 2012. Desain Titrator Otomatis Menggunakan Pompa Akuarium. In *Universitas Nusantara PGRI Kediri 01*.
- Rosyidah, M. 2016. Polusi Udara dan Kesehatan Pernafasan. *Integrasi : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 1(2), 1–5.

- Setiawan, M. A., dan Ariandi, M. 2021. Penerapan *Business Intelligence* untuk Memonitoring Kadar Amonia pada PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. *Bina Darma Conference on Computer Science*, 1059–1064.
- Siburian, I. S., Suntari, R., dan Prijono, S. 2016. Pengaruh Aplikasi Urea dan Pupuk Organik Cair (Urin Sapi dan Teh Kompos Sampah) terhadap Serapan N serta Produksi Sawi pada Entisol. (*JTSL*) *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 3(1), 303–310.