

FORMULASI PUPUK BERBASIS *SLUDGE* INDUSTRI BUMBU DAN PENYEDAP MAKANAN DENGAN AGEN KHELAT TERHADAP PERTUMBUHAN KANGKUNG (*Ipomoea reptans*)

AKMA NAUFAL RABBANI



**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.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Formulasi Pupuk Berbasis *Sludge* Industri Bumbu dan Penyedap Makanan dengan Agen Khelat Terhadap Pertumbuhan Kangkung (*Ipomoea reptans*)” 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, Juni 2026

Akma Naufal Rabbani
A1401221041

ABSTRAK

AKMA NAUFAL RABBANI. Formulasi Pupuk Berbasis *Sludge* Industri Bumbu dan Penyedap Makanan dengan Agen Khelat Terhadap Pertumbuhan Kangkung (*Ipomoea reptans*). Dibimbing oleh INDRI HAPSARI FITRIYANI dan HAFITH FURQONI.

Sludge instalasi pengolahan air limbah (IPAL) industri bumbu dan penyedap makanan berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik karena mengandung bahan organik dan unsur hara yang relatif tinggi. Penambahan agen khelat pada formulasi pupuk berbasis sludge diduga memengaruhi dinamika hara dan respons tanaman. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan agen khelat EDTA dan asam sitrat terhadap pertumbuhan dan hasil kangkung (*Ipomoea reptans*) serta sifat kimia dan biologi tanah, serta membandingkan efektivitas kedua agen khelat pada sistem pupuk berbasis sludge. Penelitian menggunakan Rancangan Kelompok Acak Lengkap (RKAL) satu faktor dengan 10 taraf perlakuan agen khelat pada media berbasis sludge, arang sekam, dan kompos pada tanah Latosol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap diameter batang dan populasi mikroba tanah, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap sebagian besar parameter pertumbuhan, hasil panen, serta sifat kimia dan biologi tanah lainnya. Tanaman kangkung tumbuh normal hingga panen pada seluruh perlakuan, sedangkan tanah pascapanen tetap memiliki kandungan C-organik tinggi, N-total sedang, serta P-total dan K-total tinggi hingga sangat tinggi. Secara umum, EDTA dan asam sitrat memberikan pengaruh terbatas terhadap sistem tanah–tanaman serta tidak menunjukkan perbedaan efektivitas yang nyata dalam memengaruhi pertumbuhan, hasil kangkung, maupun sifat tanah, sehingga keduanya berpotensi digunakan dalam formulasi pupuk berbasis sludge.

Kata kunci: sludge, pupuk organik, asam sitrat, EDTA, sifat kimia dan biologi tanah.

ABSTRACT

AKMA NAUFAL RABBANI. Formulation of Fertilizer Based on Seasoning and Flavoring Industry Sludge with Chelating Agents for the Growth of Water Spinach (*Ipomoea reptans*). Supervised by INDRI HAPSARI FITRIYANI and HAFITH FURQONI.

Wastewater treatment plant (WWTP) sludge from the seasoning and flavoring industry can be utilized as organic fertilizer because of its high organic matter and nutrient contents. The addition of chelating agents to sludge-based fertilizer formulations may influence nutrient dynamics and plant responses. This study evaluated the effects of EDTA and citric acid on the growth and yield of water spinach (*Ipomoea reptans*), soil chemical and biological properties, and compared the effectiveness of both chelating agents in a sludge-based fertilizer system. The experiment employed a single-factor Randomized Complete Block Design (RCBD) with ten chelating-agent treatments applied to a sludge-based fertilizer formulated with rice husk biochar and compost in Latosol soil. Treatments significantly affected stem diameter and total microbial population but had no significant effect on most growth, yield, or other soil chemical and biological parameters. Water spinach grew normally until harvest across all treatments, while post-harvest soil maintained high organic-C, moderate total N, and high to very high total P and K contents. Overall, EDTA and citric acid had limited effects on the soil–plant system and showed no significant difference in effectiveness on plant growth, yield, or soil properties, indicating that both chelating agents have comparable potential for use in sludge-based fertilizer formulations.

Keyword: sludge, organic fertilizer, citric acid, EDTA, soil chemical and biological properties



- 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.

**FORMULASI PUPUK BERBASIS *SLUDGE* INDUSTRI BUMBU
DAN PENYEDAP MAKANAN DENGAN AGEN
KHELAT TERHADAP PERTUMBUHAN
KANGKUNG (*Ipomoea reptans* Poir.)**

AKMA NAUFAL RABBANI

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. Indri Hapsari Fitriyani, S.P., M.Si.
2. Hafith Furqoni, S.P., M.Si., Ph.D.
3. Affan Chahyahasna, S.P., M.Si.



@Hak cipta milik IPB University

Judul Skripsi : Formulasi Pupuk Berbasis *Sludge* Industri Bumbu dan Penyedap Makanan dengan Agen Khelat Terhadap Pertumbuhan Kangkung (*Ipomoea reptans*).

Nama : Akma Naufal Rabbani
NIM : A1401221041

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Indri Hapsari Fitriyani, S.P., M.Si.

Disetujui oleh

Pembimbing 2:
Hafith Furqoni, S.P., M.Si., Ph.D.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan:
Dr. Ir. R.A. Dyah Tjahyandari Suryaningtyas, M.Appl.Sc..
NIP 196606221991032001

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 karya ilmiah berjudul “Formulasi Pupuk Berbasis Sludge Industri Bumbu dan Penyedap Makanan dengan Agen Khelat terhadap Pertumbuhan Kangkung (*Ipomoea reptans*)” yang dilaksanakan pada Juni 2025 hingga Januari 2026 ini dapat diselesaikan. Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Ibu Indri Hapsari Fitriyani, S.P., M.Si. dan Bapak Hafith Furqoni, S.P., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing, Bapak Affan Chahyahasna, S.P., M.Si. selaku moderator seminar hasil dan dosen penguji skripsi atas bimbingan, masukan, dan arahan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Seluruh dosen dan staf akademik Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan IPB University, khususnya Bapak Andi Supiandi, Ibu Yetti, Bang Aji, Ibu Palupi, Pak Eko, Kak Mei, Kak Siti, Kak Fauziah, serta seluruh laboran dan asisten laboratorium yang membantu kegiatan penelitian dan analisis.
3. Mama Tina Taufiqoh, S.Si., Ayah Yeka Hendra Fatika, S.P., M.M., Bunda Octiasari, S.E., serta seluruh keluarga atas doa, kasih sayang, dukungan, dan kepercayaan yang diberikan kepada penulis.
4. Shafa Layla Noorsiam atas doa, dukungan, perhatian, dan kebersamaan selama proses penelitian hingga penyelesaian skripsi.
5. PT Ajinomoto Indonesia Karawang Factory atas dukungan, kerja sama, dan fasilitas penelitian yang diberikan.
6. Setia Nuzulul Mubaroq dan Shinta Tahannifia selaku rekan penelitian, serta Defanto, Agnes Andrian, Alifah Rizkyani, Muthia Pratiwi, Ukhti, Diaz Rafli, Eighen, Andini, dan pihak lain yang turut membantu pelaksanaan penelitian.
7. Sahabat dan teman-teman yang telah menemani perjalanan penulis selama masa studi, khususnya Andi Kavi, Ridwan, Satria, Aya, Eni, Dila, dan Dhia; sahabat sejak masa SMA yaitu Alif, Rafli, Gaza, Akbar, Nadhira, Inas, Fida, dan Tafida; sahabat sejak masa SMP yaitu Liuray, Sahda, dan Jeje; Florensi, Amadida, dan Tazkia; serta Rozaan, Miftah, dan Unazeeha yang senantiasa menjadi sahabat sejati dan memberikan dukungan kepada penulis.
8. Tim EMASS, khususnya Alifah Rizkyani, Aiman, Ajisaka, dan El Rummi, serta Tim PKM VGK-GFT atas pengalaman, dukungan, dan kebersamaan selama berbagai proses kompetisi dan pengembangan diri penulis.
9. Keluarga Besar Ilmu Tanah 59 (ZENITH) yang telah menjadi rumah, tempat bertumbuh, belajar, dan berbagi pengalaman selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih memiliki berbagai keterbatasan. Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Bogor, Juni 2026

Akma Naufal Rabbani

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 Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Sludge Industri sebagai Sumber Hara	3
2.2 Formulasi Pupuk Berbasis Sludge	3
2.3 Agen Khelat	4
2.4 Interaksi Khelat dan Bahan Organik Tanah	5
2.5 Kangkung sebagai Tanaman Indikator	5
2.6 Tanah Latosol Dramaga	6
III METODOLOGI	7
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Rancangan Penelitian	7
3.4 Tahap Penelitian	9
3.4.1 Formulasi Pupuk	10
3.4.2 Persiapan Tanah	10
3.4.3 Persiapan Media Tanam	11
3.4.4 Penanaman	11
3.4.5 Pemeliharaan Tanaman	11
3.4.6 Pengamatan Vegetatif	11
3.4.7 Pemanenan	12
3.4.8 Analisis Sifat Tanah	12
3.4.9 Analisis Data	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Formulasi Pupuk Organik Berbasis Sludge	14
4.1.1 Karakteristik Bahan Penyusun Formulasi	14
4.1.1.1 Karakteristik Tanah	14
4.1.1.2 Karakteristik Sludge	15
4.1.2 Komposisi formulasi pupuk	18
4.1.3 Mekanisme formulasi dan peran agen khelat	19
4.2 Sifat Biologi Tanah	19
4.2.1 Populasi Mikrob Tanah	21
4.2.2 Populasi Fungi Tanah	22
4.3 Sifat Kimia Tanah	23
4.4 Pertumbuhan Vegetatif	25
4.4.1 Tinggi Tanaman	27
4.4.2 Jumlah Daun	28
4.4.3 Diameter Batang	29
4.5 Hasil Panen	31
4.6 Hubungan Tanah dan Tanaman	33

V SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Simpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR TABEL

1	Perlakuan dan dosis aplikasi agen khelat pada media formulasi	8
2	Komposisi pupuk organik berbasis sludge per 10 kg formulasi	10
3	Rincian peubah amatan	12
4	Metode analisis tanah	12
5	Ringkasan analisis statistik	13
6	Struktur analisis sidik ragam RKAL	13
7	Karakteristik tanah Latosol Dramaga per tahun	14
8	Perbandingan karakteristik kimia sludge dengan standar mutu pupuk organik	16
9	Hasil analisis ragam (ANOVA) peubah biologi tanah	20
10	Rerata peubah biologi tanah pada berbagai perlakuan	20
11	Hasil analisis ragam (ANOVA) peubah kimia tanah	23
12	Rerata peubah kimia tanah pada berbagai perlakuan	23
13	Hasil analisis ragam (ANOVA) peubah pertumbuhan vegetatif	27
14	Rerata peubah tinggi tanaman 1-5 MST pada berbagai perlakuan	28
15	Rerata peubah jumlah daun 1-5 MST pada berbagai perlakuan	29
16	Rerata peubah diameter batang 1-5 MST pada berbagai perlakuan	30
17	Hasil analisis ragam (ANOVA) peubah hasil panen	32
18	Rerata peubah hasil panen pada berbagai perlakuan	32
19	Ringkasan pasangan parameter dengan korelasi Pearson signifikan pada seluruh peubah	35

DAFTAR GAMBAR

1	Tata letak pot percobaan kangkung di rumah kaca Kebun Percobaan Cikabayan IPB University	9
2	Diagram alir tahapan penelitian	10
3	Hasil uji DMRT populasi mikrob tanah	21
4	Dinamika (a) tinggi tanaman, (b) jumlah daun, dan (c) diameter batang kangkung selama 1–5 minggu setelah tanam (MST)	26
5	Diagram batang uji DMRT pada peubah: (a) diameter batang 1 MST, (b) diameter batang 2 MST, dan (c) diameter batang 4 MST	30
6	Matriks koefisien korelasi Pearson antarpeubah amatan	34



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Uji asumsi statistik	43
Lampiran 2 Hasil analisis ragam (ANOVA)	45
Lampiran 3 Kriteria penilaian hasil analisis tanah menurut BPSI (2023)	50
Lampiran 4 Dokumentasi penelitian	51