

SKRIPSI

**PEMBENTUKAN KRISTAL *STRUVITE* ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
DENGAN *PROSES ELECTROLISIS* MENGGUNAKAN
PLAT MAGNESIUM (Mg) DAN PLAT *GRAPHITE CARBON***



**Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Ujian Sarjana
Pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

Radius Perdana Wira Admaja (122019001)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PEMBENTUKAN KRISTAL *STRUVITE* ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$)
DENGAN *PROSES ELECTROLISIS* MENGGUNAKAN
PLAT MAGNESIUM (Mg) DAN PLAT *GRAPHITE CARBON***

Disusun Oleh:

Radius Perdana Wira Admaja (122019001)

Disetujui Oleh:

Pembimbing 1



Dr. Eko Ariyanto, ST, M. Chem. Eng
NIDN. 0217067504

Pembimbing 2



Atikah, ST., MT
NIDN. 0023127401

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia FT-UMPalembang



Ir. Robiah, M. I
NBM/ NIDN: 1060755/ 0008066401

LEMBAR PENGESAHAN

PEMBENTUKAN KRISTAL *STRUVITE* ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) DENGAN *PROSES ELECTROLISIS* MENGGUNAKAN PLAT MAGNESIUM (Mg) DAN PLAT *GRAPHITE CARBON*

Disusun Oleh:

Radius Perdana Wira Admaja (122019001)

Telah diuji dihadapan tim penguji pada tanggal 22 Agustus 2023

Di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palembang

Tim Penguji:

Ketua : Dr. Eko Ariyanto, M.Chem.Eng. / 0217067504

Anggota : Atikah, ST.,MT / 0023127401

Anggota : Ir. Ani Melani, MT / 0021056308

Anggota : Dr. Eng. Mardwita, S.T.,MT / 0023038208

()
()
()
()

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik UMP


Prof. Dr. Ir. Kgs. A. Roni, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NBM/NIDN: 763049/0227077004

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Kimia UMP


Ir. Robiah, M.T.
NBM/ NIDN:
1060755/0008066401

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA



Dosen Pembimbing

Nama : Radius Perdana Wira Admaja

NIM : 1220190001

Judul : PEMBENTUKAN KRISTAL STRUVITE ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$)
DENGAN PROSES ELECTROLISIS MENGGUNAKAN
PLAT MAGNESIUM (Mg) DAN PLAT GRAPHITE
CARBON.

: 1. Dr. Eko Ariyanto, M.Chem.Eng.

: 2. Atikah, S.T., M.T.

No	Pokok Bahasan	Catatan/Komentar	Tanggal Bimbingan	Paraf	
				Pembimbing I	Pembimbing II
1.	Judul.	Acc	13/03	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
2.	Bab I	Latar belakang dan Rumusan Masalah	15/03	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
3.	Bab I	Acc	16/03	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
4.	Bab II	Struvite Kristal dan Penelitian Sebelumnya	18/03	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
5.	Bab II	Acc	27/03	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
6.	Bab III	- Pengaturan Elektroda - Optimalisasi Pembentukan Struvite. - Cara Penelitian - Diagram alir Penelitian	1/04	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
7.	Bab III	Acc Ujian Proposal.	03/04	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
8.	Bab IV	- Perisi Grafik. - Pembahasan ditambah	03/04	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
9.	Bab IV	Tambah jurnal.	07/04	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
10.	Bab IV	Acc.	12/04	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

No	Pokok Bahasan	Catatan/Komentar	Tanggal Bimbingan	Paraf	
				Pembimbing I	Pembimbing II
11.	Bab V	Acc. Seminar Hsr.	17/07 2023 17/07 2023 17/07	<i>[Signature]</i> <i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i> <i>[Signature]</i>
12	Ujian Komparatif		19/8/2023	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan,
melainkan menguji kekuatan akarnya”
(Ali bin Abi Thalib)

”

Terucap Syukur Kepada Allah SWT.

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

- ❖ Kedua Orang Tuaku
- ❖ Almamaterku

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Radius Perdana Wira Admaja
Tempat/Tanggal Lahir : Kuripan, 15 Februari 2001
NIM : 122019001
Prodi : Teknik Kimia
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah di ajukan untuk mendapatkan gelar akademik Sarjana Strata 1 baik di Universitas Muhammadiyah Palembang maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Dalam skripsi ini terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Memberikan hak kepada perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/mempublikasikannya di media secara full text untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun

Palembang, 23 Agustus 2023



METERAI
TEMPEL
CF701AJX435624254

Radius Perdana Wira Admaja

ABSTRAK

PEMBENTUKAN KRISTAL *STRUVITE* ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) DENGAN *PROSES ELECTROLISIS* MENGGUNAKAN PLAT MAGNESIUM (Mg) DAN PLAT *GRAPHITE CARBON*

Radius Perdana Wira Admaja¹, Eko Ariyanto², Atikah³

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Palembang, Indonesia

Pada Penelitian ini, proses pembentukan struvite kristal ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dari limbah sintesis dan urine manusia menggunakan proses elektrolisis. Elektrolisis adalah suatu proses kimia yang menggunakan arus listrik untuk memicu reaksi redoks non-spontan di dalam larutan elektrolit atau pada permukaan elektroda. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh pH dan tegangan yang paling optimum dalam penurunan konsentrasi NH_4 pada pembentukan kristal struvite ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Dalam penurunan konsentrasi NH_4 pada pembentukan struvite limbah sintesis dan limbah urine digunakan metode elektrolisis dengan anoda plat magnesium dan katoda plat *graphite carbon* diinvestigasi berdasarkan tiga variasi pH awal (8; 9; 10) dan tiga variasi tegangan (6;9;15 Volt). Dalam mengetahui penurunan konsentrasi NH_4 dan terbentuknya struvite dalam penelitian digunakan metode analisa Spektrofotometri dan SEM-EDX (*Scanning Elektron Microscope – Energy Dispersive X-Ray*). Hasil penelitian menunjukkan pengaruh variasi pH dan tegangan mempengaruhi penurunan konsentrasi NH_4 dan berat produk struvite. Penurunan konsentrasi NH_4 yang paling optimum limbah sintesis dan urine pada variasi pH 9 dan tegangan 15 Volt. Produk struvite limbah sintesis 0,740 gr dan urine 5,673 gr.

Kata Kunci : anoda magnesium, katoda graphite carbon, elektrolisis, struvite, urine

ABSTRACT

FORMATION OF STRUVITE CRYSTALS ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) WITH ELECTROLYSIS PROCESS USING MAGNESIUM (Mg) PLATE AND GRAPHITE CARBON PLATE

Radius Perdana Wira Admaja¹, Eko Ariyanto², Atikah³

*Chemical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah
University of Palembang, Indonesia*

In this study, the process of forming struvite crystals ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) from synthesis waste and human urine uses an electrolysis process. Electrolysis is a chemical process that uses an electric current to trigger a non-spontaneous redox reaction in an electrolyte solution or on an electrode surface. This research was conducted to evaluate the effect of the optimum pH and stress in reducing the concentration of NH_4 on the formation of struvite crystals ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$). In reducing the concentration of NH_4 in the formation of struvite from synthesis waste and urine waste, the electrolysis method using a magnesium plate anode and a graphite carbon plate cathode was investigated based on three initial pH variations (8, 9, and 10) and three voltage variations (6, 9, and 15 Volts). In order to determine the decrease in the concentration of NH_4 and the formation of struvite in this study, the analysis methods of spherometry and SEM-EDX (Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray) were used. The results showed that the effects of variations in pH and voltage affected the decrease in the concentration of NH_4 and the weight of the struvite product. The most optimal decrease in the concentration of NH_4 in synthesis waste and urine at a variation of pH 9 and 15 volts. The struvite product of synthesis waste is 0.740 gr, and urine is 5,673 gr.

Keywords: *magnesium anode, graphite carbon cathode, electrolysis, struvite, urine*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul ***“Pembentukan Kristal Struvite ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) Dengan Proses Elektrolisis Menggunakan Plat Magnesium Dan Plat Graphite Carbon*”**. Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah sebagai salah satu persyaratan akademis dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama pelaksanaan penelitian, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Ibu Ir. Robiah, M.T sebagai Ketua Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Dr. Eng. Mardwita, M.T, sebagai Sekretaris Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Dr. Eko Ariyanto, M. Chem.Eng., sebagai Pembimbing I.
5. Ibu Atikah, S.T.,M.T., sebagai Pembimbing II.
6. Semua pihak yang telah membantu terselesainya laporan skripsi ini.
7. Teman-teman Mahasiswa Teknik Kimia angkatan 2019
8. Agnes Nopalina yang selalu memberikan dukungan selama ini.

Akhir kata penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Palembang, 15 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KARTU BIMBINGAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN.....	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Urine	5
2.2 <i>Struvite</i> Kristal	6
2.2.1 Kondisi Untuk Pengkristalan <i>Struvite</i>	8
2.3 Elektrolisis	11
2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Elektrolisis	14
2.5 Elektroda	15
2.6 Penelitian Terdahulu	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Waktu Dan Tempat	19

3.2 Alat Dan Bahan	19
3.2.1 Bahan Penelitian	19
3.2.2 Alat Penelitian	19
3.3 Prosedur Penelitian	20
3.3.1 Merancang Reaktor Elektrolisis	20
3.3.2 Pengaturan Elektrokimia	21
3.3.3 Optimalisasi Pembentukan <i>Struvite</i>	21
3.4 Cara Penelitian	22
3.5 Diagram Penelitian	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Analisa Amonium (NH ₄) Pada Limbah Sintesis.....	25
4.1.1 Pengaruh pH.....	25
4.1.2 Pengaruh Tegangan (Volt)	28
4.2 Hasil Analisa Amonium (NH ₄) Pada Limbah Urine.....	33
4.2.1 Pengaruh pH.....	33
4.2.2 Pengaruh Tegangan.....	36
4.3 Karakteristik Produk Struvite.....	40
4.3.1 Struvite Kristal Limbah Sintesis	40
4.3.2 Struvite Kristal Limbah Urine.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Analisa Awal Kandungan Di Urine Manusia (mg/L)	5
Tabel 4.1 Hasil Analisa Amonium (NH ₄) Terhadap Variasi pH Pada Limbah Sintesis.....	25
Tabel 4.2 Berat Struvite (gr) Terhadap Variasi pH Setelah 120 menit Pada Limbah Sintesis	27
Tabel 4.3 Hasil Analisa Amonium (NH ₄) Terhadap Variasi Tegangan Pada Limbah Sintesis	29
Tabel 4.4 Berat Struvite (gr) Terhadap Variasi Tegangan Setelah 120 menit Pada Limbah Sintesis	31
Tabel 4.5 Hasil Analisa Amonium (NH ₄) Terhadap Variasi pH Pada Limbah Urine	33
Tabel 4.6 Berat Struvite (gr) Terhadap Variasi pH Setelah 120 menit Pada Limbah Urine.....	35
Tabel 4.7 Hasil Analisa Amonium (NH ₄) Terhadap Variasi Tegangan Pada Limbah Sintesis	37
Tabel 4.8 Berat Struvite (gr) Terhadap Variasi Tegangan Setelah 120 menit Pada Limbah Urine.....	39
Tabel 4.9 Hasil Analisa Energy-dispersive X-ray (EDX) Pada Limbah Sintesis pH 9 dengan Tegangan 15 Volt.....	41
Tabel 4.10 Hasil Analisa Energy-dispersive X-ray (EDX) Pada Limbah Urine pH 9 dengan Tegangan 15 Volt.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Urine Manusia	5
Gambar 2.2 <i>Struvite Kristal</i>	6
Gambar 2.3 Pengaruh pH Terhadap Penyisihan PO ₄	9
Gambar 2.4 Mekanisme Elektrolisis (Ni'am <i>et al.</i> 2007)	12
Gambar 3.1 Skema Reaktor Elektrolisis	20
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian Elektrolisis	24
Gambar 4.1 Pengaruh pH Terhadap Penurunan Konsentrasi NH ₄ Pada Proses Elektrolisis Limbah Sintesis	26
Gambar 4.2 Berat Struvite (gr) Pada Variasi pH Limbah Sintesis	27
Gambar 4.3 Pengaruh Tegangan Terhadap Penurunan Konsentrasi NH ₄ Pada Proses Elektrolisis Limbah Sintesis	29
Gambar 4.4 Berat Struvite (gr) Pada Variasi Tegangan Limbah Sintesis.....	31
Gambar 4.5 Pengaruh pH Terhadap Penurunan Konsentrasi NH ₄ Pada Proses Elektrolisis Limbah Urine	33
Gambar 4.6 Berat Struvite (gr) Pada Variasi pH Limbah Urine.....	35
Gambar 4.7 Pengaruh Tegangan Terhadap Penurunan Konsentrasi NH ₄ Pada Proses Elektrolisis Limbah Urine	37
Gambar 4.8 Berat Struvite (gr) Pada Variasi Tegangan Limbah Urine	39
Gambar 4.9 SEM Struvite Kristal Limbah Sintesis pada pH 9 dan Tegangan 15 Volt.....	40
Gambar 4.10 Hasil Analisa EDX Limbah Sintesis	41
Gambar 4.11 SEM Struvite Kristal Urine pada pH 9 dan Tegangan 15 Volt.....	42
Gambar 4.12 Hasil Analisa EDX Urine.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	51
LAMPIRAN II.....	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Urine manusia dimasyarakat umum masih dianggap sebagai limbah buangan sisa metabolisme tubuh yang tidak bernilai namun sesungguhnya urine manusia mengandung tiga unsur hara makro yaitu nitrogen, fosfor dan potasium, dalam setahun rata-rata manusia mengeluarkan urine sebanyak 500 liter hal ini sama dengan 4 kg nitrogen, 0.5 kg fosfor dan 1 kg potasium. Selain itu terdapat juga unsur hara lainnya seperti magnesium, kalsium dan karbon.

Disisi lain peningkatan populasi manusia pendorong peningkatan kebutuhan pangan, hal ini akan berarti pula peningkatan kebutuhan tanah dengan unsur hara yang baik bagi tanaman untuk menunjang hasil pertanian yang bernutrisi sebagai pangan bagi manusia, sebagaimana diketahui diantara semua unsur hara yang terdapat di urine, yang mendominasi adalah nitrogen. Diketahui bahwa nitrogen sangat diperlukan oleh tanaman. Nitrogen dalam tanaman berfungsi untuk memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman, meningkatkan kadar asam amino yang sekaligus kadar protein pada tanah, meningkatkan jumlah daun dan meningkatkan warna hijau daun yang berfungsi dalam proses fotosintesis karena kandungan klorofil yang tinggi, dan membantu meningkatkan pH tanah yang berfungsi dalam penyerapan berbagai unsur hara. Karena itulah dikembangkan pembuatan pupuk dari urine manusia berupa pupuk struvite.

Struvite merupakan kristal putih secara kimia dikenal sebagai magnesium amonium fosfor hexahydrate ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$). Parameter yang merupakan factor penting dalam pembentukan struvite adalah pH larutan, Peningkatan pH larutan dari 8 sampai 10 dapat meningkatkan penyisihan fosfat 80-90%. Proses pembentukan struvite adalah dengan mereaksikan Mg^{2+} , NH_4^+ dan PO_4^{3-} . Reaksi pembentukan

struvite kristal terjadi apabila konsentrasi magnesium, amonium dan fosfor dalam larutan melebihi *solubility product* (KSP) (Ariyanto dkk, 2014, Ohlinger dan Scroeder, 1998).

Faktor lainnya yaitu rasio molar $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$ (Kumar dan Pal, 2013) dan gradien kecepatan. Berdasarkan penelitian Pratama (2015) presipitasi optimal terjadi pada rasio molar $[Mg^{2+}]:[NH_4^+]:[PO_4^{3-}]$ 2:1:1. Total 30,74% amonium dan 99,75% fosfat dapat disisihkan dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Sedangkan pada penelitian Warmadewanthi dan Liu (2009) presipitasi *struvite* terjadi secara optimal pada rasio molar $[Mg^{2+}]:[NH_4^+]:[PO_4^{3-}]$ 2,5:1,5:1 dan pH 9. Total 33,5% ammonium dan 92,5% fosfat dapat disisihkan dengan kecepatan pengadukan 200 rpm.

Presipitasi struvite menggunakan berbagai sumber ion Mg sebagai agen presipitan. Urutan keunggulan presipitan dalam mereduksi fosfat adalah $MgCl_2 > MgSO_4 > MgO > Mg(OH)_2 > MgCO_3$ (Zeng dan Li, 2006). Urutan ekonomis dari bahan presipitan untuk presipitan adalah MgO lebih ekonomis (murah) daripada $MgCl_2$ dan $MgSO_4$ (Hug, Alexandra, 2013). Selain ekonomis, MgO mampu menaikkan pH dengan limbah fosfat. Namun $MgCl_2$ lebih sering digunakan karena kelarutannya lebih baik dan proses presipitasi berlangsung dengan lebih efektif (Warmadewanthi dan Liu, 2009). Selain itu, penggunaan $MgCl_2$ selama ini lebih sering digunakan sebagai presipitan untuk pengendapan amonium dan fosfat, sehingga penelitian ini menggunakan presipitan $MgCl_2$.

Faktor lain yang berpengaruh adalah adanya ion-ion pengganggu di dalam air limbah (Khai et al., 2012). Kehadiran ion Ca^{2+} dalam larutan memiliki dampak 3 signifikan terhadap kristalisasi struvite pada ukuran, bentuk dan kemurniannya.

Pada larutan basa (alkali) dan kehadiran ion kalsium, kalsium fosfat (dalam sistem air limbah umumnya disebut kristal hydroxylapatite) atau kalsium karbonat, yang dapat bereaksi dengan fosfat atau ion karbonat (Booker et al., 1999; Ohlinger et al., 1999). Peningkatan konsentrasi kalsium akan mengurangi ukuran kristal, menghambat pembentukan struvite yang mengarah pada pembentukan zat amorf daripada Kristal struvite (Le Corre et al., 2005).

Ion pengotor lainnya yang terkandung dalam limbah fosfat pupuk mineral diantaranya silika yang mempengaruhi pembentukan kristal struvite ukuran menjadi lebih kecil, homogenitas yang lebih rendah, menghasilkan bentuk geometris Kristal struvite menjadi beragam sehingga menjadi bentuk yang cacat tidak beraturan (Kozik, et al., 2014).

Pada sel elektrolisis elektroda yang berfungsi penghantar listrik adalah anoda sehingga terjadi suatu pelarutan material anoda menghasilkan kation logam. Elektrolisis air merupakan reaksi samping yang menghasilkan gas hydrogen pada katoda dan gas oksigen pada anoda (Prabowo dkk, 2012). Rapat arus merupakan salah satu factor yang berperan dalam proses elektrokimia pembentukan *struvite* Kristal dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti adsorpsi, pengendapan, penguraian secara kimia, aerasi, ultrafiltrasi, ozonisasi, biodegradasi, koagulasi, dan elektrokoagulasi. Dari penelitian ini mengusulkan untuk memberikan alternatif pengolahan limbah urine manusia dengan menggunakan reactor elektrolisis secara batch untuk memproses ulang limbah urine manusia menjadi pupuk yang dapat digunakan kembali oleh masyarakat.

Adapun penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Ainul Zurroh dan Tuhu Agung R pada tahun 2020 peubah yang berpengaruh pada proses elektrolisis adalah waktu, jarak, tegangan, dan luas penampang elektroda, seluruh peubah yang di kerjakan menjadi factor yang penting pada proses elektrolisis. Pada penelitian ini akan diteliti pengaruh tegangan dan penambahan elektrolit dalam proses elektrokoagulasi terhadap pembentukan struvite kristal dengan menggunakan plat magnesium.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang masalah diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh pH terhadap penurunan konsentrasi NH_4 pada proses *elektrolisis* ?
2. Bagaimana pengaruh tegangan terhadap penurunan konsentrasi NH_4 pada proses *elektrolisis* ?
3. Bagaimana pengaruh pH dan tegangan terhadap berat produk struvite ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk memperoleh kondisi pH yang paling optimum dalam penurunan NH_4 struvite kristal pada proses *elektrolisis*.
2. Untuk memperoleh tegangan yang paling optimum dalam penurunan NH_4 struvite kristal pada proses *elektrolisis*.
3. Untuk memperoleh pH dan tegangan terhadap berat produk struvite kristal.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi ilmu pengetahuan pada mata kuliah pengolahan limbah industri tentang pengolahan limbah.
2. Memberikan salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan untuk proses pembentukan struvite kristal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aage, H.K., Andersen, B.L., Blom, A., Jensen, I., 1997. *The Solubility of struvite*. J. Radional. Nucl. Chem. 223, 213-215
- Ainul Zurroh, Tuhu Agung R. 2020. Kinerja Elektrolisis Sebagai Pengolahan Alternatif Limbah Cair Tinja. JURNAL ENVIROTEK VOL. 10.2
- Ariyanto, E., T.K Sen, dan H.M. Ang. 2014. *The influence of Various Physicochemical Process Parameters on Kinetics and Growth Mechanism of Struvite Crystallisation*. Advanced Powder Technology. Vol. 25, No.2. Hal. 682-694.
- Ariyanto, Eko., Dkk. 2014. *Penyisihan PO₄ Dalam Air Limbah Rumah Sakit Untuk Produksi Pupuk Struvite*. Palembang: jurnal Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah. Vol 20, No 20: 1-4
- Bagastyo, A. B., Anggrainy, A. D., Khoiruddin, K., Ursada R., Warmadewanthi I. D. A. A., &Wenten, I. G. (2022). Electrochemically-Driven Struvite Recovery: Prospect and Challenges for the Application of Magnesium Sacrificial Anode. Separation and Purification Technology. 288, 120653.
- Battistoni, P., Boccadoro, R., Fatone, F. & Pavan, P. 2005. *Auto-nucleation and kristal growth of struvite in a demon strative fluidised bed reactor (FBR)*. Environmental Technology, 26, 975-982
- Bhuiyan, M.I.H., D.S. Mavinic, and R.D.Beckie.2007, *Nucleation and growth kinetic of struvite in a fluidized bed reactor*. Journal of Crystal Growth, 310(6):p.1178-1194
- Booker, N. A., Priestley, A. J. Dan Fraser, I.H. 1999. *Struvite formantion in wastewater treatment plants: opportunities for nutrient recovery*. Environmental Technology. Vol.20.Hal. 777-782
- Bouropoulos, N.Ch.dan Koutsoukos, P.G.2000. *Spontaneous Precipitation of Struvite from Aqueous Solutions*. Journal of Crystal Growth. Vol. 213. Hal. 381-388
- Capdevielle, A., Sykorova, E., Biscans, B.,Beline,F.& Daumer, M. L. 2013 *Optimization of struvite precipitation in synthetic biologically treated swine wastewater determination of the optimal process parameters*. Journal of Hazardous Materials, 244 – 245, 357-369

- Doyle, J. D. Dan Parsons, S. A. 2002. Struvite Formation, Control and Recovery Water Research. Vol. 36, No. 16. Hal. 3925-3940
- Galbraith, S.C., Schneider, P.A., 2009. *A review of struvite nucleation studies. In: Ashley, K., Mavinic, D.S., Koch, F. (Eds), International Conference on Nutrient Recovery From Wastewater Streams.* IWA Publishing, London, UK, ISBN 9781843392323
- Gameissa, Mutiara Windika, dkk. 2012. *Pengolahan Tersier Limbah Cair Industri Pangan Dengan Teknik Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Stainless Steel.* Bogor. Institusi Pertanian Bogor
- Hug, Alexandra, et.al. 2013. *Struvite Precipitation from Urine With Electrochemical Magnesium Dosage.* Sciverse ScienceDirect. Vol. 47. Hal, 289-299
- Jones, A.G., 2002. *Crystallization Process System.* Butterworth/ Heinemann, Oxford, Great Britain
- Khai, N. M. Dan Hoang T. Q. T., "Chemical Precipitation of Ammonia and Phosphate from Nam Son Landfill Leachate, Hanoi" *Iranica Journal of Energy & Environment 3 (Special Issue on Environmental Technology)* (2012) 32-36
- Kozik, A., et.al. 2014. *Continuous Reaction Crystallization of Struvite from Diluted Aqueous Solution of fosfat (V) Ions in the Presence of Magnesium Ions Excess.* Chemical Engginering Research and Design. Vol. 92. Hal 481-490
- Kumar, R dan Pal, P., "Turning Hazardous Waste Into ValucAdded Products: Production and Characteristization of Struvite Ammonical Waste With New Approaches" *Journal of Cleaner Production* Vol. 43 (2013), pp: 59-70
- Le Corre, K.S.L., Jones, V. E., Hobbs, P., dan Parsons, S. A. 2005. *Impact of calcium on Struvite Crystal Size, Shape and Purity.* J.Cryst. Growth 283, 514-522
- Metteson, Michael J, 1995. *Electrocoagulation and Separatio n of Aqueous Suspensions of Ultrafine Particles, Colloids and Surface Aphysicochemical and Engineering Aspects.* The University of Sydney. New South Wales
- Mullin, J.W., 1993. *Crystallization.* Butterworth-Heinemann, Oxford
- Ohlinger, K.N., Young, T.M., Schroeder, E.D., 1999. *Kinetics effects on preferential struvite accumulation in wastewater.* J. Environ. Eng. 125, 730-737

- Perry, Robert H. 1997. *Perry's Chemical Engineer's Handbook Seventh Edition*. America : McGraw Hill
- Prabowo, Agung, Gagah Hasan B, dan Purwanto. 2012. Pengolahan Limbah Cair yang Mengandung Minyak Dengan Proses Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Besi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri Vol. 1 No. 1*.
- Pratama, R.R.P. 2015. *Recovery Amonium dan Fosfat Limbah Cair PT Petrokimia Gresik melalui Proses Presipitasi menggunakan Magnesium*. Tugas akhir. ITS : Surabaya
- Rahman, Mukhlesur., Mohamad Amran Mohd Salleh., Umer Rashid., Amimul ahsan., Mohammad Mojaffar Hossain., and Chang Six Ra. 2014. *Production of slow release crystal fertilizer from wastewaters through struvite crystallization- A review*. *Arabian Journal of Chemistry* 7,139-155
- Regy, S., Mangin, D., Klein, J.P., Lieto, J., 2002. Lagep Report. *Phosphate recovery by struvite precipitation in a stirred reactor*. Lagep (laboratoire d'automatique et de genie des procedes)/CEEP (Centre Europe'en d'Etude des Polyphosphates), available at <http://www.nhm.ac.uk/researchcuration/departments/mineralogy/researchgroups/phosphaterecovery/LagepReportS.PDF> 1-65
- Ridaningtyas, Y. W. 2013. Pengolahan Limbah Cair Industri Percetakan Secara Elektrolisis dengan Elektroda Karbon.
- Riyang Ursada, A.Y Bagastyo. 2021. Kombinasi Elektrodialisis dan Presipitasi Dalam Recovery Amonium dan Fosfat Dari Limbah Urine. *Jurnal Teknik ITS Vol 10, No. 2, (2021) ISSN: 2337-3539*
- Robinson, D. (2010). Urine: the ultimate 'organic' fertilizer?. *Ecologist*. The journal for the post-industrial age, Retrieved from <https://theecologist.org/>
- Wang, J., Burken, J. G. & Zhang, X. J. 2006. *Effect of seeding materials and mixing strength on struvite precipitation*. *Water Environment Research*, 78,125-132
- Warmadewanthi dan Liu, J.C., " Recovery of fosfat and amonium as struvite from Semiconductor wastewater" *Separation Purification technology* (2009) 64(1-3). Hal 368-373
- Yetilmezsoy, K., Zengin, Z.S., 2009. *Recovery of ammonium nitrogen from the effluent of UASB treating poultry manure wastewater by MAP precipitation as a slow release fertilizer*. *J. Hazard. Mater.* 166, 260-269

Zeng, L., dan Li, X., "Nutrient Removal from Anaerobically Digester Cattle Manure by Struvite Precipitation" *Journal of Environmental Engineering and Science*, Vol52006Issue4.