

POLA PELEPASAN NITROGEN, FOSFOR, DAN KALIUM PADA PUPUK NPK-ZEOLIT DENGAN METODE INKUBASI

MUTIAH PRATIWI



**DEPARTEMEN ILMU TANAH DAN SUMBERDAYA LAHAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

- 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.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pola Pelepasan Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada Pupuk NPK-Zeolit dengan Metode Inkubasi” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Mutiah Pratiwi
A1401221037



ABSTRAK

MUTIAH PRATIWI. Pola Pelepasan Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada Pupuk NPK-Zeolit dengan Metode Inkubasi. Dibimbing oleh HERMANU WIDJAJA dan SUWARDI.

Ketersediaan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) merupakan faktor penting yang menentukan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. Pupuk NPK konvensional umumnya melepaskan hara secara cepat, sehingga efisiensinya rendah akibat pencucian, volatilisasi, dan fiksasi di dalam tanah. Pemanfaatan zeolit sebagai matriks pupuk lepas lambat berpotensi mengendalikan pelepasan hara dan mempertahankan ketersediaannya dalam tanah. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dinamika pelepasan N-amonium (N-NH_4^+), N-nitrat (N-NO_3^-), P-tersedia, dan K-tersedia, dan pengaruhnya terhadap pH dan daya hantar listrik (*electrical conductivity/EC*) tanah, serta menentukan formulasi NPK-zeolit terbaik selama 24 minggu inkubasi. Penelitian menggunakan tanah Latosol dengan lima perlakuan, yaitu NPK konvensional 15-15-15 dan empat formulasi NPK-zeolit: 15-15-15, 12-12-12, 15-13-17, dan 17-13-15, masing-masing pada dosis setara 1 ton ha^{-1} . Pengamatan dilakukan pada minggu ke-1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, dan 24. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi N-NH_4^+ secara umum menurun seiring waktu inkubasi, sedangkan N-NO_3^- , P-tersedia, K-tersedia, dan EC tanah cenderung meningkat. Pola tersebut menunjukkan terjadinya nitrifikasi, pelepasan fosfor secara bertahap, dan pertukaran kation K^+ pada zeolit. Penurunan pH tanah berkaitan dengan pembentukan ion H^+ selama nitrifikasi, sedangkan peningkatan EC mencerminkan bertambahnya konsentrasi ion hara terlarut. Berdasarkan kestabilan dan keseimbangan pelepasan hara serta perubahan sifat kimia tanah, formulasi NPK-zeolit 12-12-12 (A2) merupakan formulasi terbaik. Formulasi ini mampu mempertahankan ketersediaan N, P, dan K secara lebih bertahap dan stabil selama masa inkubasi, sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi pemupukan dan mengurangi kehilangan hara dalam tanah.

Kata kunci: Efisiensi pemupukan, inkubasi tanah, NPK-zeolit, pupuk lepas lambat



ABSTRACT

MUTIAH PRATIWI. Release Patterns of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium from NPK-Zeolite Fertilizer Using the Incubation Method. Supervised by HERMANU WIDJAJA and SUWARDI.

The availability of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) is an important factor determining soil fertility and crop productivity. Conventional NPK fertilizers generally release nutrients rapidly, resulting in low nutrient-use efficiency due to leaching, volatilization, and fixation in the soil. The use of zeolite as a slow-release fertilizer matrix has the potential to regulate nutrient release and maintain nutrient availability in the soil. This study aimed to evaluate the release dynamics of ammonium nitrogen (N-NH_4^+), nitrate nitrogen (N-NO_3^-), available phosphorus (available P), and available potassium (available K), as well as their effects on soil pH and electrical conductivity (EC), and to determine the best NPK-zeolite formulation during a 24-week incubation period. The study was conducted using Latosol soil with five treatments consisting of conventional NPK fertilizer (15-15-15) and four NPK-zeolite formulations: 15-15-15, 12-12-12, 15-13-17, and 17-13-15, each applied at a rate equivalent to 1 ton ha^{-1} . Observations were conducted at weeks 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, and 24. The results showed that N-NH_4^+ concentrations generally decreased with increasing incubation time, whereas N-NO_3^- , available P, available K, and soil EC tended to increase. These patterns indicated the occurrence of nitrification, gradual phosphorus release, and K^+ cation exchange within the zeolite matrix. The decrease in soil pH was associated with H^+ ion production during nitrification, whereas the increase in EC reflected the increasing concentration of dissolved nutrient ions. Based on the stability and balance of nutrient release and changes in soil chemical properties, the 12-12-12 NPK-zeolite formulation (A2) was identified as the best formulation. This formulation maintained N, P, and K availability in a more gradual and stable manner throughout the incubation period, indicating its potential to improve fertilizer-use efficiency and reduce nutrient losses from the soil.

Keywords: Fertilizer-use efficiency, soil incubation, NPK-zeolite, slow-release fertilizer



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 2026
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.

POLA PELEPASAN NITROGEN, FOSFOR, DAN KALIUM PADA PUPUK NPK-ZEOLIT DENGAN METODE INKUBASI

MUTIAH PRATIWI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan

**DEPARTEMEN ILMU TANAH DAN SUMBERDAYA LAHAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Ir. Hermanu Widjaja, M.Sc.Agr.
- 2 Prof. Dr. Ir. Suwardi, M.Agr.
- 3 Dr. Desi Nadalia, S.P., M.Si.



Judul Skripsi : Pola Pelepasan Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada Pupuk NPK-Zeolit dengan Metode Inkubasi

Nama : Mutiah Pratiwi

NIM : A1401221037

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Ir. Hermanu Widjaja, M.Sc.Agr.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Suwardi, M.Agr.

Diketahui oleh

Ketua Departemen

Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan:

Dr. Ir. R.A. Dyah Tjahyandari Suryaningtyas,
M.Appl.Sc.

NIP. 196606221991032001

Tanggal Ujian: 22 JUL 2026

Tanggal Lulus: 10 AUG 2026



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah pelepasan unsur hara dari pupuk NPK-zeolit, dengan judul “Pola Pelepasan Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada Pupuk NPK-Zeolit dengan Metode Inkubasi”. Keberhasilan dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, doa, nasihat, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Hermanu Widjaja, M.Sc.Agr. dan Bapak Prof. Dr. Ir. Suwardi, M.Agr. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, pelajaran, semangat, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Desi Nadalia, S.P., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang sangat berharga sehingga skripsi ini dapat disusun dengan lebih baik.
3. Mama, Papa, Bude, Uwak, Bang Baihaqi, Bang Diki, Kak Opi, Nazid, serta seluruh keluarga besar atas segala doa, dukungan, motivasi, dan kasih sayang yang tiada henti diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di IPB University, sehingga penulis mampu menjalani setiap proses dan menyelesaikan studi dengan baik.
4. Kak Mei, Pak Eko, Mba Upi, dan seluruh laboran Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, serta Kak Yemima dan Pak Arga yang telah memberikan bantuan, arahan, dan dukungan selama pelaksanaan penelitian serta analisis laboratorium.
5. Bunga Ramayta sebagai rekan penelitian yang senantiasa mendampingi, memberikan bantuan, saran, dukungan, dan semangat kepada penulis selama penelitian hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Grace, Andini, Kak Susi, Kak Galuh, Kak Nasya, Wawa, dan Dika yang senantiasa membantu dan mendampingi penulis selama proses penelitian, serta memberikan dukungan, semangat, dan motivasi hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. Mina, Jihan, Caca, Silpi, Upi, Amel, Tri, Divia, Indi, Ibal, Mala, dan Izzah yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis sejak awal perkuliahan.
8. Rekan-rekan Imbiss terkhusus Rama dan Tillah, teman-teman KKN Cisalak, serta Zenith 59 yang senantiasa memberikan dukungan, bantuan, dan semangat kepada penulis.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Mutiah Pratiwi



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Nitrogen di dalam Tanah	3
2.2 Fosfor di dalam Tanah	3
2.3 Kalium di dalam Tanah	4
2.4 Zeolit	5
2.5 Pupuk Lepas Lambat (<i>Slow-Release Fertilizer</i>) Berbasis Zeolit	5
2.6 Tanah Latosol	6
METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
3.3.1 Tahap Persiapan	7
3.3.2 Tahap Pembuatan Pupuk	8
3.3.3 Tahap Inkubasi Tanah	8
3.3.4 Analisis Sifat Kimia Tanah	9
3.3.5 Tahap Pengolahan Data	9
3.4 Analisis Data	9
HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Analisis Sifat Kimia Tanah Awal dan Akhir	11
4.2 Pola Pelepasan Nitrogen Tersedia dalam Bentuk Amonium (N-NH_4^+) dan Nitrat (N-NO_3^-) pada Tanah	12
4.3 Pola Pelepasan Fosfor (P_2O_5) pada Tanah	15
4.4 Pola Pelepasan Kalium (K_2O) pada Tanah	16
4.5 Hubungan antara pH dan EC (<i>Electrical Conductivity</i>) Tanah dengan Waktu Inkubasi	17
4.6 Pembahasan Umum	19
4.6.1 Pola Pelepasan Hara N, P dan K pada NPK-Zeolit	19
4.6.2 Penentuan Formulasi Terbaik NPK-Zeolit	21
SIMPULAN DAN SARAN	23
5.1 Simpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	27



DAFTAR TABEL

1	Kode perlakuan jenis pupuk dan dosis	9
2	Jenis dan metode analisis sifat kimia tanah	9
3	Analisis tanah awal	11
4	Analisis tanah akhir	11

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi wadah inkubasi yang berisi tanah dan pupuk selama 24 minggu inkubasi	8
2	Pola pelepasan ammonium (NH_4^+) (%) selama 24 minggu waktu inkubasi. Angka pada sumbu x (waktu inkubasi) diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata uji DMRT ($\alpha = 0,05$)	13
3	Pola pelepasan nitrat (NO_3^-) (%) selama 24 minggu waktu inkubasi. Angka pada sumbu x (waktu inkubasi) yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata uji DMRT ($\alpha = 0,05$)	14
4	Pelepasan nitrogen tersedia (%) selama 24 minggu waktu inkubasi	14
5	Pola pelepasan fosfor (P_2O_5) (%) selama 24 minggu waktu inkubasi.	16
6	Pola pelepasan kalium (K_2O) (%) selama 24 minggu waktu inkubasi. Angka pada sumbu x (waktu inkubasi) yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata hasil uji DMRT ($\alpha = 0,05$)	17
7	Hubungan antara pH dan EC tanah dengan perlakuan pupuk selama 24 minggu waktu inkubasi	18

DAFTAR LAMPIRAN

1	Analisis awal sifat kimia tanah Latosol Dramaga di Cikabayan	28
2	Persentase nitrogen-ammonium (N-NH_4^+) selama 24 minggu waktu inkubasi	28
3	Persentase nitrogen-nitrat (N-NO_3^-) selama 24 minggu waktu inkubasi	29
4	Persentase fosfor (P_2O_5) selama 24 minggu waktu inkubasi	29
5	Persentase kalium (K_2O) selama 24 minggu waktu inkubasi	30
6	Rata-rata nilai pH tanah selama 24 minggu waktu inkubasi	30
7	Rata-rata nilai EC tanah selama 24 minggu inkubasi	31
8	Hasil anova pelepasan amonium (NH_4^+)	31
9	Hasil uji lanjut DMRT pelepasan ammonium (NH_4^+) berdasarkan waktu inkubasi pada taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$)	31



10	Hasil anova pelepasan nitrat (NO_3^-)	32
11	Hasil uji lanjut DMRT pelepasan nitrat (NO_3^-) berdasarkan waktu inkubasi pada taraf signifikansi ($\alpha=0,05$)	32
12	Hasil anova pelepasan fosfor (P_2O_5)	32
13	Hasil anova pelepasan kalium (K_2O)	33
14	Hasil uji lanjut DMRT pelepasan kalium (K_2O) berdasarkan waktu inkubasi pada taraf signifikansi ($\alpha=0,05$)	33
15	Dokumentasi aktivitas penelitian	33

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.