



# PEMODELAN CONTROLLED RELEASE FERTILIZER

## Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam  
ilmu teknik kimia

Oleh:

**Febryan (2011620085)**

**Liem Handi Wijaya Susanto (2012620057)**

Pembimbing:

**Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D**

**Dr. Judy Retti Witono, Ir., M.App.Sc.**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG**

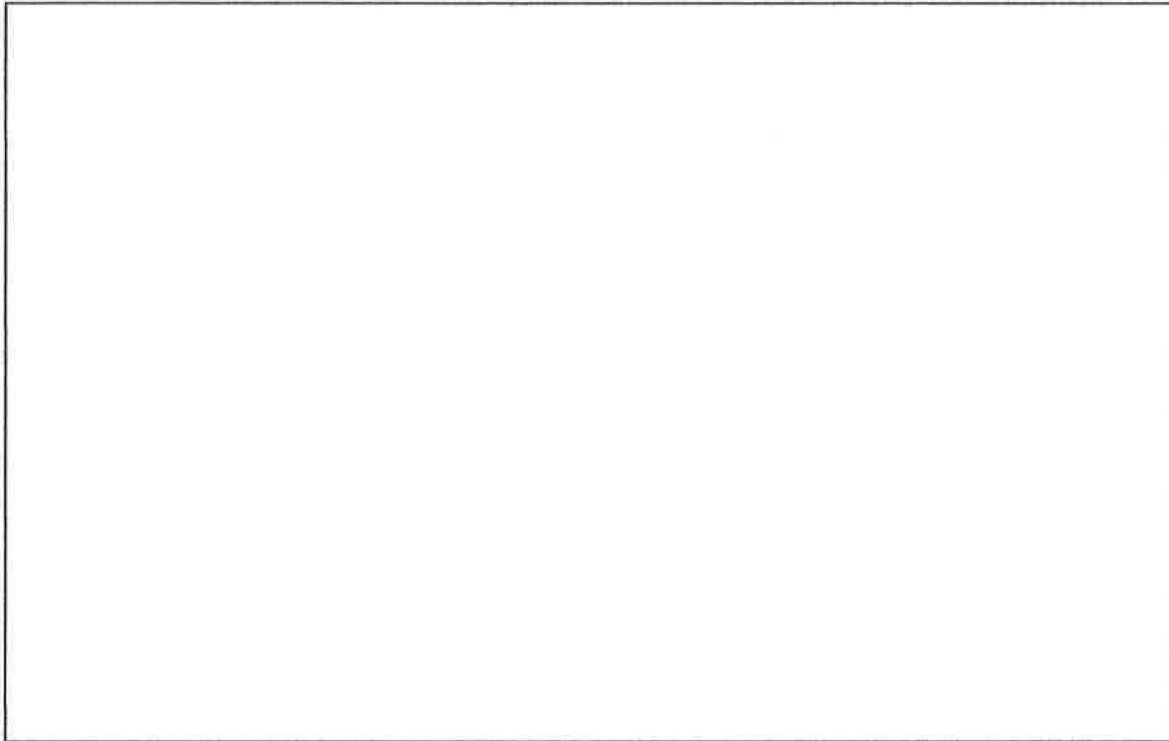
**2017**

No. Kode	: TK FEB P / 17
Tanggal	: 22 Februari 2017
No. Ind.	: 4279-FTI / skp 33496
Divisi	:
Hadiah	:
Dari	: FTI

**LEMBAR PENGESAHAN**

JUDUL : **PEMODELAN *CONTROLLED RELEASE FERTILIZER***

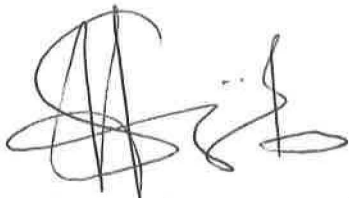
CATATAN :



Telah diperiksa dan disetujui

Bandung, 3 Januari 2017

Pembimbing 1

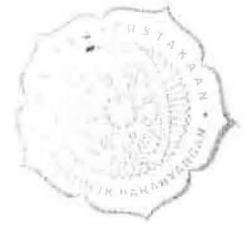


Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D

Pembimbing 2



Dr. Judy Retti Witono, Ir., M.App.Sc.



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN BANDUNG

### SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Febryan  
NRP : 6211085  
Nama : Liem Handi Wijaya Susanto  
NRP : 6212057

Dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul :

#### **PEMODELAN CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

adalah hasil pekerjaan kami sendiri dan seluruh informasi ataupun materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 3 Januari 2017

Bandung, 3 Januari 2017

Febryan

Liem Handi W. S

**LEMBAR REVISI**



**JUDUL : PEMODELAN CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

**CATATAN :**

Telah diperiksa dan disetujui

Bandung, 8 Januari 2017

**Penguji 1**

**Dr. Ir. Asaf K Sugih**

**Penguji 2**

**Kevin C Wanta, S. T., M.Eng**

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan kuasa-Nya sehingga laporan penelitian dengan judul “PEMODELAN CONTROLLED RELEASE FERTILIZER” dapat diselesaikan tepat waktu. Laporan penelitian ini dibuat untuk memenuhi persyaratan mata kuliah PENELITIAN pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam penulisan makalah ini, penulis mengalami banyak kendala dari pencarian sumber sampai dengan pemahaman dari sumber tersebut. Namun pada akhirnya makalah ini dapat terselesaikan dengan baik. Keberhasilan membuatnya makalah berkat adanya dukungan dan masukan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga laporan penelitian ini dapat selesai,
2. Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D dan Dr. Judy Retti Witono, Ir., M.App.Sc. selaku dosen mata pembimbing yang telah memberi arahan dan pengetahuan dalam penyusunan laporan penelitian ini,
3. Keluarga yang telah memberikan dukungan secara moral maupun material,
4. Teman – teman penulis yang telah memberikan masukan dan motivasi pada pembuatan laporan penelitian ini

Penulis menyadari bahwa makalah ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata, penulis berharap agar laporan penelitian ini bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung,

Penulis



## DAFTAR ISI



HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR ISTILAH .....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah .....	3
1.3 Identifikasi Masalah .....	3
1.4 Hipotesis.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pupuk.....	5
2.2 Klasifikasi Pupuk.....	5
2.3 Pupuk Urea .....	6
2.4 Kerusakan Lingkungan yang disebabkan Pemakaian Pupuk yang Berlebihan .....	7
2.5 <i>Controlled-Release Fertilizer</i> .....	7
2.6 Klasifikasi <i>Controlled-Release Fertilizer</i> .....	8
2.7 Adsorpsi.....	10
2.7.1 Pengertian Adsorpsi.....	10
2.7.2 Kinetika Adsorpsi.....	10
2.7.2.1 Model Persamaan Pseudo Orde 1 .....	10
2.7.2.2 Model Persamaan Pseudo Orde 2 .....	11

2.7.2.3 Model Elovich .....	12
2.8 Model Persamaan Isoterm .....	12
2.8.1 Isoterm Langmuir .....	12
2.8.2 Isoterm Freundlich.....	14
2.8.3 Isoterm BET .....	14
2.9 Pemodelan <i>Controlled-Release Fertilizer</i> .....	15
2.9.1 <i>Homogeneous Diffusions Model with Fix Boundary</i> .....	15
2.9.2 Astarita dan Sarti (1998) .....	16
2.9.3 Cohen dan Erneux (1988).....	18
2.9.4 Korsmeyer et al. (1986).....	19
2.10 Metode Penyelesaian Model.....	20
2.10.1 <i>Method of Lines</i> .....	20
2.10.2 Metode Penghampiran.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Pembuatan Model dengan <i>Homogeneous Surface Diffusion Model</i> .....	23
3.2 Jadwal Kerja .....	28
BAB IV PEMBAHASAN .....	33
4.1 Data Eksperimen.....	33
4.2 Penentuan Model Persamaan.....	36
4.3 Persamaan Isoterm Langmuir .....	37
4.3.1 Pengaruh Variasi Jenis Coating dan Konsentrasi Coating Serta Teknik Pembuatan pada Parameter $D_s$ , $K_f$ , $Q_0$ dan $K_L$ .....	38
4.3.2 Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Terhadap Nilai $D_s$ , $k_f$ , $Q_0$ , dan $K_L$ .....	39
4.3.3 Pengaruh Jenis Coating Terhadap Nilai $D_s$ , $k_f$ , $Q_0$ , dan $K_L$ .....	42
4.3.4 Pengaruh Metode Pembuatan Terhadap Nilai $D_s$ , $k_f$ , $Q_0$ , dan $K_L$ .....	45
4.4 Persamaan Isoterm Freundlich .....	47
4.4.1 Penentuan Parameter .....	47
4.4.2 Pengaruh variasi jenis coating dan konsentrasi coating serta teknik pembuatan pada parameter $k_a$ dan $n$ .....	48
4.4.3 Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Terhadap Nilai $k_a$ , dan $n$ .....	49

4.4.4 Pengaruh Perbedaan Jenis Coating Terhadap Nilai $k_a$ , dan $n$ .....	50
4.4.5 Pengaruh Metode Pembuatan Terhadap Nilai $D_s$ , $k_f$ , $k_a$ , dan $n$ .....	51
4.5 Penentuan Model Isoterm Langmuir dan Isoterm Freundlich.....	53
BAB V KESIMPULAN.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN A.....	58
LAMPIRAN B.....	66





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Urea .....	6
Gambar 2.2 Klasifikasi <i>Controlled-Release Fertilizer</i> .....	9
Gambar 2.3 Homogeneous Surface Diffusion Model .....	16
Gambar 3.1 Flowchart Prosedur Pembuatan Model Matematika .....	23
Gambar 3.2 Asumsi Model .....	24
Gambar 3.3 Flowchart Penentuan Nilai Parameter .....	24
Gambar 4.1 Grafik Waktu vs Konsentrasi (C) Metode Dispersi .....	34
Gambar 4.2 Grafik Waktu vs Konsentrasi (C) Metode Dispersi .....	36
Gambar 4.3 Asumsi Model .....	37
Gambar 4.4 Grafik $D_s$ isoterm Langmuir .....	39
Gambar 4.5 Grafik $k_f$ isoterm Langmuir .....	40
Gambar 4.6 Grafik $Q_0$ isoterm Langmuir .....	40
Gambar 4.7 Grafik $KL$ isoterm Langmuir .....	41
Gambar 4.8 Grafik $D_s$ isoterm Langmuir .....	42
Gambar 4.9 Grafik $k_f$ isoterm Langmuir .....	43
Gambar 4.10 Grafik $Q_0$ isoterm Langmuir .....	43
Gambar 4.11 Grafik $KL$ isoterm Langmuir .....	44
Gambar 4.12 Grafik $D_s$ isoterm Langmuir .....	45
Gambar 4.13 Grafik $k_f$ isoterm Langmuir .....	45
Gambar 4.14 Grafik $Q_0$ isoterm Langmuir .....	46
Gambar 4.15 Grafik $KL$ isoterm Langmuir .....	47
Gambar 4.16 Grafik $K_a$ isoterm Freundlich .....	49
Gambar 4.17 Grafik $n$ isoterm Freundlich .....	49
Gambar 4.18 Grafik $k_a$ isoterm Freundlich .....	50
Gambar 4.19 Grafik $n$ isoterm Freundlich .....	51
Gambar 4.20 Grafik $k_a$ isoterm Freundlich .....	51
Gambar 4.21 Grafik $n$ isoterm Freundlich .....	52
Gambar 4.22 Grafik model isoterm Langmuir .....	53
Gambar 4.23 Grafik model isoterm Freundlich .....	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penghampiran Turunan Pertama .....	22
Tabel 2.2 Penghampiran Turunan Kedua.....	22
Tabel 3.1 Jadwal Kerja Penelitian.....	30
Tabel 4.1 Data Eksperimen Variasi Dispersi .....	33
Tabel 4.2 Data Eksperimen Variasi Ekstruksi.....	35
Tabel 4.3 Hasil nilai parameter isoterm Langmuir.....	38
Tabel 4.4 Hasil nilai parameter isoterm Freundlich.....	48



## DAFTAR ISTILAH

$U$  = konsentrasi solvent dalam polimer ( $\text{mol}/\text{cm}^3$ )

$U^*$  = konsentarsi minimum solvent yang dibutuhkan untuk merubah fasa glassy menjadi fasa rubbery ( $\text{mol}/\text{cm}^3$ )

$U_e$  = konsentrasi solvent pada permukaan fasa rubbery ( $\text{mol}/\text{cm}^3$ )

$k_1$  = koefisien perpindahan massa solfent ( $\text{cm}/\text{s}$ )

$k_f$  = koefisien perpindahan massa pupuk ( $\text{cm}/\text{s}$ )

$V$  = konsentrasi pupuk ( $\text{mol}/\text{cm}^3$ )

$V_i$  = konsentrasi awal pupuk dalam CRF ( $\text{mol}/\text{cm}^3$ )

$\beta_d^*$  = konstanta penghubung difusifitas pupuk dengan konsentrasi solvent

$K$  = konstanta koreksi perubahan volume

$D_v$  = difusifitas pupuk ( $\text{cm}^2/\text{s}$ )

$D$  = difusifitas solvent ( $\text{cm}^2/\text{s}$ )

$T$  = waktu (s)

$R$  = posisi radial di dalam CRF (cm)

$S_1(t)$  = jari jari fasa glassy pada waktu tertentu (cm)

$S_2(t)$  = jari jari fasa rubbery pada waktu tertentu (cm)

$C$  = konsentrasi pupuk di fasa bulk (ppm)

$q$  = konsentrasi pupuk di padatan *controlled release fertilizer* (ppm)

$D_s$  = koefisien difusivitas pupuk ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

$k_f$  = konstanta perpindahan massa (m/s)

$Q_0$  = kapasitas maksimum pupuk dalam polimer ( $\text{mg}_{\text{solute}}/\text{g}_{\text{adsorben}}$ )

$KL$  = konstanta Langmuir ( $\text{m}^3/\text{mg}_{\text{solute}}$ )

$k_a$  = kapasitas adsorpsi

$n$  = intensitas adsorpsi



## INTISARI

Penggunaan pupuk urea dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Penggunaan pupuk urea sendiri dianggap tidak efisien yang dapat berdampak pada pencemaran pada lingkungan. Hal tersebut dikarenakan hanya sebagian kecil nitrogen yang dapat terserap oleh tanaman yang sisanya dapat hilang melalui *leaching*, *run-off*, *denitrification*, dan *ammonia volatilization*. Oleh sebab itu perlu dilakukannya pengontrolan pada pupuk urea agar tidak mencemari lingkungan dengan *controlled release fertilizer*. *Controlled release fertilizer* adalah pupuk yang telah termodifikasi dari pupuk konvensional agar penyerapan nitrogen lebih efisien dan menghindari terbuangnya nitrogen ke lingkungan. Dengan pemodelan pada *controlled release fertilizer* dapat diketahui kinerja pelepasan nitrogen yaitu seberapa lambat pelepasan pupuk urea.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai parameter pada berbagai variasi percobaan dan untuk menentukan antara isotherm Langmuir atau Freundlich yang lebih cocok. Model yang digunakan adalah *Homogeneous Diffusion Model with Fixed Boundary*. Pada penelitian ini akan dicari parameter-parameter yang berpengaruh dan kemudian akan dicari pengaruhnya terhadap berbagai variasi percobaan serta dapat mengetahui isotherm mana yang lebih baik.

Parameter dari penelitian ini adalah  $D_s$ ,  $k_f$ ,  $Q_0$ ,  $KL$ ,  $k_a$ , and  $n$ . Hasil yang diperoleh adalah  $D_s$   $(4.124 - 9.012) \times 10^{-11}$ ,  $k_f$   $(6.468 - 20.8) \times 10^{-6}$ ,  $Q_0$   $(1.789 - 5.972) \times 10^3$ ,  $KL$   $(2.506 - 16.31) \times 10^{-4}$ ,  $k_a$   $(5.253 - 8.122) \times 10^2$ , dan  $n$   $(1.345 - 2.59) \times 10^1$ . Metode pelapisan yang lebih baik adalah dispersi. Jenis *coating* yang lebih baik adalah polietilen glikol. Konsentrasi pelapis lebih tinggi dapat melepaskan pupuk lebih cepat.



## ABSTRACT

The use of urea from the year to year has increased. The use of urea itself is considered insufficient which can cause pollution to the environment. That is because only a small fraction of nitrogen that can be absorbed by plants, that the rest can be lost through leaching, run-off, denitrification, and ammonia volatilization. Therefore, it needs to control the urea fertilizer so it can not pollute the environment with controlled release fertilizer. Controlled release fertilizer is the modified fertilizer from conventional fertilizer in order to adsorb nitrogen more efficiently and can prevent nitrogen release to the environment. With modeling in controlled release fertilizer it can be seen the performance of nitrogen release, how slow the release of fertilizer urea .

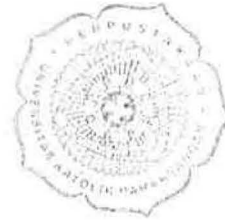
This research has a purpose to compare the parameters value in various experiments and to determine which isotherms are more match between Langmuir isotherm or Freundlich isotherm. In this research, the model is Homogeneous Diffusion Model with Fixed Boundary. From this research will find which parameters have influence and will find the influence in the various experiment as well as can find which isotherms are more match.

The parameters of this research are  $D_s$ ,  $k_f$ ,  $Q_0$ ,  $K_L$ ,  $k_a$ , and  $n$ . The results are  $D_s$   $(4.124 - 9.012) \times 10^{-11}$ ,  $k_f$   $(6.468 - 20.8) \times 10^{-6}$ ,  $Q_0$   $(1.789 - 5.972) \times 10^3$ ,  $K_L$   $(2.506 - 16.31) \times 10^{-4}$ ,  $k_a$   $(5.253 - 8.122) \times 10^2$ , dan  $n$   $(1.345 - 2.59) \times 10^1$ . Dispersion method is better than extraction. Polyethylene glycol is better than acetate anhydride. Coating with high concentration can release the fertilizer more rapidly.



# BAB I

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Pupuk adalah suatu bahan yang mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Pupuk berguna untuk memberikan nutrisi yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak (*macronutrient*). Nutrisi terpenting yang dibutuhkan oleh tanaman adalah N, P, dan K (Mangel, 2007).

Nutrisi sangat penting bagi tanaman untuk pertumbuhan akar, batang, daun, dan buah. Pupuk menyediakan nutrisi tersebut di dalam tanah untuk memenuhi nutrisi tersebut. Sering kali nutrisi di dalam tanah mengalami defisiensi akibat pemanenan dan faktor lingkungan. Sehingga dibutuhkan pupuk untuk menggantikan nutrisi yang hilang tersebut (Gorecki, 2005).

Kebutuhan akan pupuk di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Menurut Departemen Pertanian RI pada tahun 2006 hingga 2015 kebutuhan pupuk urea mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2006 sendiri kebutuhan pupuk urea di Indonesia 5.620.000 ton. Kemudian pada tahun 2007 meningkat menjadi 9.169.483 ton. Pada 2008 kebutuhan akan pupuk urea meningkat menjadi 9.780.280 ton. Di tahun 2009 kebutuhan pupuk urea meningkat menjadi 10.439.861 ton. Kemudian pada tahun 2010 meningkat menjadi 11.152.600 ton. Yang kemudian di tahun 2011 juga mengalami peningkatan menjadi 11.923.281 ton. Di tahun 2012 juga naik lagi menjadi 12.757.143 ton. Pada tahun 2013 kebutuhan pupuk urea meningkat lagi menjadi 13.659.930 ton. Di tahun 2014 meningkat menjadi 14.637.932 ton. Pada tahun ini sendiri kebutuhan pupuk menjadi 15.698.042 ton. Yang dari tahun ke tahun peningkatannya sekitar 6.95%. (Deptan, 2009)

Kebutuhan pupuk di Indonesia meningkat seiring waktu. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan pupuk di Indonesia tidak efisien. Oleh sebab itu penggunaan pupuk perlu dikontrol karena penggunaan pupuk yang berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan pada lingkungan. Penggunaan pupuk yang berlebihan menyebabkan terdapat sisa nutrisi yang tidak terserap oleh tanaman yang menyebabkan leaching, run off, denitrification, dan ammonia volatilization yang mengakibatkan kerusakan pada lingkungan. (Defra, 2010)



Untuk mengurangi penggunaan pupuk yang tidak efisien maka perlu dikontrol. Salah satu metode untuk mengontrol pelepasan nutrisi pada pupuk adalah *controlled-release fertilizer*. *Controlled-release fertilizer* adalah pupuk yang mengandung bahan organik dan sintetik yang mana pelepasan nutrisinya dikontrol sepanjang waktu. Pengontrolan pupuk dapat dilakukan dengan enkapsulasi, dll (Detroit, 1988).

Pada pupuk anorganik biasanya pelepasan nutrisinya sangat cepat sehingga dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan. Maka pupuk konvensional perlu dimodifikasi menjadi *controlled-release fertilizer* (Morris, et al., 2007). Pupuk urea memiliki keuntungan yaitu harganya yang murah, mudah ditangani, mudah larut dalam air, dan memiliki nitrogen yang tinggi sehingga digunakan untuk *controlled-release fertilizer* (Mulvaney dan Bremner, 1981).

*Controlled release fertilizer* sangat berguna untuk mencegah tercemarnya nitrogen yang tidak terserap ke lingkungan. Kurangnya model pada *controlled release fertilizer* menjadi salah satu alasan kenapa perlunya pemodelan *controlled release fertilizer*. Ada beberapa penelitian tentang *controlled release fertilizer*. Seperti pada model Astarita dan Sarti (1978) model tersebut menggambarkan perubahan jari-jari polimer karena difusi *solvent*, model yang dipakai adalah model difusi pada slab. Model ini mengasumsikan terjadi proses pengecilan jari-jari polimer bagian dalam, sedangkan jari-jari polimer pada bagian permukaan polimer dan *solvent* diasumsikan konstan. Pada model Cohen dan Erneux (1988) model yang dipakai didasari oleh model Astarita dan Sarti tetapi Cohen dan Erneux merubah persamaan *moving boundary* pada jari-jari dalam polimer menjadi *fix boundary*. Pada Korsmeyer et al. mengusulkan sebuah model *swelling* yang memiliki koefisien difusi bergantung dari konsentrasi solventnya. Model yang diusulkan tidak membedakan fasa *glassy* dan fasa *rubbery*, sehingga hanya jari-jari luar polimer saja yang berubah terhadap waktu (*swelling*) tetapi pada model ini tidak menjelaskan koefisien yang menghubungkan antara difusivitas pada pelarut dengan difusivitas pada pupuk itu sendiri.

Pada penelitian ini *swelling* dapat diabaikan karena *swelling* terjadi dengan sangat cepat. Parameter – parameter yang berpengaruh akan dihitung dan dibandingkan pada berbagai variasi. Variasi-variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi jenis coating ( anhidrida asetat dan polietilen glikol), konsentrasi larutan coating ( anhidrida

asetat (25 ml dan 50 ml) dan polietilen glikol(25 mL dan 50 mL)) serta variasi teknik pembuatan (ekstruksi dan dispersi).

Model dari *Controlled Released Fertilizer* dapat dimodelkan dengan persamaan Ficks *Homogeneous Diffusion Model*. Terdapat beberapa parameter yang perlu diselesaikan yang kemudian dibuat diskala ulang menjadi non dimensional untuk mempermudah. Yang kemudian persamaan itu diselesaikan dengan metode numerik *finite different method* untuk mendapatkan parameter – parameter yang telah diestimasi sebelumnya dan dilakukan validasi lalu mencocokkan dengan data percobaan yang telah dilakukan.

## 1.2 Tema Sentral Masalah

Tema sentral masalah dalam penelitian yang dilakukan adalah melakukan pemodelan *controlled-release fertilizer* serta membandingkan parameter-parameter terhadap beberapa variasi serta membandingkan model isotherm Langmuir dan isotherm Freundlich

## 1.3 Identifikasi Masalah

1. Apa pengaruh jenis coating, konsentrasi larutan coating serta variasi teknik pembuatan terhadap parameter parameter difusi?
2. Model isotherm mana yang lebih baik dipakai?

## 1.4 Hipotesis

1. Nilai parameter  $D_s$  dan  $K_f$  akan lebih besar pada konsentrasi yang lebih besar
2. Nilai parameter  $Q_0$  akan berbanding lurus dengan konsentrasi larutan coating
3. Nilai parameter  $K_l$  akan berbanding terbalik dengan parameter  $Q_0$
4. Nilai parameter  $K_a$  dan  $n$  akan berbanding lurus dengan konsentrasi larutan coating
5. Model persamaan Isoterm Langmuir lebih cocok digunakan

## 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1.5.1 Mengetahui pengaruh dari beberapa variasi terhadap parameter parameter difusi dan parameter isotherm Langmuir dan Freundlich
- 1.5.2 Mengetahui isotherm yang cocok dengan model yang dipakai

## 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

- 1.6.1 Manfaat bagi pemerintah adalah membantu dalam mengatasi pencemaran lingkungan akibat pupuk yang tidak terkontrol
- 1.6.2 Manfaat bagi mahasiswa dan ilmuwan adalah memberikan tambahan pengetahuan terhadap pembuatan model pada *controlled-release fertilizer* dan pengaruh berbagai variasi terhadap parameter-parameter difusi dan parameter isotherm
- 1.6.3 Manfaat bagi Industri adalah memberikan alternatif lain dalam pembuatan pupuk yang sesuai yang dapat mengurangi dampak buruk ke lingkungan