



# **ENKAPSULASI DAN PELEPASAN TERKENDALI PUPUK NPK 16-16-16 BERBASIS POLIURETAN**

**MUHAMMAD DAFFA FAZA**



**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA  
SEKOLAH VOKASI  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**



## PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Proyek Tugas Akhir dengan judul “Enkapsulasi dan Pelepasan Terkendali Pupuk NPK 16-16-16 berbasis Poliuretan” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir proyek akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Muhammad Daffa Faza  
*J0312201028*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## ABSTRAK

MUHAMMAD DAFFA FAZA. Enkapsulasi dan Pelepasan Terkendali Pupuk NPK 16-16-16 berbasis Poliuretan. Dibimbing oleh WINA YULIANTI dan ADIT RIZKY WICAKSONO.

Pupuk komersial dinilai belum efisien dalam mendistribusikan unsur hara pada tanah dan tanaman, sehingga enkapsulasi pupuk menjadi pupuk lepas terkendali diharapkan dapat mengontrol pelepasan unsur hara lebih efisien dan menekan biaya pengeluaran. Pupuk CRF dienkapsulasi dengan metode *rotary drum coat* menggunakan pupuk padat NPK 16-16-16 yang dilapisi polimer poliuretan dari pencampuran isosianat dan polioliol dengan variasi konsentrasi 6, 8, dan 10% b/v. Pengujian karakteristik CRF menunjukkan kadar air di bawah 3%, peningkatan nilai *crushing strength* dan ketebalan pelapis seiring meningkatnya konsentrasi pelapis. Selama 90 hari, pelepasan unsur hara diukur dengan metode spektrofotometri UV-Vis untuk fosfor dan spektrofotometri serapan atom untuk kalium, dengan hasil fosfor berturut-turut 95,80; 94,67; dan 92,12% dan kalium berturut-turut 31,32; 39,21; dan 29,21% . Berdasarkan hasil tersebut, proses enkapsulasi pupuk berhasil dilakukan dengan variasi konsentrasi yang menunjukkan perbedaan hasil yang tidak signifikan.

Kata Kunci: enkapsulasi, fosfor, kalium, pupuk, pupuk lepas terkendali

## ABSTRACT

MUHAMMAD DAFFA FAZA. Encapsulation and Controlled Release Polyurethane based NPK 16-16-16 Fertilizer. Supervised by WINA YULIANTI and ADIT RIZKY WICAKSONO.

Commercial fertilizers are considered inefficient in distributing nutrients to the soil and plants. Therefore, encapsulating fertilizers into Controlled Release Fertilizers (CRF) is expected to better control nutrient release, increase efficiency, and reduce costs. CRF was encapsulated using the rotary drum coating method with solid NPK 16-16-16 fertilizer, coated with polyurethane polymer formed from a mixture of isocyanate and polyol at varying concentrations of 6%, 8%, and 10%. Characteristic testing of the CRF showed a moisture content below 3%, increased crushing strength, and thicker coatings as the coating concentration increased. Over 90 days, nutrient release was measured using UV-Vis spectrophotometry for phosphorus and atomic absorption spectrophotometry for potassium, with phosphorus results of 95.80%, 94.67%, and 92.12%, and potassium results of 31.32%, 39.21%, and 29.21%, respectively. Based on these results, the encapsulation process was successfully carried out, with varying concentrations showing no significant differences in outcomes.

**Keywords:** controlled release fertilizier, encapsulation, fertilizier, phospor, potassium



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

# ENKAPSULASI DAN PELEPASAN TERKENDALI PUPUK NPK 16-16-16 BERBASIS POLIURETAN

**MUHAMMAD DAFFA FAZA**

Laporan Proyek Tugas Akhir  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Terapan pada  
Program Studi Analisis Kimia

**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA  
SEKOLAH VOKASI  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**@Hak cipta milik IPB University**


Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Laporan : Enkapsulasi dan Pelepasan Terkendali Pupuk NPK  
Proyek Tugas Akhir : Padat 16- 16-16 berbasis Poliuretan  
Nama : Muhammad Daffa Faza  
NIM : J0312201028


Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Wina Yulianti, S.Si., M.Si  
NIP. 201807198201022001



---


Pembimbing 2:  
Adit Rizky Wicaksono, S.T., M.Eng



---

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si.  
NIP. 197611032014092002



---

Dekan Sekolah Vokasi:  
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M. T.  
NIP. 196607171992031003



---

Tanggal Ujian: 27 Agustus 2024

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga proyek akhir ini berhasil diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2024 sampai bulan Mei 2024 ini ialah mengenai Pupuk *Controlled Release Fertilizier* dengan judul “Enkapsulasi dan Pelepasan Terkendali Pupuk NPK 16-16-16 berbasis Poliuretan”.

Terima kasih kepada Ibu Dr. Farida Laila S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Analisis Kimia Sekolah Vokasi IPB dan Ibu Wina Yulianti S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan kritik, saran, dan pengarahan dalam pembuatan proyek akhir ini. Terima kasih juga kepada orang tua penulis, berkat beliaulah proyek tugas akhir dapat selesai. Ungkapan terima kasih juga kepada Bapak Adit Rizky Wicaksono S.T., M.Eng., selaku pembimbing lapang lalu Mas Adrian, Kak Nisa, Bapak Imam, Mba Izma, dan seluruh Staff Departemen Riset PT Pupuk Kujang atas segala bantuan yang diberikan saat mengerjakan penelitian proyek tugas akhir ini. Terima kasih juga kepada Mas Christo dan Mas Ardis yang telah memberikan inspirasi dan masukan kepada penulis selama ini. Ungkapan terima kasih juga kepada seluruh teman-teman magang industri PT Pupuk Kujang yang telah membantu dan membersamai dalam penelitian proyek tugas akhir ini.

Semoga penulisan proyek akhir ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

*Muhammad Daffa Faza*



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pupuk NPK	3
2.2 <i>Controlled Release Fertilizier</i>	3
2.3 Poliuretan	4
2.4 Spektrofotometer UV-Vis	5
2.5 Spektrofotometer serapan atom	7
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	9
3.4 Analisis Data	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Hasil Enkapsulasi CRF Berbasis Poliuretan	13
4.2 Hasil Pengukuran Kadar Air CRF	16
4.3 Hasil Uji <i>Crushing Strength</i> CRF	17
4.4 Hasil Uji Ketebalan Pelapis Poliuretan	18
4.5 Perilisan Kadar P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> dalam CRF	19
4.6 Perilisan Kadar K <sub>2</sub> O dalam CRF	21
V SIMPULAN DAN SARAN	24
5.1 Simpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	29
RIWAYAT HIDUP	39



## DAFTAR TABEL

1	Polimer dalam menekapsulasi pupuk	4
2	Komposisi poliuretan	10
3	Kadar fosfor total dan kalium CRF sebelum perilisan	15
4	Hasil uji kadar air CRF	16

## DAFTAR GAMBAR

1	Reaksi sintesis poliuretan	5
2	Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis	6
3	Prinsip kerja spektrofotometer serapan atom	7
4	Diagram alir penelitian	9
5	Model metode perkolasi perilisan pupuk CRF	10
6	Ikatan silang poliuretan	13
7	Prototipe pupuk granul CRF NPK 16-16-16 dengan pelapis poliuretan (A) non-coating, (B) CRF 6%, (C) CRF 8% (D) CRF 10%	14
8	Pengamatan CRF dengan pelapis poliuretan menggunakan mikroskop (A) CRF 6%, (B) CRF 8%, (C) CRF 10%	15
9	Uji crushing strength pupuk CRF	17
10	Pengamatan ketebalan pelapis CRF dengan mikroskop stereo perbesaran 40x (A) non-coating, (B) CRF 6%, (C) CRF 8%, (D) CRF 10%	18
11	Hasil pengamatan ketebalan pelapis pupuk CRF	18
12	Laju perilisan fosfor total ( $P_2O_5$ ) pupuk CRF	20
13	Laju perilisan kalium ( $K_2O$ ) pupuk CRF	22

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Pembuatan larutan $P_2O_5$	29
2	Data uji perilisan kadar $P_2O_5$ selama 3 bulan	32
3	Pembuatan larutan $K_2O$	35
4	Pembuatan larutan deret standar $K_2O$	35
5	Data uji perilisan kadar $K_2O$ selama 3 bulan	36