

SKRIPSI

**PENGARUH RATIO REAKTAN PADA PROSES PEMBUATAN PUPUK
STRUVITE ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) DARI URINE MANUSIA PADA *AERATION*
*COLUMN CRISTALIZER***



**Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Kurikulum Sarjana
Pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

Dina Samei Dwiyani

(12 2015 036)

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

2019

LEMBAR PENGESAHAN


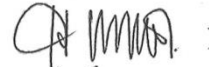


**PENGARUH RATIO REAKTAN PADA PROSES PEMBUATAN PUPUK
STRUVITE ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) DARI URINE MANUSIA PADA AERATION
COLUMN CRISTALLIZER**

Disusun Oleh:

Dina Samei Dwiyani 122015036

**Telah di Uji dihadapan Tim Penguji pada Tanggal 29 Agustus 2019
di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**


Tim Penguji

1. Dr. Eko Ariyanto, ,M.Chem.Eng ()
2. Netty Herawati,ST.,MT ()
3. Dr. Ir. Marhaini, M.T ()
4. Dr.Ir. Eka Sri Yusmartini, MT ()

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik UMP**


Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, MT
NIDN: 022707004

**Menyetujui,
Ketua Prodi Teknik Kimia UMP**


Netty Herawati, ST.,MT
NIDN : 0225017601



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang 30623. Telp. (0711) 518764, Fax (0711) 519408
Terakreditasi B dengan SK Nomor : 396/BAN-PT/Akred/S/X/2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nama : Dina Samei Dwiyani
NRP : 122015036
Judul Tugas : **“Pengaruh Ratio Reaktan Pada Proses Pembuatan Pupuk Struvite ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) Dari Urine Manusia Pada Aeration Column Crystallizer”**

Telah Mengikuti Ujian Sidang Sarjana Prodi Teknik Kimia Pada Tanggal Dua Puluh Dua Bulan Agustus Tahun Dua Ribu Sembilan Belas.
Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : A

Palembang, 22 Agustus 2019

Ketua Tim Penguji

Dr. Eko Ariyanto, MChemEng
NIDN : 0217067504

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir
Prodi Teknik Kimia

Netty Herawati., S.T, M.T
NIDN : 0225017601

Menyetujui,

Pembimbing I

Dr. Eko Ariyanto, MChemEng
NIDN : 0217067504

Pembimbing II

Netty Herawati., S.T, M.T
NIDN : 0225017601

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UMP

Dr. Ir. Kgs. A. Romi, MT
NIDN : 0227077004

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP

Netty Herawati., S.T, M.T
NIDN : 0225017601

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Dina Samei Dwiyani
Tempat/Tanggal lahir : Talang Ubi , 16 Mei 1997
NIM : 122015036
Program Studi : Teknik Kimia
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah hasil karya saya dan disusun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi berupa pembatalan skripsi ini dan segala konsekuensinya.
2. Saya bersedia untuk menanggung segala bentuk tuntutan hukum yang mungkin timbul jika terdapat pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.
3. Memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/mempublikasikannya di media secara fulltext untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

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

Palembang, 29 Agustus 2019


Dina Samei



PENGARUH RATIO REAKTAN PADA PROSES PEMBUATAN PUPUK *STRUVITE*
($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) DARI URINE MANUSIA PADA *AERATION COLUMN*
CRYSTALLIZER

Dina Samei Dwiyani

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang
Jl. Jendral Ahmad Yani, 13 Ulu, Palembang. Telp. (0711)510820. Fax. (0711)519408

E-Mail : Dinasamei97@gmail.com

Abstrak

Limbah urine manusia dimasyarakat umum masih dianggap sebagai limbah buang sisa metabolisme tubuh yang tidak bernilai namun sesungguhnya urine manusia mengandung tiga unsur hara makro yaitu nitrogen, fosfor dan potassium, dalam setahun rata-rata manusia mengeluarkan urine sebanyak 500 liter hal ini sama dengan 4 kg nitrogen, 0.5 kg fosfor dan 1 kg potassium. Selain itu terdapat juga unsur hara lainnya seperti magnesium, kalsium dan karbon. Dalam penelitian yang telah dilakukan bahwa ratio reaktan merupakan variable yang berpengaruh terhadap persentase penyisihan PO_4 , NH_4 , dan Mg pada proses pembentukan struvite Kristal. Perbandingan ratio reaktan PO_4 : Mg diantara 1:1, 1:2, 1:3. Dengan persentase penyisihan PO_4 paling optimal terjadi pada rasio reaktan 1:3 sebanyak 91,14%. Kinetika kristalisasi struvite dari urine manusia menghasilkan nilai kesalahan (R^2) dengan variasi ratio reaktan 1:1, 1:2, 1:3 yaitu 0,09588, 0,9765, 0,9841. Hal ini mengindikasikan bahwa ratio reaktan 1:3 mengalami laju proses pembentukan struvite Kristal lebih cepat, rentang seisi yang tidak jauh sehingga kesalahan yang terjadi pada penelitian ini relative kecil.

Kata Kunci : Struvite, Urine Manusia, Crisitalizer

PENGARUH RATIO REAKTAN PADA PROSES PEMBUATAN PUPUK *STRUVITE*
($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) DARI URINE MANUSIA PADA
AERATION COLUMN CRYSTALLIZER

Dina Samei Dwiyani

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

Jl. General Ahmad Yani, 13 Ulu, Palembang. Tel. (0711) 510820. Fax. (0711) 519408
E-Mail: Dinasamei97@gmail.com

ABSTRACT

Human urine waste in the general public is still considered as waste that is not worth the body's metabolic waste, but in fact human urine contains three macro nutrients, namely nitrogen, phosphorus and potassium, in a year the average human secretes 500 liters of urine this is equal to 4 kg of nitrogen , 0.5 kg of phosphorus and 1 kg of potassium. In addition there are also other nutrients such as magnesium, calcium and carbon. In research that has been done that the reactant ratio is a variable that affects the percentage of removal of PO_4 , NH_4 , and Mg in the process of crystal struvite formation. PO_4 : Mg reactant ratio ratio between 1: 1, 1: 2, 1: 3. The optimal percentage of PO_4 removal occurs at a reactant ratio of 1: 3 as much as 91.14%. The crystallization kinetics of struvite from human urine produces an error value (R^2) with variations in the reactant ratio of 1: 1, 1: 2, 1: 3, namely 0.09588, 0.9765, 0.9841. This indicates that the reactant ratio of 1: 3 experiences the rate of the formation of Crystal struvite faster, the range is not too far apart so that the errors that occur in this study are relatively small.

Keywords: Struvite, Human Urine, Crisralizer

KATA PENGANTAR



Allhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas segala limpahan ridhlo, hidayah, dan inayah-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Ratio Reaktan Pada Proses Pembuatan Pupuk *Struvite* ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) Dari Urine Manusia” ini dapat penulis selesaikan dengan baik dan lancar. Shalawat serta Salam tetap tercurah untuk sang revolusioner sejati, Muhammad SAW yang telah menunjukkan kepada kita dari zaman kegelapan ke zaman yang terang-benderang yaitu Dienul Islam.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Dengan segala keterbatasan yang penulis miliki, masih banyak kekurangan-kekurangan yang harus diperbaiki. Semoga hasil penelitian ini dapat berguna, khususnya bagi dunia pendidikan.

Dalam penulisan Skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

- Allah SWT atas segala rahmad dan hidayahnya hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
- Bapak Dr. Abid Djazuli, SE,.MM. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Bapak Dr. Kgs. Ahmad Roni,ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Ibu Netty Herawati, ST.,MT selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.

- Dr. Eko Ariyanto, MChemEng selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu serta dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan dalam penyusunan Skripsi.
- Ibu Netty Herawati, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu serta dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan dalam penyusunan Skripsi.
- Segenap Ibu dan Bapak Dosen serta Staff Tata Usaha Program Studi Teknik Kimia atas didikan dan bimbingannya selama ini.
- Ayahanda dan Ibunda tercinta yang dengan penuh kesabaran dan pengorbanannya selalu memberikan dorongan, bantuan material maupun non material agar penulis dapat menyelesaikan studi.
- Terimakasih kepada teman-teman Progran Studi Teknik Kimia angkatan 2015 yang banyak memberikan saran dan motivasi, terima kasih atas dukungannya selama ini.
- Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari sempurna, karena hal tersebut tidak lepas dari kelemahan dan keterbatasan penulis. Akhirnya penulis berharap agar Skripsi ini berguna sebagai tambahan ilmu pengetahuan serta dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan dijadikan implikasi selanjutnya bagi mahasiswa.

Billahi Fii Sabilil Haq, Fastabiqul Khairat

Palembang, September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| MOTTO | v |
| ABSTRAK..... | vi |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR..... | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| LAMPIRAN | xii |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Permasalahan..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|--|----|
| 2.1 Limbah Urine | 4 |
| 2.2 Presipitasi Kimia | 4 |
| 2.3 Presipitasi <i>Struvite</i> | 5 |
| 2.4 Pembentukan <i>Struvite</i> | 5 |
| 2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan <i>Struvite</i> | 8 |
| 2.5.1 Derajat Keasaman (Ph) | 8 |
| 2.5.2 Rasio Molar Reaktan Mg:PO ₄ | 10 |
| 2.5.3 Pengaruh Laju Aerasi | 11 |
| 2.5.4 Solid | 11 |
| 2.5.5 Kehadiran Ion Lain..... | 11 |

| | |
|---|----|
| 2.6 Beberapa Peneliti Sebelumnya yang Mempelajari Pembentukan <i>Struvite</i> Kristal dari Berbagai Macam Limbah..... | 17 |
|---|----|

BAB III Metodogi Penelitian

| | |
|---------------------------------------|----|
| 3.1 Lokasi penelitian..... | 19 |
| 3.2 Bahan yang digunakan | 19 |
| 3.3 Rangkaian Alat Penelitian | 20 |
| 3.4 Kerangka Penelitian | 21 |
| 3.5 Prosedur Penelitian | 22 |
| 3.6 Pengamatan Pengolahan Limbah..... | 23 |
| 3.7 Tabel Pengamatan..... | 24 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1 Hasil Penelitian..... | 2 |
| 4.2 Pembahasan | 29 |
| 4.2.1 Analisa Limbah Urine Manusia | 29 |
| 4.2.2 Pengaruh Perbandingan Ratio Reaktan PO_4 : Mg Terhadap persentase Recovery PO_4 , NH_4 , dan Mg..... | 30 |
| 4.2.3 Pengaruh Ratio Reaktan Terhadap Persentase Recovery PO_4 31 | |
| 4.2.4 Kinetika Reaksi Pembentukan <i>Struvite</i> Kristal | 33 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 36 |
| 5.2 Saran | 36 |

DAFTAR PUSTAKA37

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Mineral MAP | 8 |
| Gambar 2.2 Distribusi Fosfat Sebagai Fungsi pH | 9 |
| Gambar 2.3 Distribusi Ammonia Sebagai Fungsi pH..... | 10 |
| Gambar 2.4 Perbandingan Rasio $[Mg^{2+}]:[Ca^{2+}]$ 1:0..... | 14 |
| Gambar 2.5 Perbandingan Rasio $[Mg^{2+}]:[Ca^{2+}]$ 2:1 | 14 |
| Gambar 2.6 Perbandingan Rasio $[Mg^{2+}]:[Ca^{2+}]$ 1:1 | 15 |
| Gambar 2.7 Perbandingan Rasio $[Mg^{2+}]:[Ca^{2+}]$ 1:2..... | 15 |
| Gambar 3.1 Sistem <i>Aeration Column Crystallizer</i> | 20 |
| Gambar 3.2 Kerangka Penelitian | 22 |
| Gambar 4.1 Pengaruh Ratio Reaktan $PO_4 : Mg$ terhadap persentase recovery konsentrasi PO_4 , NH_4 , dan Mg | 30 |
| Gambar 4.2 Pengaruh Ratio Reaktan $PO_4 : Mg$ terhadap laju penurunan pH...31 | |
| Gambar 4.3 Pengaruh Ratio Reaktan $PO_4 : Mg$ terhadap persentase recovery PO_4 | 32 |
| Gambar 4.4 Perbandingan Kinetika Antara (a) Kinetika First Orde dan (b) Kinetika Second Orde pada ratio reaktan 1:1, 1:2, 1:3 | 35 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Analisa kandungan fosfor dan zat lain di urin manusia (mg/L)..... | 4 |
| Tabel 2.2 Senyawa potensial yang terbentuk dan nilai pK-nya..... | 6 |
| Tabel 2.3 pH kelarutan minimum struvite..... | 9 |
| Tabel 2.4 Hubungan Kalsium Fosfat dan Sifat Utamanya | 13 |
| Tabel 3.1 Pengamatan Konsentrasi PO ₄ (mg/L)..... | 24 |
| Tabel 3.2 Perbandingan Ratio Reaktan PO ₄ : Mg | 24 |
| Tabel 4.1 Kandungan PO ₄ dan NH ₄ pada Sampel Urine Manusia yang Digunakan dalam Penelitian..... | 25 |
| Tabel 4.2 Pengamatan Konsentrasi PO ₄ (mg/L) pada pH dan Rasio Reaktan PO ₄ :Mg (1:1)..... | 26 |
| Tabel 4.3 Pengamatan Konsentrasi PO ₄ (mg/L) pada pH dan Rasio Reaktan PO ₄ :Mg (1:2)..... | 26 |
| Tabel 4.4 Pengamatan Konsentrasi PO ₄ (mg/L) pada pH dan Rasio Reaktan PO ₄ :Mg (1:3)..... | 27 |
| Table 4.5 Perbandingan Ratio Reaktan PO ₄ : Mg 1:1 pada menit ke 60..... | 28 |
| Table 4.6 Perbandingan Ratio Reaktan PO ₄ : Mg 1:2 pada menit ke 60..... | 28 |
| Table 4.7 Perbandingan Ratio Reaktan PO ₄ : Mg 1:3 pada menit ke 60..... | 28 |
| Table 4.8 Kinetika Kristalisasi Struvite dari Urine Manusia..... | 34 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah urine manusia dimasyarakat umum masih dianggap sebagai limbah buang 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 diurine, 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 adalah 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 Schroeder, 1998).

Faktor lainnya adalah 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 (2008) 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, 2008). 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).

1.2 Permasalahan

Penelitian ini memanfaatkan unsur PO_4 dan NH_4 yang terkandung didalam urine dengan proses kristalisasi untuk membentuk struvite kristal dengan bantuan reaktan ion Mg yang berasal dari MgCl_2 yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk pertanian dengan menggunakan variasi ratio reaktan . Selain itu, proses kristalisasi ini diharapkan dapat memberikan hasil yang maksimum dalam pengolahan limbah urine.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari pengaruh ratio reaktan terhadap persentase penyisihan PO_4 dan NH_4 pada proses pembentukan struvite Kristal
2. Mempelajari proses penurunan pH larutan urine terhadap pembentukan struvite
3. Mempelajari kinetika reaksi proses pembuatan struvite kristal dari urine manusia

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kondisi optimum ratio reaktan terhadap persentase penyisihan PO_4 dan NH_4 pada proses pembentukan struvite Kristal.
2. Mengetahui laju penurunan pH Larutan urine manusia
3. Mengetahui kinetika reaksi proses pembentukan struvite Kristal dari urine manusia

DAFTAR PUSTAKA

- Abbona, F., Lundager, M.H.E., dan Boistelle, R. 1988. *The Final Phases of Calcium and Magnesium Fosfats Precipitated from Solutions of High to Medium Concentration*. Journal of Crystal Growth. Vol. 89, No. 13. Hal. 592-602.
- Ali, M. I., Schneider, P. A., dan Hudson, N. 2003. "Assessing nutrient recovery from piggery effluents". MODSIM03 NZ.
- Anggrainy, A. D., Bagastyo, A. Y., dan Hermana, Joni. 2014. *Pengaruh pH dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Proses Kristalisasi Fosfat Berkonsentrasi Rendah dalam Air Limbah*. Seminar Nasional Teknologi Lingkungan XI. Hal. 23-29.
- Ariyanto, E., dan T.K Sen. 2013. *Impact of Various Physico-chemical Parameters on Spontaneous Nucleation of Struvite (MgNH₄PO₄.6H₂O) Formation in a Wastewater Treatment Plant: Kinetic and Nucleation Mechanism*. Desalination and Water Treatment. Hal. 1-12.
- Ariyanto, E., T.K Sen, dan H.M. Ang. 2014. *The Influence of Various Physico-chemical Process Parameters on Kinetics and Growth Mechanism of Struvite Crystallisation*. Advanced Powder Technology. Vol. 25, No.2. Hal. 682-694.
- Ariyanto, E., Melani, A., Anggraini, T. 2015. *Penyisihan PO₄ dalam Air Limbah Rumah Sakit untuk Produksi Pupuk Struvite*. Seminar Nasional dan Teknologi 2015. Hal. 1-8
- Benjamin, S., Sebastian, D. P., Hariharan, M. 2002. *Phytomorphol*. Vol. 52, No.4. Hal. 137-144.
- Booker, N. A., Priestley, A. J. dan Fraser, I.H. 1999. *Struvite formation 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

- Bowers, K. E. 2004. *Development of a Struvite Crystallizer for Reducing Phosphorus in Effluent from Livestock Waste Lagoons*. PhD. North Carolina State University.
- Bums, R., Moody, L., Walker, F., dan Raman, D. 2001. *Laboratory and in-situ Reductions of Soluble Phosphorus in Swine Waste Slurries*. Environmental Technology. Vol. 22, No. 11. Hal. 1213-1278
- Chang, M. F., dan Liu, J. C. 2007. *Precipitation Removal of Fluoride from Semiconductor Wastewater*. Journal of Environmental Engineering. Vol. 133, No. 4. Hal. 419-425.
- Chauhan, Chetan K., dan Joshi Mihirkumar J. 2014. *Growth and Characterization of Struvite- Na Crystals*. Journal of Crystal Growth. Vol. 401, Hal. 221-226.
- Chimenos, J. M., Fernandez, A. I., Hernandez, A., Haurie, L., Espiell, F., dan Ayora, C. 2006. *Optimization of phosphate removal in anodizing aluminum wastewater*. Water Res. Vol. 401. Hal. 137-143
- Corre, K. S. L., Jones, V. E., Hobbs, P., dan Parsons, S. A. 2005. *Impact of Calcium on Struvite Crystal Size, Shape and Purity*.
- Corre, K. S. L., Jones, V. E., Hobbs, P., dan Parsons, S. A. 2007. *Agglomeration of Struvite Crystal*. Water Research. Vol. 412, No. 3. Hal. 419-425.
- Demeestere, K., Smet, E., Van Langenhove, H., dan Galbacs, Z. 2001. *Optimalisation of Magnesium Ammonium Phosphate precipitation and its Applicability to the Removal of Ammonium*. Environmental Technology. Vol. 22, No. 12. Hal. 1419-1428.
- Dhakal, S. 2010. *A Laboratory Study of Struvite Precipitation for Phosphorus Removal from Concentrated Animal Feeding Operation Wastewater*. Masters Theses. Paper 6724.
- Driver, J., Lijmbach, D., dan Steen, I. 1999. *Why Recovery Phosphorus for Recycling and How?*. Environmental Technology. Vol. 20, No. 7. Hal. 651-662.
- Doyle, J. D. dan Parsons, S. A. 2002. *Struvite Formation, Control and Recovery*. Water Research. Vol. 36, No. 16. Hal. 3925-3940.

Durrant, A. E., Scrimshaw, M. D., Stratful, I., dan Lester, J. N. 1999. *Review of the Feasibility of Recovering Fosfat from Wastewater for Use As a Raw Material by the Fosfat Industry*. Environmental Technology. Vol. 20, No. 7. Hal. 749-758.