



**SINTESA CONTROLLED RELEASE FERTILIZER  
MELALUI METODE ENKAPSULASI DENGAN  
POLIETILEN GLIKOL, ANHIDRIDA ASETAT, DAN  
KOPOLIMER PATI GANYONG**

**Laporan Penelitian**

Digunakan untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar  
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

Oleh:

**Cindy (6213062)**

**Stella Hardja (6213076)**

Pembimbing :

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

**Herry Santoso, S.T., MTM, PhD**

**ICE 410-4 LAPORAN PENELITIAN**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
2017**

No. Kode	: TK CIN 9/17
Tanggal	: 23 Februari 2017
No. urut	: 4240-ETI/GKP 33507
Divisi	:
Medan / Beker	:
Dari	: FTI



## LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL: Sintesa *Controlled Release Fertilizer* Melalui Metode Enkapsulasi dengan Polietilen Glikol, Anhidrida Asetat, dan Kopolimer Pati Ganyong

CATATAN

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 4 Januari 2017

Pembimbing,

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

Pembimbing,

Herry Santoso, S.T., MTM, PhD.



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

## SURAT PERNYATAAN

Kami, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cindy

NRP : 6213062

Nama : Stella Hardja

NRP : 6213076

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian dengan judul:

*SINTESA CONTROLLED RELEASE FERTILIZER MELALUI METODE ENKAPSULASI  
DENGAN POLIETILEN GLIKOL, ANHIDRIDA ASETAT, DAN KOPOLIMER PATI  
GANYONG*

Adalah hasil pekerjaan kami, dan seluruh ide, pendapat, dan 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 kami bersedia menanggung sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 4 Januari 2017

Cindy  
(2013620062)

Stella Hardja  
(2013620076)



## LEMBAR REVISI

**JUDUL:** Sintesa *Controlled Release Fertilizer* Melalui Metode Enkapsulasi dengan Polietilen Glikol, Anhidrida Asetat, dan Kopolimer Pati Ganyong

CATATAN

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 16 Januari 2017

Penguji,

Ir. YIP Arry Miryanti, M.Si

Penguji,

Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan rahmat-Nya Laporan Penelitian yang berjudul “Sintesa *Controlled Release Fertilizer* Melalui Metode Enkapsulasi dengan Polietilen Glikol, Anhidrida Asetat, dan Kopolimer Pati Ganyong” ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Proposal Penelitian ini dibuat untuk melengkapi salah satu tugas akhir dari Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Proses pembuatan Proposal Penelitian ini tidak mudah dan melalui banyak rintangan, dimulai dari pencarian sumber, pemahaman studi literatur serta mengamati berbagai hasil penelitian dari peneliti sebelumnya. Namun, pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Proposal Penelitian ini dengan baik. Keberhasilan dari Proposal Penelitian ini tidak dapat tercapai tanpa bantuan dan dukungan dari orang-orang terkasih, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus yang selalu memberi kekuatan, petunjuk, dan ketenangan dalam menghadapi segala situasi,
2. Dr. Judy Retti Witono, Ir., M.App.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Proposal Penelitian,
3. Herry Santoso, S.T., MTM, PhD. selaku dosen pembimbing yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Proposal Penelitian,
4. Keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dan kekuatan,
5. Semua kerabat penulis yang memberikan dukungan dan arahan sehingga Proposal Penelitian ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa Proposal Penelitian ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis bersedia menerima kritik dan saran untuk pengembangan Proposal Penelitian ini agar dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya, dan penulis berharap agar Proposal Penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan mempelajarinya.

Bandung, 18 Mei 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

COVER DALAM .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
SURAT REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
INTISARI .....	xv
ABSTRACK .....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tema Sentral Masalah .....	3
1.3 Batasan masalah .....	3
1.4 Identifikasi Masalah .....	3
1.5 Premis .....	3
1.6 Hipotesis.....	3
1.7 Tujuan Penelitian.....	4
1.8 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Pupuk .....	9
2.2. Unsur-unsur yang dibutuhkan dalam Pupuk.....	10
2.2.1. Nitrogen .....	10
2.2.2. Fosfor .....	10
2.2.3. Kalium.....	11
2.3 Masalah penggunaan Pupuk yang berlebihan.....	11
2.4. <i>Controlled Release Fertilizer</i> (CRF) .....	11
2.4.1 Mekanisme Pelepasan Nutrisi dari <i>Controlled Release Fertilizer</i> .....	12

2.4.2 Karakterisasi <i>Controlled Release Fertilizer</i> .....	13
2.5 Sintesa <i>Controlled Release Fertilizer</i> dengan metode Matriks .....	14
2.6 Sintesa <i>Controlled release fertilizer</i> dengan teknik enkapsulasi .....	17
2.6.1. Berdasarkan banyaknya layer, teknik enkapsulasi dapat dijabarkan menjadi 3 bagian, diantaranya : .....	18
2.6.1.1 Monolayer .....	18
2.6.1.2 Double layer .....	19
2.6.1.3 Multilayer .....	20
2.7 Sintesa <i>Controlled Release Fertilizer</i> dengan teknik matriks dan enkapsulasi .....	23
2.8 Pati .....	27
2.9 Pati Ganyong .....	28
2.10 Asam akrilat .....	29
2.11 Polietilen glikol .....	30
2.12 Anhidrida asetat .....	30
2.13 Sodium Alginat .....	31
2.14 Reagen erhlich .....	31
2.15 Grafting .....	32
<b>BAB III BAHAN DAN METODE PENELITIAN</b> .....	<b>34</b>
3.1 Bahan Baku penelitian .....	34
3.1.1 Bahan Baku Utama .....	34
3.1.2 Bahan Kimia untuk Analisis .....	36
3.2 Peralatan-peralatan Penelitian .....	36
3.2.1 Peralatan Utama .....	36
3.2.2 Peralatan Analisis .....	38
3.3 Variasi Percobaan .....	39
3.4 Prosedur Percobaan .....	40
3.4.1 Percobaan Pendahuluan .....	40
3.4.2 Percobaan Utama .....	40
3.4.2.1 Pelapisan pertama pada pupuk .....	40
3.4.2.1.1 Pembuatan bahan polietilen glikol .....	41
3.4.2.1.2 Pembuatan bahan pati anhidrida asetat .....	42
3.4.2.1.3 Pembuatan bahan sodium alginat .....	42
3.4.2.2 Pembuatan bahan kopolimer sebagai bahan lapisan kedua .....	42

3.4.2.3 Variasi Teknik pelapisan .....	43
1) Teknik Dispersi .....	43
2) Teknik Ekstruksi.....	44
3.5 Analisis.....	45
3.5.1 Analisis daya serap air dari bahan enkapsulasi pada media air statis .....	45
3.5.2 Analisis pelepasan pupuk pada media air statis .....	45
3.6 Jadwal Kerja Penelitian .....	45
BAB IV .....	46
PEMBAHASAN .....	46
4.1 Bahan Baku dan Analisis Pendahuluan .....	46
4.1.1 Kadar Air Pati.....	47
4.1.2 Standardisasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	47
4.2 Pelapisan pupuk dengan teknik enkapsulasi .....	48
4.2.1 Enkapsulasi dengan polietilen glikol .....	48
4.2.2 Enkapsulasi dengan anhidrida asetat .....	50
4.2.3 Enkapsulasi dengan sodium alginat .....	51
4.3 Pelapisan pupuk dengan teknik Matriks .....	52
4.3.1 Teknik Dispersi .....	54
4.3.2 Teknik Ekstruksi .....	56
4.4 Analisis Produk .....	57
4.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	57
4.4.2 Pembuatan kurva standar urea .....	58
4.4.3 Analisa pelepasan urea .....	59
4.4.4 Analisa Penyerapan air .....	65
BAB V .....	70
KESIMPULAN & SARAN.....	70
5.1 Kesimpulan .....	70
5.2 Saran .....	70
DAFTAR PUSTAKA .....	71
LAMPIRAN A.....	75
KETENTUAN ANALISIS.....	75
A.1 Pembuatan kurva standar.....	75



A.2 Penentuan Daya Serap Air dari Bahan Enkapsulasi pada Media Air Statis .....	76
A.3 Penentuan Pelepasan Pupuk pada Media Air Statis .....	76
A.4 Standardisasi $\text{KMnO}_4$ .....	77
A.5 Standardisasi $\text{H}_2\text{O}_2$ .....	78
LAMPIRAN B .....	79
LEMBAR DATA KESELAMATAN BAHAN .....	79
B.1 Pati Ganyong .....	79
B.2 Asam Akrilat ( $\text{CH}_2\text{CHCOOH}$ ) .....	80
B.3 Aseton ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ) .....	81
B.4 Ferro Amonium Sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) .....	82
B.5 Hidrogen Peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) .....	84
B.6 N,N'-metilenbisakrilamida ( $(\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2)_2\text{CH}_2$ ) .....	85
B.7 Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) .....	87
B.8 Asam Klorida ( $\text{HCl}$ ) .....	88
B.10 Urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) .....	90
B.11 Reagen Ehrlich .....	91
B.12 Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) .....	92
B.13 Indikator fenoftalein .....	94
B.14 Polietilen glikol ( $\text{H}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OH}$ ) .....	95
B.15 Anhidrida asetat ( $\text{CH}_3\text{CO}$ ) <sub>2</sub> O .....	96
B.16 Gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ) .....	97
B.17 Sodium Alginat .....	98
LAMPIRAN C .....	100
HASIL ANTARA .....	100
C.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	100
C.2 Penentuan Kurva Standar .....	100
C.3 Pelepasan Urea .....	103
C.3.1 Matriks Teknik Dispersi .....	103
C.3.2 Matriks Teknik Ekstruksi .....	105
C.4 Daya Serap Air .....	109
C.4.1 Enkapsulasi .....	109
C.4.2 Matriks .....	110

LAMPIRAN D.....	114
GRAFIK.....	114
D.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	114
D.2 Penentuan Kurva Standar .....	114
D.3 Pelepasan Urea .....	114
D.4 Daya Serap Air .....	115
D.5 Perbandingan Teknik Matriks .....	115
LAMPIRAN E .....	118
CONTOH PERHITUNGAN .....	118



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data statistik Produksi dan Kebutuhan Pupuk Urea 2007 - 2015 .....	1
Gambar 2.1 Struktur kimia dari urea .....	10
Gambar 2.2 Bagan klasifikasi <i>Controlled Release Fertilizer</i> .....	12
Gambar 2.3 Mekanisme pelepasan nutrisi pada CRF .....	13
Gambar 2.4 Mekanisme pelepasan nutrisi pada enkapsulasi CRF .....	18
Gambar 2.5 Skema alat <i>rotating drum</i> .....	25
Gambar 2.6 Skema alat <i>fluidized bed</i> .....	26
Gambar 2.7 Skema alat <i>spouted bed</i> .....	27
Gambar 2.8 Mekanisme <i>spray fluidized bed</i> .....	27
Gambar 2.9 Struktur molekul amilosa .....	28
Gambar 2.10 Struktur molekul amilopektin .....	28
Gambar 2.11 Struktur kimia asam akrilat .....	30
Gambar 2.12 Struktur molekul Polietilen Glikol .....	30
Gambar 2.13 Reaksi kondensasi menjadi anhidrida asetat .....	31
Gambar 2.14 Struktur molekul sodium alginat .....	31
Gambar 2.15 Interaksi antara reagen erlich dengan gugus amina .....	32
Gambar 2.16 Tahap inisiasi .....	32
Gambar 2.17 Tahap propagasi .....	33
Gambar 2.18 Tahap terminasi .....	33
Gambar 3.1 Rangkaian Alat Pembuatan Kopolimer .....	37
Gambar 3.2 <i>Fluidized bed</i> .....	38
Gambar 3.3 Diagram alir analisis kadar air pada pati .....	40
Gambar 3.4 Diagram alir pembuatan pati-polietilen glikol matriks .....	41
Gambar 3.5 Diagram alir pembuatan pati-polietilen glikol enkapsulasi .....	41
Gambar 3.6 Diagram alir pembuatan pati-anhidrida asetat .....	42
Gambar 3.7 Diagram alir pembuatan sodium alginat .....	42
Gambar 3.8 Diagram alir pembuatan kopolimer .....	43
Gambar 3.9 Diagram alir teknik dispersi .....	44
Gambar 3.10 Diagram alir teknik ekstruksi .....	44

Gambar 4.1 Pupuk urea granular.....	46
Gambar 4.2 Pati Ganyong.....	47
Gambar 4.3 Rangkaian alat gelatinasi dan pencampuran pati.....	49
Gambar 4.4 Pati-polietilen glikol.....	49
Gambar 4.5 Enkapsulasi pupuk urea dengan polietilen glikol.....	50
Gambar 4.6 Pati-asetat.....	51
Gambar 4.7 Enkapsulasi pupuk urea dengan pati-asetat.....	51
Gambar 4.8 Enkapsulasi pupuk urea dengan sodium alginat.....	52
Gambar 4.9 Reaktor batch.....	53
Gambar 4.10 <i>Impeller</i> tipe turbin.....	53
Gambar 4.11 Struktur molekul span 60.....	54
Gambar 4.12 Struktur molekul sikloheksana.....	55
Gambar 4.13 Campuran dengan <i>water in oil system</i> .....	55
Gambar 4.14 Produk matriks dengan teknik dispersi.....	56
Gambar 4.15 Produk matriks di dalam larutan $\text{CaCl}_2$ .....	57
Gambar 4.16 Produk matriks dengan teknik ekstruksi.....	57
Gambar 4.17 Panjang gelombang maksimum pupuk urea.....	58
Gambar 4.18 Kurva standar pupuk urea.....	59
Gambar 4.19 Persiapan analisis penyerapan air.....	59
Gambar 4.20 Blanko dan larutan urea yang akan diuji.....	60
Gambar 4.21 Kurva pelepasan pupuk teknik dispersi.....	61
Gambar 4.22 Kurva pelepasan pupuk teknik ekstruksi.....	62
Gambar 4.23 Kurva perbandingan metode gabungan (PEG).....	62
Gambar 4.24 Kurva perbandingan metode gabungan (AA).....	61
Gambar 4.25 Daya serap air untuk enkapsulasi.....	66
Gambar 4.26 struktur molekul aseton.....	67
Gambar 4.27 Analisa penyerapan air teknik dispersi.....	68
Gambar 4.28 Analisa penyerapan air teknik ekstruksi.....	68
Gambar A.1 Diagram alir pembuatan kurva standar.....	75
Gambar A.2 Diagram alir penentuan pelepasan urea.....	75
Gambar A.3 Proses Penentuan Pelepasan Pupuk dalam Media Air Statis.....	76

Gambar A.4 Diagram alir standardisasi  $\text{KMnO}_4$ .....77  
Gambar A.5 Diagram alir standardisasi  $\text{H}_2\text{O}_2$ .....77



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel premis .....	6
Tabel 2.1 Harga Eceran Tertinggi Pupuk Bersubsidi di Tingkat Kecamatan/Desa.....	10
Tabel 2.2 Studi literatur penggunaan teknik matriks.....	16
Tabel 2.3 Studi literatur penggunaan teknik enkapsulasi.....	21
Tabel 2.4 Studi literatur penggunaan teknik gabungan.....	24
Tabel 2.5 Komposisi kimia dan gizi pada 100 gram pati ganyong .....	29
Tabel 3.1 Bahan baku dan spesifikasi .....	34
Tabel 3.2 Variasi percobaan .....	39
Tabel 3.3 Parameter konstan .....	39
Tabel 3.4 Rencana kerja penelitian.....	45
Tabel A.1 Tabel pengenceran konsentrasi larutan induk untuk kurva standar.....	76
Tabel A.2 Variasi pelapisan urea yang akan diuji pelepasannya .....	78



## INTISARI

Indonesia merupakan negara agraris dengan lahan yang luas dan cuaca yang cocok untuk pertumbuhan berbagai jenis tumbuh-tumbuhan. Hal ini yang mendukung pertumbuhan pertanian di Indonesia sehingga membutuhkan pupuk dalam jumlah yang besar. Akan tetapi, penggunaan pupuk di Indonesia belum efektif dan efisien, sehingga menimbulkan permasalahan pencemaran lingkungan yang dapat diatasi dengan *Controlled Release Fertilizer* (CRF). Penggunaan CRF dapat menjadi pertimbangan dalam mengatasi masalah-masalah yang disebabkan oleh ketidakefektifan dalam penggunaan pupuk karena CRF dapat menahan laju pelepasan pupuk dalam jangka waktu tertentu serta bahan pembuatannya yang berasal dari alam dapat terdegradasi secara alami dan tidak bersifat toksik. Dalam penelitian ini kami akan menggunakan pati ganyong sebagai bahan utama dalam enkapsulasi CRF, karena pati merupakan bahan organik yang tersedia dalam jumlah yang besar di wilayah Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan CRF dengan variasi enkapsulasi pati-polietilen glikol, pati-asetat, dan sodium alginat sebagai enkapsulasi, dan kemudian dilakukan metode matriks (teknik dispersi dan teknik ekstruksi) dengan kopolimer pati ganyong yang *ter-grafted* dengan asam akrilat (AA). Selanjutnya dilakukan dua variasi volume pelapisan yaitu 25 ml dan 50 ml. Variasi yang dilakukan ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh bahan pelapisan, teknik pelapisan, dan ketebalan pelapisan terhadap kecepatan pelepasan pupuk dalam media air statis dan kemampuan CRF menyerap air. Penelitian yang akan dilakukan terdiri dari percobaan pendahuluan dan percobaan utama. Percobaan pendahuluan adalah analisis kadar air pati ganyong dan penentuan panjang gelombang maksimum dengan spektrofotometer UV-Vis. Sedangkan percobaan utama adalah pembuatan CRF dengan pelapisan enkapsulasi menggunakan sistem *fluidized bed* dan pelapisan matriks menggunakan kopolimer pati ganyong.

Hasil yang diperoleh adalah kadar air yang diperoleh sebesar 11,85%, panjang gelombang maksimum terletak di 418 nm, persamaan linier berdasarkan kurva standar adalah  $y=6585,5x + 32,631$ , dilakukannya metode penggabungan memberikan laju pelepasan pupuk yang lebih lambat dibandingkan teknik enkapsulasi saja, teknik yang memberikan hasil penahanan pelepasan pupuk yang lebih baik untuk metode penggabungan dalam membuat CRF adalah teknik dispersi, bahan yang memiliki kemampuan penyerapan air paling baik untuk teknik enkapsulasi saja adalah sodium alginat, bahan yang memiliki kemampuan pelepasan pupuk paling cepat dan penyerapan air paling baik untuk metode penggabungan teknik enkapsulasi dan teknik matriks adalah polietilen glikol, dan bahan yang memiliki kemampuan penahanan pelepasan pupuk dan penyerapan air yang paling lambat adalah asetat anhidrida.

**Kata kunci :** *Controlled release fertilizer*, kopolimer, enkapsulasi, matriks, laju pelepasan urea, metode *grafting*, pati ganyong.



## ABSTRACT

Indonesia is an agricultural country with vast land and the weather was suitable for the growth of various types of plants. It is supporting the growth of agriculture in Indonesia and require large amounts of fertilizer. However, the use of fertilizer in Indonesia has not been effective and efficient, resulting in environmental pollution problems that can be overcome with the Controlled Release Fertilizer (CRF). The use of CRF may be a consideration in overcoming the problems caused by inefficiencies in the use of fertilizer because it can withstand CRF fertilizer release rate within a certain period as well as the manufacturing material of natural origin can be degraded naturally and not toxic. In this study we will use canna starch as the main ingredient in encapsulated CRF, because starch is an organic material that is available in large quantities in the region of Indonesia.

This research aims to develop CRF with variations encapsulation starch-polyethylene glycol, starch acetate, and sodium alginate as encapsulation, and then a matrix method (dispersion technique and technique of extrusion) copolymer starch canna that were grafted with acrylic acid (AA), Furthermore, the two variations of the coating volume of 25 ml and 50 ml. This variation is done to study the effect of coating materials, coating techniques, and the thickness of the coating to the fertilizer release rate in aqueous media static and CRF ability to absorb water. Research to be done consists of preliminary experiments and the main experiment. Preliminary experiments are canna starch water content analysis and determination of the maximum wavelength of the UV-Vis spectrophotometer. While the main trial is the manufacture of CRF by plating system using fluidized bed encapsulation and coating using a copolymer matrix canna starch.

The results are obtained moisture content of 11.85%, the maximum wavelength located at 418 nm, the linear equation is based on the standard curve is  $y = 6585,5x + 32.631$ , merging method does provide fertilizer release rate is slower than encapsulation technique alone, a technique that provides results detention release fertilizers are better for merging method in making the CRF is the dispersion technique, materials that have the ability to water absorption is best for encapsulation technique alone is sodium alginate, a material that has the ability to release fertilizer fastest and water absorption are best for encapsulation technique merging method and technique matrix is polyethylene glycol, and materials that have the ability to arrest the release of fertilizer and water absorption slowest is acetic anhydride.

**Kata kunci :** Controlled release fertilizer, copolymer, single coating, double coating, rate of fertilizer released, grafting method, canna starch.

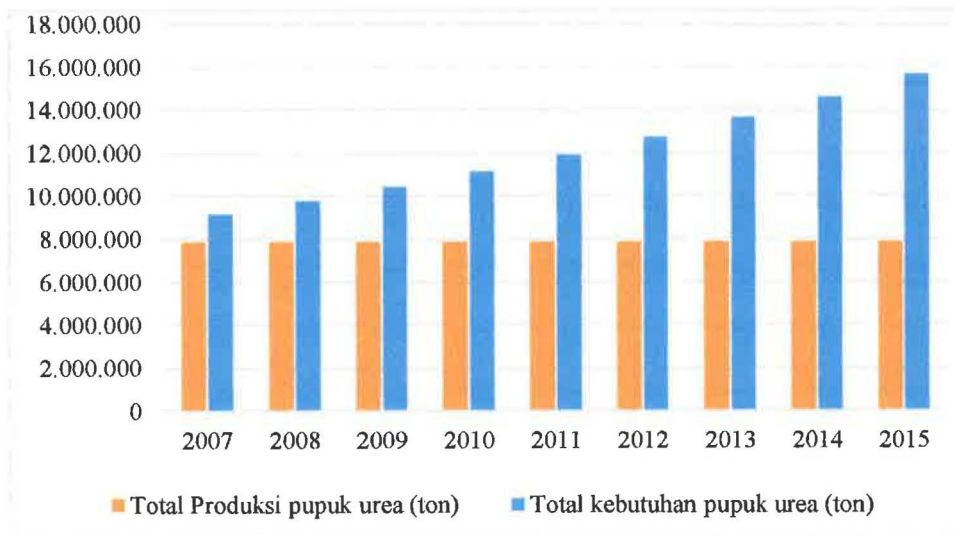




## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara agraris memerlukan pupuk dalam jumlah yang cukup besar untuk memenuhi kebutuhan swasembada akan pangan. Pupuk merupakan bahan yang berperan penting dalam bidang pertanian. Pupuk adalah bahan kimia dalam bentuk tertentu yang dapat mengubah sifat fisik, kimia dan biologi dari tanah (Roshanravan, et al., 2014). Penambahan pupuk akan meningkatkan kualitas tanah menjadi media pertumbuhan tanaman yang lebih baik (Shaoyu, et al., 2014). Pupuk urea merupakan pupuk yang paling banyak digunakan di Indonesia. Menurut Departemen Pertanian Republik Indonesia kebutuhan pupuk urea terus meningkat sebesar 6,95% setiap tahunnya ditinjau dari tahun 2007-2015. Data statistik kebutuhan pupuk dimulai tahun 2007-2015 ditunjukkan pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1** Data statistik Produksi dan Kebutuhan Pupuk Urea 2007 - 2015  
(Deptan, 2009)

Pupuk dikenal sebagai bahan yang mengandung satu atau beberapa unsur hara yang dibutuhkan bagi tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Maka dari itu, pupuk berfungsi untuk menambah nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Kebutuhan nitrogen di dalam pupuk adalah sebesar 30-50%.

Pupuk urea memiliki kandungan nitrogen yang tinggi yaitu sebesar 46%, selain itu pupuk urea memiliki harga yang cenderung ekonomis. Akan tetapi, sebagai molekul organik urea tidak mudah diserap oleh tanah (Bertolini, 2009). Maka dari itu, pupuk urea menjadi pupuk yang sering digunakan. Akan tetapi, sekitar 20-70% pupuk urea yang digunakan tidak dapat diserap oleh tanah, dan kemudian naik ke permukaan tanah akibat adanya tekanan dari air dan akhirnya terbawa oleh air hujan (*leaching*) ataupun air irigasi lalu menuju sungai (*run-off*), denitrifikasi dan volatilisasi ammonia di tanah (Shaviv, 1993). Berdasarkan peristiwa tersebut, efektifitas penggunaan pupuk urea berkurang menjadi <50%. Sisa dari pupuk yang tidak terserap akan menimbulkan kerugian dari segi ekonomi maupun kerusakan lingkungan akibat pencemaran oleh pupuk (Chen, et al., 2007).

Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan dalam penggunaan pupuk adalah dengan membuat metode pelapisan pupuk terkendali atau *Controlled Release Fertilizer* (CRF). Metode ini dapat dibuat dengan cara melapisi pupuk yang berbentuk granul dengan berbagai material, dimana pelapisan ini bertujuan untuk mengurangi laju pelepasan nutrisi dari pupuk ke lingkungan (Sempeho, et al., 2015). Keuntungan dari penggunaan *Controlled Release Fertilizer* adalah mengurangi laju pelepasan pupuk di tanah akibat air hujan ataupun air irigasi, memperpanjang persediaan nutrisi dari pupuk, meminimalkan dampak negatif dari penggunaan pupuk dengan dosis yang berlebih, dan mengurangi toksisitas dari pupuk pada tanah. Syarat material untuk pelapisan ini haruslah murah (Garcia, et al., 1996), bersifat *biodegradable* sehingga tidak merusak lingkungan, tidak bersifat toksik, dan dapat memperlambat laju pelepasan pupuk (Hignett, 1985). Tipe dari material pelapisan juga akan menentukan mekanisme laju pelepasan nutrisi dari pupuk (Hana, Chena, Hu, 2007).

## 1.2 Tema Sentral Masalah

*Controlled Release Fertilizer* merupakan suatu alternatif untuk menangani masalah yang ditimbulkan akibat kerusakan lingkungan akibat penggunaan pupuk berlebih. Masih perlu dilakukannya pengujian terhadap *Controlled Release Fertilizer* menggunakan metode enkapsulasi sehingga diperoleh laju pelepasan nutrisi yang lebih lambat dan dalam waktu yang cukup lama.

## 1.3 Batasan masalah

- 1.3.1 Pupuk yang digunakan adalah pupuk urea
- 1.3.2 Jenis biopolimer yang digunakan adalah pati ganyong

## 1.4 Identifikasi Masalah

- 1.4.1 Bagaimana pengaruh bahan polietilen glikol, anhidrida asetat dan sodium alginat sebagai bahan enkapsulasi pada granular pupuk urea terhadap kemampuan laju pelepasan pupuk dan penyerapan air?
- 1.4.2 Bagaimana pengaruh volume pelapisan enkapsulasi terhadap kemampuan laju pelepasan pupuk dan penyerapan air?
- 1.4.3 Bagaimana pengaruh metode penggabungan teknik enkapsulasi dan teknik matriks (dispersi dan ekstruksi) terhadap kemampuan laju pelepasan pupuk?
- 1.4.4 Bagaimana pengaruh teknik matriks (dispersi dan ekstruksi) pada CRF terhadap laju pelepasan pupuk?

## 1.5 Premis

Penelitian ini mengacu kepada beberapa literatur, guna membantu proses penelitian yang disajikan pada tabel 1.1.

## 1.6 Hipotesis

- 1.6.1 Enkapsulasi dengan bahan sodium alginat memberikan laju pelepasan pupuk paling lambat dan kemampuan penyerapan air yang paling tinggi dibandingkan dengan enkapsulasi menggunakan bahan polietilen glikol dan anhidrida asetat.
- 1.6.2 Semakin tinggi volume pelapisan akan memberikan laju pelepasan pupuk yang paling rendah dan juga kemampuan penyerapan air paling lambat.
- 1.6.3 Penggunaan kopolimer pati sebagai pelapisan teknik matriks akan meminimalisir laju pelepasan pupuk.
- 1.6.4 Teknik dispersi akan memberikan hasil laju pelepasan pupuk yang lebih rendah dibandingkan dengan teknik ekstruksi.

### **1.7 Tujuan Penelitian**

- 1.7.1 Mengetahui bahan enkapsulasi yang memberikan hasil terbaik terhadap laju pelepasan pupuk dan penyerapan air dalam penggunaan *Controlled Release Fertilizer*.
- 1.7.2 Membuktikan adanya pengaruh volume pelapisan terhadap laju pelepasan pupuk dan penyerapan air
- 1.7.3 Mengetahui pengaruh penggabungan teknik enkapsulasi dan teknik matriks terhadap kemampuan laju pelepasan pupuk
- 1.7.4 Teknik matriks dapat meminimalisir laju pelepasan pupuk

### **1.8 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

#### **1.8.1 Bagi industri**

Manfaat bagi industri adalah dapat menghidupkan industri pupuk di Indonesia.

#### **1.8.2 Bagi pemerintah**

Manfaat bagi pemerintah adalah dapat mengurangi biaya subsidi untuk pupuk karena dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk terkendali, mengurangi jumlah pengangguran karena berkembangnya industri di Indonesia, serta meningkatkan

pendapatan perkapita negara dengan menjadi agen produksi pupuk terbaik bagi negara agraris lainnya.

### 1.8.3 Bagi masyarakat

Manfaat bagi masyarakat adalah dapat meningkatkan pemanfaatan dari pati ganyong yang belum dapat dimaksimalkan, memberikan informasi mengenai pati ganyong tidak hanya dijadikan sumber pangan, mengurangi kerugian dari segi ekonomi dikarenakan pupuk yang tidak terserap 100% oleh tanaman, dan dapat mengurangi kerusakan lingkungan akibat penggunaan pupuk berlebih.

### 1.8.4 Bagi peneliti

Manfaat bagi peneliti adalah memperoleh wawasan baru mengenai pembuatan *Controlled Release Fertilizer* yang baik.

Tabel 1.1 Tabel Premis

Peneliti	Tahun	Bahan baku	Variabel	Proses	Hasil	Alat yang digunakan untuk analisis
<i>Producing slow release fertilizer urea by enkapsulasi with starch / acrylic acid in fluid bed spraying</i>						
Suherman dan Didi Dwi Anggoro	2011	Pati, Asam Akrilat, Polietilen glikol	~variasi pati (%wt): 0; 0.5; 1; 1.5; 2	enkapsulasi pupuk dengan lapisan enkapsulasicampuran pati, polietilen glikol dan asam akrilat	~pelapisan <i>monolayer</i> ~permukaan pelapisan lebih padat dengan pati ~Kandungan pati, laju disolusi menurun ~Temperatur <i>bed</i> yang tinggi, laju disolusi meningkat ~Kandungan pati tinggi, persen pelapisan tinggi, ~Laju disolusi pupuk adalah 1.7856 g/hari (53.568/30 hari)	~SEM untuk melihat struktur pelapisan
<i>Synthesis of a starch derivative and its application in fertilizer for slow nutrient release and water holding</i>						
Shaoyu Lu, Chunnel Gao, Xinggang Wang, Xiubin Xiu, Xiao Bai, Nannan Gao, Chen Feng, Yi Wei, Lan Wu, Mingzhu Liu	2014	Pati jagung, anhidrida asetat, NaOH, <i>xanthan gum / carboxymethyl starch</i> (CMS/XG), <i>Trisodium trimetaphosph</i>	~SA 5% ; 7% ,9% ~ <i>triacetin</i> (0 ; 10%; 20% - <i>wtriacetin/wSA</i> ) ~jumlah lapisan	Enkapsulasi dengan SA-asetat, lalu <i>crosslinking</i> CMS/XG dengan <i>crosslinker</i> TSTP sebagai pelapisan kedua	~60 gram urea yang di- enkapsulasi satu lapis dengan SA dengan tambahan <i>plasticizer</i> dapat mencapai waktu 20 hari ~60 gram urea yang di- enkapsulasi dua lapis dengan lapisan pertama menggunakan SA dan	~ <i>X-ray diffraction</i> (melihat struktur kristal campuran pati anhidrida asetat)

		ate (TSTP), <i>triacetin</i>			lapisan kedua CMS/XG dapat mencapai 25 hari ~Penambahan jumlah enkapsulasi dapat menahan laju pelepasan pupuk ~Penambahan konsentrasi SA akan menahan laju pelepasan pupuk menjadi 3 g/hari	~FTIR (melihat ikatan kimia dari campuran) ~SEM (melihat besar pori lapisan)
<i>Polysulfone encapsulation with starch addition in CRF formulation</i>						
Maria Tomaszewska, Anna Jarosiewicz	2003	Polisulfon, Pati, <i>N-N dimametylform amide</i>	~18%-w polisulfon ~0,5 ; 1 ; 2 %-w pati ~jumlah lapisan	Enkapsulasi, <i>multiple</i> enkapsulasi	Pati meningkat, porositas meningkat. Porositas meningkat kecepatan pelepasan nutrisi meningkat. Makin banyak jumlah lapisan akan menahan pelepasan nutrisi	SEM (melihat besar pori dari permukaan lapisan)
<i>The starch grafted poly(L-lactide) and the physical properties of its blending composites</i>						
Li Chen, Zhigang Xie, Xiuli Zhuang, Xuesi Chen, Xiabin Jing	2007	Pati jagung, dimetilsufoksa, asam laktat, asam sulfat, <i>p-dimetilaminob enzaldehyde</i>	~Asam laktat (g/100g of SM-St): 10;20;30;34;50	<i>In situ graft-</i> kopolimerization	<i>Grafting</i> yang meningkat akan menahan pelepasan urea	~FTIR (untuk melihat struktur lapisan) ~SEM (untuk melihat besar pori lapisan)

		(PDAB), etanol, toluen, Sn(Oct) <sub>2</sub> : katalis				~UV-Visible (untuk menghitung banyaknya jumlah pelepasan urea)
<i>Controlled release with encapsulation layer of permeable particles</i>						
Ryusei Ito, Boris Golman, Kunio Shinohara	2003	Pati, parafin wax powder, etilselulosa	~Fraksi volum pati : 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5	Pelapisan pupuk dengan parafin wax powder	%volume pati yang meningkat akan meningkatkan pelepasan urea, makin tebal lapisan akan menahan pelepasan urea	~SEM (untuk mengetahui besar pori lapisan)