

Recovery Fosfat Pada Hasil Ekstraksi Dolomit Sebagai Mineral *Struvite* Dengan Metode Aerasi

(Phosphate Recovery from Results of Dolomite Extraction as *Struvite* Mineral Using Aeration Method)

Ra Niyatul Falah¹, Maria Rizky Fauziah¹, Luluk Edahwati^{2*}

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur Jalan Raya Rungkut Madya Gununganyar Surabaya, Kode Pos 60294, Indonesia

² Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur Jalan Raya Rungkut Madya Gununganyar Surabaya, Kode Pos 60294, Indonesia

Inti Sari

Sisa cadangan fosfat yang dapat diakses dari mineral fosfat diperkirakan akan habis dalam 50 tahun, jika pertumbuhan permintaan pupuk tetap 3% per tahun. Mengurangi penggunaan fosfat secara berlebihan, akan membantu cadangan fosfat bertahan lebih lama. Adapun alternatif untuk menghemat cadangan fosfat adalah dengan *recovery* fosfat, yang memiliki keuntungan tambahan untuk meminimalkan eutrofikasi. *Struvite* merupakan *recovery* mineral fosfat yang optimal dan berfungsi sebagai pupuk lepas lambat. Pembuatan *struvite* pada penelitian ini dilakukan dengan mereaksikan hasil ekstraksi dolomit ($Mg_3(PO_4)_2$) dan Amonium Hidroksida (NH_4OH). Digunakan variasi rasio MAP sebesar 1:1:1, 1,5:1:1, 2:1:1, 2,5:1:1 dan 3:1:1. Melakukan penambahan Natrium Hidroksida (NaOH) guna mendapatkan pH yang bervariasi yaitu 7, 8, 9, 10 dan 11. Pada *recovery* fosfat digunakan metode aerasi, dengan laju alir udara sebesar 1 liter per menit. Aerasi dibutuhkan untuk proses pengadukan pada larutan. Penelitian ini menggunakan pengujian yaitu uji X-ray Fluorescence (XRF), sehingga diperoleh kandungan mineral fosfat ter tinggi dalam pembentukan *struvite*. *Recovery* fosfat tertinggi diperoleh pada rasio MAP sebesar 2,5 : 1 : 1 dengan pH yaitu 9. Hasil *recovery* fosfat yang diperoleh sebesar 84,3% , dan menurut SNI 02-3776-2005 kandungan P pada pupuk *struvite* yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki tingkat mutu yang baik.

Kata Kunci: *Recovery* fosfat; *Struvite*; Dolomit; Aerasi

Key Words : *Phosphate recovery*; *Struvite*; *Dolomite*; *Aeration*

Abstract

If the growth demand of fertilizer is constant at 3% per year, the remaining accessible phosphate reserves from phosphate minerals will run out in about 50 years. The simplest way to help it last longer is by reducing the use of phosphate. However, there is an alternative for saving phosphate reserves, by recovering phosphate which has another advantage of eutrophication. *Struvite* is an optimal mineral phosphate recovery and works

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :

jcpe@umi.ac.id

*Corresponding Author

lulukedahwati@gmail.com



Journal History

Paper received : 16 Maret 2022

Received in revised : 25 April 2022

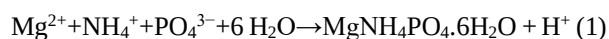
Accepted : 28 Mei 2022

as a slow release fertilizer. The manufacture of struvite in this study was carried out by reacting the extraction results of dolomite ($Mg_3(PO_4)_2$) and Ammonium Hydroxide (NH_4OH). The MAP ratio variation is 1:1:1, 1.5:1:1, 2:1:1, 2.5:1:1 and 3:1:1. The addition of NaOH with various concentrations is operated to obtain a various pH, such as 7, 8, 9, 10, and 11. In the aeration method, the air flow rate is needed and we use 1L/min. In phosphate recovery aeration is needed for the stirring process in the solution. We use X-ray Fluorescence (XRF) test in this research, so we know the highest phosphate mineral content in the formation of struvite. The highest phosphate recovery was obtained at a MAP ratio of 2.5: 1: 1 with a pH of 9. The result of phosphate recovery obtained was 84.3%, according to SNI 02-3776-2005 the P content in the struvite fertilizer produced in this study has good level of quality.

PENDAHULUAN

Mineral fosfat merupakan sumber daya mineral yang tidak terbarukan, dan tidak dapat diganti. Konsumsi fosfat dunia yang progresif diperkirakan akan memberi lebih banyak tekanan pada penurunan persediaan fosfat. Sisa cadangan fosfat yang dapat diakses dari mineral fosfat diperkirakan akan habis dalam 50 tahun, jika pertumbuhan permintaan pupuk tetap 3% per tahun. Mengurangi penggunaan fosfat secara berlebihan, akan membantu cadangan fosfat bertahan lebih lama. Adapun alternatif untuk menghemat cadangan fosfat adalah dengan *recovery* fosfat, yang memiliki keuntungan tambahan untuk meminimalkan eutrofikasi. *Struvite* merupakan *recovery* mineral fosfat yang optimal dan berfungsi sebagai pupuk lepas lambat. [1]

Struvite merupakan kristal putih dan dikenal dengan nama kimia magnesium amonium fosfat (MAP) dengan rumus kimia yaitu $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$. Pembentukan *Struvite* dilakukan dengan mereaksikan Mg^{2+} , NH_4^+ dan PO_4^{3-} . [2] *Recovery* fosfat sebagai *struvite*, memanfaatkan magnesium fosfat dari hasil ekstraksi dolomit sebagai bahan baku. Diperoleh hasil analisa magnesium fosfat pada ekstraksi dolomit sebesar 9,78% Mg dan 22,37% PO_4 . Reaksi dalam pembentukan *struvite* yaitu sebagai berikut, [3]:



Berdasarkan keprihatinan terhadap kelangkaan fosfat di dunia, sehingga banyak dilakukan penelitian dalam menciptakan alternatif baru. Hal ini didukung dengan penelitian yang telah dilakukan, [4] menunjukkan bahwa efisiensi *recovery* PO_4 sangat dipengaruhi oleh pH larutan, dan efisiensi mencapai nilai maksimum pada pH 9. Efisiensi *recovery* PO_4 pada penelitian ini mengalami peningkatan dari 52.36% hingga 83.6% dengan meningkatnya pH larutan dari 7 sampai 9, dan efisiensi *recovery* PO_4 terbaik diamati

pada pH 9 dengan hasil efisiensi *recovery* PO_4 sebesar 84%.

Adapun untuk mengetahui nilai *recovery* fosfat yang dihasilkan dapat dihitung menggunakan rumus [17]:

$$\%Recovery = \frac{x_1}{x_2} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

x_1 = Kadar sampel yang diperoleh

x_2 = Kadar yang sebenarnya

Faktor paling penting yang akan berpengaruh dalam proses pembentukan *struvite* yaitu pH (derajat kebasaaan) yang sangat berpengaruh dalam kelarutan. Penelitian yang mendukung pengaruh pH dalam pembentukan *struvite* sehingga didapatkan pupuk *struvite* yang optimal yaitu dalam penelitian yang telah dilakukan, [5] untuk pH yang didapatkan hasil *struvite* yang terbaik berada pada kisaran antara pH 9,5-10,5. Sedangkan menurut penelitian [6], pada pH 7 dan 8 pembentukan mineral *struvite* dapat dikatakan tidak optimal, diperoleh pH terbaik dalam pembentukan *struvite* adalah pH 9. Sedangkan mineral *struvite* mengalami penurunan kandungan pada pH 10 dan 11, karena meningkatnya jumlah *impurities* yang terbentuk pada pH tinggi.

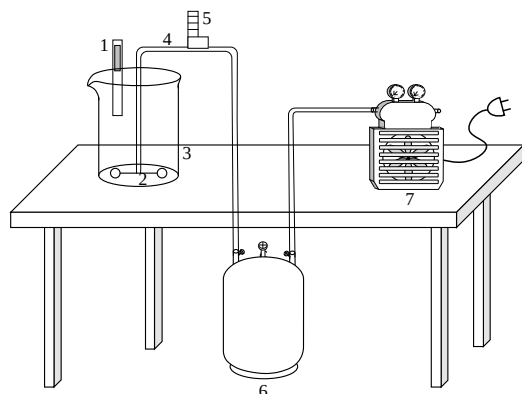
Hasil *recovery* fosfat tertinggi dipengaruhi oleh rasio molar MAP. Dengan penambahan ratio molar Mg yang besar maka *removal* fosfat yang dihasilkan juga semakin besar. Magnesium merupakan ion penyusun penting dalam pembentukan *struvite*. Ion magnesium mempengaruhi tingkat kejenuhan larutan dan meningkatkan laju reaksi. [5] Penelitian [7] mengungkapkan bahwa kondisi optimum dalam pembentukan mineral *struvite* dari limbah cair industri pupuk ZA adalah pada perbandingan konsentrasi ratio molar $[Mg^{2+}] : [NH_4^+] : [PO_4^{3-}]$ adalah 2,5 : 1 : 1. Sedangkan pembentukan *struvite* secara teoritis skokiometri membutuhkan ratio molar minimum $[Mg^{2+}] : [NH_4^+] : [PO_4^{3-}]$ adalah 1: 1: 1. [8]

Pembentukan *struvite* dalam penelitian ini menggunakan tangki aerasi. Proses aerasi dapat digunakan untuk proses pengadukan pada larutan [9]. Selain itu, dalam Proses aerasi juga dapat dikatakan terjadi pengaliran udara pada reaktor secara *aerobic* [10]. Pengaruh dari penambahan aliran udara, yaitu mengakibatkan terjadinya homogenitas pada larutan. Bila laju alir udara yang digunakan semakin besar sehingga semakin cepat untuk mencapai keadaan homogen pada larutan dan juga berpengaruh dalam pembentukan kristal *struvite* yang dihasilkan [11]. Mengacu pada penelitian yang telah dilakukan [12] dengan menggunakan bahan baku dolomit dalam pembentukan *struvite*, sehingga diperoleh laju alir udara optimum sebesar 1 L/Menit. Laju aerasi tersebut yang akan digunakan sebagai variabel tetap dalam penelitian ini.

Tujuan dari penelitian ini ntuk merecovery fosfat sehingga diperoleh kandungan mineral fosfat tinggi dalam pembentukan *struvite* dengan mutu sesuai dengan SNI02-3776-2005 menggunakan metode aerasi.

METODE PENELITIAN

Peneliti menggunakan alat utama yaitu reaktor aerasi yang dilengkapi aerator dan kompresor untuk proses pengadukan dengan menggunakan metode aerasi. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biomassa dan bioplastik, UPN Veteran Jawa Timur.



Gambar 1. Skema Reaktor Aerasi

Keterangan :

1. PH Meter
2. Aerator
3. Beaker Glass
4. Selang
5. Flowmeter
6. Stabilizer / Tabung Penyimpan Udara
7. Kompresor

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian yaitu Magnesium fosfat ($\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$) dengan kandungan Magnesium 9,78% dan Fosfat 22,37%, Amonium hidroksida (NH_4OH) dengan kadar 21%, Asam fosfat (H_3PO_4) dengan kadar 85%, dan Natrium Hidroksida (NaOH) dan aquadest yang diperoleh dari toko kimia.

Kondisi tetap dalam penelitian ini antara lain konsentrasi NaOH 1 N, laju alir udara 1 L/menit, temperatur 25°C . Sedangkan kondisi peubah dalam penelitian ini antara lain rasio molar MAP (1:1:1 ; 1,5:1:1 ; 2:1:1 ; 2,5:1:1 ; 3:1:1) dan pH (7 ; 8 ; 9 ; 10 ; 11).

Mekanisme penelitian ini, pertama dengan mereaksikan Mg^{2+} (Magnesium), NH_4^+ (Amonium) dan PO_4^{3-} (Fosfat) secara bersamaan dalam reaktor aerasi dengan perbandingan konsentrasi 1:1:1. Sebelum mengalirkan ke reaktor, perlu menyalakan kompresor terlebih dahulu dengan mensetup laju alir udara pada kecepatan 1 L/menit. Selanjutnya Natrium Hidroksida (NaOH) 1 N dimasukkan secara berkala ke dalam reaktor aerasi sehingga terdapat penyesuaian atara pH campuran MAP dengan pH yang diinginkan sebesar 7-11. Setelah sesuai pH yang diinginkan maka proses dihentikan. Kemudian dilanjut dengan cara yang sama pada ratio molar yang bervariasi yaitu 1,5:1:1 ; 2:1:1; 2,5:1:1 ; 3:1:1. Tahap terakhir, dilakukan analisa terhadap produk yang dihasilkan berbentuk endapan, dengan mengeringkan endapan *struvite* yang dihasilkan pada temperatur 25°C selama 48 jam serta mencatat berat *struvite* yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

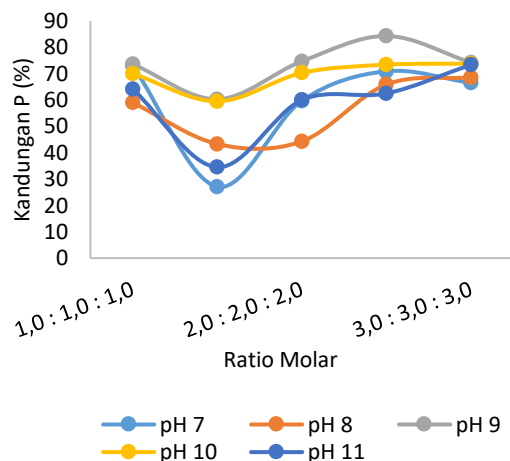
Hasil Analisa Kadungan Mineral *Struvite*

Tabel 1. Hasil Analisa XRF Kandungan Pada Mineral *Struvite*

Ratio Molar	Komp (%)	Ph				
		7	8	9	10	11
1:1:1	Mg	10	8,6	10	9,2	9
	P	73	59	73,6	70	64,2
1,5:1,5:1,5	Mg	5,7	7	8,3	8,3	5
	P	27,1	43,3	60,3	59,5	34,5
2:2:2	Mg	8,7	6,7	9,7	9,7	8,3
	P	59,7	44,3	74,7	70,3	60
2,5:2,5:2,5	Mg	9,8	9,7	11,2	10	8,8
	P	70,9	65,9	84,3	73,4	62,5
3:3:3	Mg	10	10	9,2	9,5	9,8
	P	66,5	68,6	74,2	73,8	73,4

Berdasarkan tabel di atas, diperoleh kondisi optimum pada *recovery* fosfat berada pada ratio molar sebesar 2,5:1:1 dan pH 9 dengan kandungan unsur P 84,3% dan unsur Mg sebesar 11,2%. Berdasarkan kandungan unsur P pada penelitian ini, pupuk *struvite* yang dihasilkan mempunyai tingkat mutu yang baik menurut SNI 02-3776-200.

Pengaruh Ratio Molar Terhadap *Recovery* Fosfat(%) dalam Berbagai Variasi pH

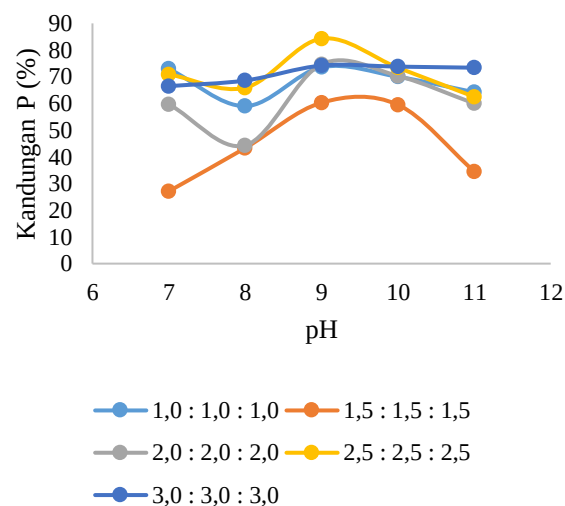


Gambar 2. Pengaruh Ratio Molar terhadap Kandungan P (%) dalam Berbagai Variasi pH

Pengaruh ratio molar terhadap kandungan unsur P dalam berbagai variasi pH mengalami kenaikan dan penurunan. Kandungan unsur P pada kondisi pH 6, 7, 8, 9, dan 10 mengalami peningkatan pada ratio molar $[Mg^{2+}] : [NH_4^+] : [PO_4^{3-}] = 2,5 : 1 : 1$, sedangkan kandungan unsur P mengalami penurunan pada ratio molar $[Mg^{2+}] : [NH_4^+] : [PO_4^{3-}] = 3 : 1 : 1$. Pengaruh adanya ion magnesium dapat mengakibatkan tingkat kejenuhan larutan serta meningkatkan laju reaksi dalam proses presipitasi dan berperan penting dalam *recovery struvite*. Menurut teori [5], semakin besar penambahan ratio molar Mg maka semakin besar *recovery* fosfat yang dihasilkan. Tingginya kadar magnesium yang ditambahkan menyebabkan kemurnian *struvite* yang didapatkan menurun dan semakin besar *impurities* yang dihasilkan. Peningkatan Mg^{2+} berpengaruh pada *recovery* P sebagai *struvite*. *Recovery* P meningkat dengan peningkatan rasio molar pada pH yang berbeda. Pada pH 8 dan pH 9, peningkatan *recovery* P signifikan, sedangkan di pH 10,5, terjadi penurunan signifikan

dalam *recovery* P. Hal ini disebabkan karena adanya ion Ca^{3+} sebagai pengotor yang dapat menghambat *recovery* fosfat. Rasio molar optimum berada pada ratio molar Mg : PO_4 sebesar 1,3:1 [14]. Hasil analisa XRF pada material ini terbentuk pada ratio molar $[Mg^{2+}] : [NH_4^+] : [PO_4^{3-}] = 2,5 : 1 : 1$, dimana sudah sesuai dengan rasio molar optimum. Menurut penelitian [7] diperoleh ratio molar terbaik $[Mg^{2+}] : [NH_4^+] : [PO_4^{3-}]$ sebesar 2,5 : 1 : 1. Sedangkan pada penelitian ini menghasilkan *recovery* fosfat 84,3 % pada ratio molar MAP 2,5 : 1 : 1 lebih besar daripada penelitian yang dilakukan [7]. Jika dibandingkan, nilai *recovery* fosfat yang diperoleh dalam penelitian ini mendekati penelitian yang dilakukan [14], dimana kandungan P pada ratio molar MAP di atas 1,3 : 1 : 1 menghasilkan 95% kandungan P.

Pengaruh pH terhadap *Recovery* (%) Fosfat dalam Berbagai Variasi Ratio Molar



Gambar 3. Pengaruh pH terhadap *Recovery* (%) Fosfat dalam Berbagai Variasi Ratio Molar

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan dipengaruhi oleh derajat keasaman atau pH. Derajat keasaman (pH) merupakan faktor yang mempengaruhi *recovery* fosfat pada pembentukan *struvite*. Peningkatan pH akan mempengaruhi *recovery* fosfat, pH yang terlalu tinggi akan mempengaruhi kemurnian *struvite* [13]. Penggunaan Variabel dalam penelitian ini yaitu pH sebesar 7-11. Kisaran pH yang optimum untuk pembentukan *struvite* adalah 8-9,5 [14]. Sedangkan jika dilihat dari grafik 3 menunjukkan pengaruh pH terhadap *recovery* (%) fosfat dalam berbagai variasi ratio molar, dimana mengalami kenaikan dan penurunan. Pada ratio

molar $[Mg^{2+}] : [NH_4^+] : [PO_4^{3-}] = 2,5 : 1 : 1$, mengalami kenaikan *recovery* (%) fosfat paling besar pada pH 9 sebesar 84,3% yang memperlihatkan hasil tidak terlalu jauh dengan penelitian yang dilakukan [9] dimana pengaruh pH larutan dari 8 – 9 mengalami peningkatan, sehingga berpengaruh pada efisiensi *recovery* fosfat hingga 80%. Diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh [4] menunjukkan bahwa *recovery* fosfat mencapai nilai maksimum pada pH 9 dengan hasil *recovery* fosfat sebesar 84%. Selanjutnya diikuti dengan penurunan pada pH 10-11, namun tidak begitu signifikan. Hal ini disebabkan, karena pada pH diatas 10 memiliki kecenderungan untuk mengurangi kemurnian *struvite* karena pembentukan endapan amorf [15]. Jika dibandingkan dengan penelitian [16], menunjukkan bahwa peningkatan pH dari 8,0 menjadi 9,0, meningkatkan efisiensi *recovery* fosfat dari 85% menjadi 94%. *Recovery* fosfat yang relatif stabil pada 94% diamati pada pH 9,0-11,0, sedangkan penurunan drastis hingga 70% terdeteksi ketika pH meningkat menjadi 12,0. Selain itu, penurunan *recovery* fosfat juga disebabkan oleh bertambahnya mineral pengotor (*impurities*) yang terbentuk pada pH tinggi [6]. Sedangkan pada pH 6 dan 7 pembentukan dari mineral *struvite* masih belum optimal. Dapat disimpulkan bahwa pH yang diperoleh sudah sesuai dengan pH optimum.

KESIMPULAN

Recovery fosfat pada hasil ekstraksi dolomit sebagai mineral *struvite* dengan metode aerasi dapat menghasilkan *recovery* fosfat lebih besar bila dibandingkan dengan bahan baku dolomit. Kondisi optimum pada *recovery* fosfat pada hasil ekstrakai dolomit sebagai mineral *struvite* dengan metode aerasi berada pada rasio molar $[Mg^{2+}] : [NH_4^+] : [PO_4^{3-}]$ sebesar 2,5:1:1 dan pH 9. *Recovery* fosfat yang diperoleh yaitu sebesar 84,5%

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ini sepenuhnya mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak atas bantuannya dalam menyelesaikan penelitian ini, terutama kepada Ibu Luluk Edahwati selaku dosen pembimbing dan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah mendukung program Riset Dasar Lanjutan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] X. Hao, C. Wang, M. C. M. Van Loosdrecht, and Y. Hu, “Looking beyond *struvite* for P-recovery,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 47, no. 10, pp. 4965–4966, 2013, doi: 10.1021/es401140s.
- [2] E. Ariyanto, L. Katerina, and D. S. Dwiyani, “Pengaruh pH dan Rasio Reaktan PO 4 : Mg Terhadap Penurunan Kandungan PO 4 dalam Urine Melalui Proses Pembentukan *Struvite* Kristal,” no. 1, pp. 1–5, 2019.
- [3] E. Ariyanto, A. Melani, and T. Anggraini, “Penyisihan Po 4 Dalamair Limbah Rumah Sakit Untuk,” *Jurnal.Ftumj*, no. November 2015, pp. 1–8, 1846.
- [4] S. Hamzah, F. Ulum, L. Edahwati, and Sutiyono, “Kinetika Reaksi Pembentukan Pupuk *Struvite* Dari Limbah Cair Tempe Secara Batch,” no. September, pp. 1–2, 2020.
- [5] A. R. Fitriana and I. Warmadewanthi, “Penurunan Kadar Amonium dan Fosfat pada Limbah Cair Industri Pupuk,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16523.
- [6] H. Septiani, N. Zahra, and L. Edahwati, “Pengolahan Bittern sebagai Pembentuk Pupuk *Struvite* Menggunakan Reaktor Sekat Secara Sinambung,” vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [7] L. Edahwati et al., “Recovery Fosfat Pada Limbah Cair Industri Pupuk.” 2021.
- [8] X. Zhang, J. Hu, H. Spanjers, and J. B. van Lier, “*Struvite* crystallization under a marine/brackish aquaculture condition,” *Bioresour. Technol.*, vol. 218, pp. 1151–1156, 2016, doi: 10.1016/j.biortech.2016.07.088.
- [9] L. Edahwati, Sutiyono, and R. R. Anggriawan, “Pembentukan Pupuk *Struvite* dari Limbah Cair Industri Tempe dengan Proses Aerasi,” *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 22, no. 2, pp. 215–221, 2021, doi: 10.29122/jtl.v22i2.4721.
- [10] S. Aminah, Sudarno, and Purwono, “Pengolahan Sampah Organik Secara Biodrying Studi Kasus : Sayuran Kangkung,” *J. Tek. Lingkung.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [11] S. Sutiyono, L. Edahwati, D. S. Perwitasari, S. Muryanto, J. Jamari, and A. P. Bayuseno, “Synthesis and characterisation of *struvite* family crystals by an aqueous precipitation method,” *MATEC Web Conf.*, vol. 58, 2016, doi: 10.1051/mateconf/20165801006.
- [12] T. M. F. Adiman, A. Feriyanto, . S., and L. Edahwati, “Mineral *Struvite* Dari Batuan Dolomit Dengan Reaktor Kolom Sekat,” *J. Tek. Kim.*, vol. 14, no. 2, pp. 85–91, 2020, doi: 10.33005/jurnal_tekkim.v14i2.2034.
- [13] F. Wang et al., “Phosphate Recovery from Swine Wastewater by a *Struvite* Precipitation Electrolyzer,” *Sci. Rep.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, 2019, doi: 10.1038/s41598-019-45085-3.
- [14] D. Kim, K. J. Min, K. Lee, M. S. Yu, and K. Y. Park, “Effects of pH, molar ratios and pre-treatment on phosphorus recovery through *struvite*

- crystallization from effluent of anaerobically digested swine wastewater,” *Environ. Eng. Res.*, vol. 22, no. 1, pp. 12–18, 2017, doi: 10.4491/eer.2016.037.
- [15] E. K. Chaula, “Removal of Phosphorus from anaerobic digested blackwater by precipitation with *struvite* from Seawater and Magnesium Chloride,” 2019.
- [16] X. D. Bao et al., “Effect of pH on precipitate composition during phosphorus recovery as *struvite* from swine wastewater,” 2011.
- [17] D. S. Nurul, “Validation Method For Determination Of Niclosamide Monohydrate In Veterinary Medicine Using Uv-Vis Spectrophotometry Niklosamid Monohidrat Dalam Sediaan Obat Hewan Dengan Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis,” *J. Ilm. Farm. Bahari*, vol. 11, no. 2, pp. 153–160, 2020.S