

- 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.

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS KELAPA SAWIT DENGAN KOMBINASI PUPUK ANORGANIK DAN PUPUK HAYATI PADA UMUR 11 TAHUN

RIKO IRAWAN





@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 TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Peningkatan Produktivitas Kelapa Sawit Dengan Kombinasi Pupuk Anorganik dan Pupuk Hayati Pada Umur 11 Tahun” 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 tesis ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Riko Irawan
NIM. A2502231034



@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.

RINGKASAN

RIKO IRAWAN. Peningkatan Produktivitas Kelapa Sawit Dengan Kombinasi Pupuk Anorganik dan Pupuk Hayati Pada Umur 11 Tahun. Dibimbing oleh SUPIJATNO DAN SUDRADJAT.

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan komoditas strategis nasional yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia. Namun, produktivitas di perkebunan rakyat masih rendah sehingga diperlukan intervensi agronomis, salah satunya melalui pemupukan terpadu kombinasi pupuk NPK majemuk dan pupuk hayati berbasis mikroba fungsional. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas kombinasi tersebut terhadap ketersediaan hara tanah, populasi mikroba, pertumbuhan, dan produktivitas kelapa sawit umur sebelas tahun. Penelitian dilakukan di Kebun Pendidikan Kelapa Sawit IPB Jonggol menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dua faktor, yaitu dosis pupuk NPK ($M_0 = 0$, $M_1 = 3.1$, $M_2 = 6.2$, $M_3 = 9.3$ kg/pohon/tahun) dan pupuk hayati ($H_0 = 0$, $H_1 = 0.25$, $H_2 = 0.5$, $H_3 = 1$ kg/pohon/tahun), masing-masing diulang tiga kali. Parameter yang diamati meliputi jumlah pelepah, kadar hara daun, SPAD, jumlah dan bobot tandan, produktivitas, serta neraca hara dan populasi mikroba (*Azospirillum*, *Aspergillus*, dan *Azotobacter*). Data dianalisis menggunakan ANOVA dan DMRT pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk NPK dosis tinggi ($M_3 = 9,3$ kg) dan pupuk hayati dosis maksimum ($H_3 = 1$ kg) secara individu memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan pertumbuhan dan hasil. Perlakuan tersebut meningkatkan jumlah tandan hingga 1,86 tandan/pohon/bulan dan bobot tandan mencapai 25,8 kg, dengan produktivitas tertinggi sebesar 23,3 ton/ha/tahun. Pemupukan juga meningkatkan kandungan NPK tanah serta populasi mikroba tanah. Efisiensi pemupukan tertinggi dicapai pada kalium (57,5%), diikuti nitrogen (29,5%), sedangkan fosfor hanya (11,5%) karena fiksasi oleh Al dan Fe tanah masam.

Pupuk hayati terbukti menjaga stabilitas *sex ratio* selama periode stres air, menunjukkan peningkatan ketahanan fisiologis tanaman. Interaksi mikroba tanah mampu meningkatkan efisiensi serapan hara, memperbaiki struktur dan biologi tanah, serta menurunkan kehilangan hara. Dengan demikian, penerapan kombinasi pupuk majemuk dan hayati dapat dijadikan strategi pemupukan yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan dalam sistem budidaya kelapa sawit di lahan tropis. Rekomendasi dari hasil penelitian ini adalah penggunaan dosis maksimum dari kedua jenis pupuk untuk mencapai produktivitas optimal tanpa mengorbankan kualitas lingkungan tanah.

Kata kunci: pupuk hayati, pupuk NPK majemuk, mikroba tanah, produktivitas, neraca hara



SUMMARY

RIKO IRAWAN. Increasing Oil Palm Productivity with a Combination of Inorganic Fertilizer and Biofertilizer at the Age of 11 Year. Supervised by SUPIJATNO AND SUDRADJAT.

Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) is a national strategic commodity that plays an important role in the Indonesian economy. However, productivity in smallholder plantations is still low, so agronomic intervention is needed, one of which is through integrated fertilization of a combination of compound NPK fertilizers and functional microbe-based biofertilizers. This study aims to evaluate the effectiveness of this combination on soil nutrient availability, microbial population, growth, and productivity of eleven-year-old oil palms. The study was conducted at the IPB Jonggol Oil Palm Education Garden using a two-factorial Randomized Complete Group Design (RCGD), namely the dose of NPK fertilizer ($M_0 = 0$, $M_1 = 3.1$, $M_2 = 6.2$, $M_3 = 9.3$ kg/tree/year) and biofertilizer ($H_0 = 0$, $H_1 = 0.25$, $H_2 = 0.5$, $H_3 = 1$ kg/tree/year), each repeated three times. Parameters observed included the number of fronds, leaf nutrient content, SPAD, number and weight of bunches, productivity, and nutrient balance and microbial population (*Azospirillum*, *Aspergillus*, and *Azotobacter*). Data were analyzed using ANOVA and DMRT at the 5% level.

The results showed that the application of high-dose NPK fertilizer ($M_3 = 9.3$ kg) and maximum dose of biofertilizer ($H_3 = 1$ kg) individually had a significant effect on increasing growth and yield. This treatment increased the number of bunches to 1.86 bunches/tree/month and the weight of the bunch reached 25.8 kg, with the highest productivity of 23.3 tons/ha/year. Fertilization also increased the NPK content of the soil and the population of soil microbes. The highest fertilization efficiency was achieved in potassium (57.5%), followed by nitrogen (29.6%), while phosphorus was only (11.5%) due to fixation by Al and Fe in acidic soil.

Biofertilizers have been shown to maintain the stability of the *sex ratio* during periods of water stress, indicating an increase in plant physiological resistance. Soil microbial interactions can increase nutrient uptake efficiency, improve soil structure and biology, and reduce nutrient loss. Thus, the application of a combination of compound and biological fertilizers can be used as an efficient, environmentally friendly, and sustainable fertilization strategy in oil palm cultivation systems in tropical areas. The recommendation from the results of this study is the use of maximum doses of both types of fertilizers to achieve optimal productivity without sacrificing the quality of the soil environment.

Keywords: biological fertilizers, compound NPK fertilizers, soil microbes, productivity, nutrient balance



- 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 2025
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.



PENINGKATAN PRODUKTIVITAS KELAPA SAWIT DENGAN KOMBINASI PUPUK ANORGANIK DAN PUPUK HAYATI PADA UMUR 11 TAHUN

RIKO IRAWAN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Agronomi dan Hortikultura

**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

@Hak cipta milik IPB University

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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Hafith Furqoni S.P., M.Si., Ph.D.

Judul Tesis : Peningkatan Produktivitas Kelapa Sawit dengan Kombinasi Pupuk Anorganik dan Pupuk Hayati pada Umur 11 Tahun

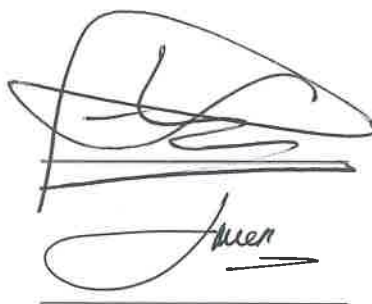
Nama : Riko Irawan

NIM : A2502231034

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. Supijatno, M.Si



Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Sudradjat, M.S.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Agronomi dan Hortikultura:

Prof. Dr. Ani Kurniawati, S.P., M.Si.

NIP. 196911131994032001

Dekan Fakultas Pertanian:

Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.

NIP. 196902121992031003



Tanggal Ujian: 11 Agustus 2025

Tanggal Lulus: 19 AUG 2025



@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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan November 2023 sampai bulan Oktober 2024 dengan judul "Peningkatan Produktivitas Kelapa Sawit dengan Kombinasi Pupuk Anorganik dan Pupuk Hayati pada Umur 11 Tahun"

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Dr. Ir. Supijatno, M.Si dan Prof. Dr. Ir. Sudradjat, M.S sebagai komisi pembimbing atas nasihat, dukungan, arahan, serta motivasi yang diberikan dalam penyusunan tesis
2. Hafith Furqoni, S.P., M.Si., Ph.D dan Prof. Dr. Ani Kurniawati, S.P., M.Si sebagai penguji ujian tesis atas saran dan masukan dalam perbaikan tesis
3. Dosen dan Tenaga Kependidikan Sekolah Pascasarjana Program Magister Studi Agronomi dan Hortikultura atas segala ilmu dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis
4. Ayah (E. Masnahr), Ibu (Emita Yusla), dan saudara-saudara kandung yang telah memberikan doa dan dukungan
5. Rekan-rekan yang turut membantu dalam menyelesaikan penelitian serta selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tesis yaitu teman seperjuangan Agroteknologi UNRI Aldi Oktavian, M Guna Setiawan, Mutiara Putri, Gian Juliano dan Calvin Rafdoz S.
6. Keluarga Besar Program Magister Agronomi dan Hortikultura 2022,2023 dan 2024 yang telah kebersamai dan membantu dalam kegiatan penelitian
7. Staf Kebun Pendidikan dan Penelitian Kelapa Sawit IPB-Jonggol Bapak Djoni, Bapak Jujun, Bapak Sain dan Bapak Rahmat yang telah membantu selama di lapangan dalam pengumpulan data

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

Bogor, Agustus 2025

Riko Irawan



— Bogor Indonesia —

IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Hipotesis Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kelapa Sawit	3
2.2 Pemupukan Kelapa Sawit	4
2.3 Pupuk Majemuk	5
2.4 Pupuk Hayati	6
III METODE PENELITIAN	8
3.1 Tempat dan Waktu	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Rancangan Percobaan	8
3.4 Pelaksanaan Percobaan	9
3.5 Pengamatan Percobaan	11
3.6 Analisis Data	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Kondisi Umum	14
4.2 Respon Morfologi dan Fisiologi	15
4.3 Respon Hasil	20
4.4 Neraca Hara	23
4.5 <i>Relative Agronomic Effectiveness</i> (RAE)	24
4.6 Kandungan Mikroba dan NPK di dalam Tanah	26
V KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	39

DAFTAR TABEL

1. Dosis perlakuan pupuk NPK Majemuk (13-8-27+4MgO+0,65B) pada tanaman kelapa sawit menghasilkan umur sebelas tahun	10
2. Hasil analisis tanah awal sebelum perlakuan	15
3. Pelepah Kelapa Sawit	18
4. Kadar hara pada jaringan daun pada berbagai perlakuan NPK majemuk (13-8-27+4MgO+0,65B) dan pupuk hayati	20
5. Jumlah tandan panen/bulan	21
6. Berat Rata-rata Tandan	22
7. Produktivitas TBS Kelapa Sawit	23
8. Neraca hara NPK pada perlakuan dosis pupuk 9,3 kg tanaman-1 tahun-1	24

DAFTAR GAMBAR

1. Pelaksanaan percobaan (A) Pembersihan piringan; (B) Pemupukan; (C) Panen	11
2. Pengaruh pupuk NPK majemuk dan kaitannya dengan curah hujan terhadap sex ratio	17
3. Pengaruh pupuk hayati dan kaitannya dengan curah hujan terhadap sex ratio	17
4. Hasil RAE kelapa sawit pada berbagai perlakuan pupuk NPK majemuk (13-8-27+4MgO+0,65B) dan pupuk hayati	26
5. Perubahan kandungan NPK tanah	27
6. Perubahan populasi mikroba sebelum dan sesudah pemupukan	27

DAFTAR LAMPIRAN

1. Varietas Dami Mas	36
2. Layout percobaan	37
2. Data curah hujan Kebun Pendidikan dan Penelitian Kelapa Sawit	37
3. Dokumentasi Penelitian	38