

- 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.

# **RESPONS MORFOFISIOLOGI BIBIT KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) TERHADAP MODIFIKASI LINGKUNGAN TUMBUH DAN MANIPULASI PERAKARAN**

**I WAYAN ANDRE WINAYA**



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI DAN HORTIKULTURA  
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



## PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Respons Morfofisiologi Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap Modifikasi Lingkungan Tumbuh dan Manipulasi Perakaran” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum di ajukan 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 limpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

I Wayan Andre Winaya  
A2502241039



## RINGKASAN

I WAYAN ANDRE WINAYA. Respons Morfofisiologi Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap Modifikasi Lingkungan Tumbuh dan Manipulasi Perakaran. Dibimbing oleh EDI SANTOSA dan DHIKA PRITA HAPSARI.

Kualitas bibit merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan budidaya kelapa sawit, sedangkan proses pembibitan yang relatif panjang memerlukan inovasi teknologi untuk mempercepat pertumbuhan bibit tanpa menurunkan kualitas morfologi dan fisiologinya. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi respons morfofisiologi bibit kelapa sawit terhadap modifikasi lingkungan tumbuh melalui suplementasi cahaya LED dan pengaturan tinggi muka air, serta manipulasi sistem perakaran melalui pemangkasan akar dan aplikasi *Indole-3-Butyric Acid* (IBA). Penelitian terdiri atas dua percobaan, yaitu percobaan pertama pada fase *pre-nursery* menggunakan rancangan acak kelompok petak terbagi dengan faktor utama durasi suplementasi cahaya LED merah–biru (0, 3, 6, dan 9 jam) dan anak petak tinggi muka air (0 dan 10 cm), serta percobaan kedua pada fase *main nursery* menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan faktor pemangkasan akar (0 dan 2 cm) dan aplikasi IBA (0 dan 100 ppm). Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan vegetatif, karakteristik sistem perakaran, biomassa tanaman, rasio akar, kandungan hara daun, dan beberapa parameter fisiologi tanaman, sedangkan data dianalisis menggunakan analisis ragam dan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi cahaya LED dan pengaturan tinggi muka air memengaruhi respons pertumbuhan dan morfofisiologi bibit kelapa sawit, dengan kombinasi LED 3 jam dan tinggi muka air 10 cm memberikan respons terbaik terhadap pertumbuhan vegetatif dan perkembangan sistem perakaran. Pemangkasan akar meningkatkan regenerasi sistem perakaran dan mendukung pertumbuhan bibit kelapa sawit melalui peningkatan pembentukan akar sekunder, panjang akar, biomassa akar, rasio akar, dan kandungan fosfor daun, sedangkan aplikasi IBA 100 ppm tidak meningkatkan regenerasi akar dan cenderung menurunkan pertumbuhan vegetatif serta perkembangan sistem perakaran. Secara umum, penelitian ini menunjukkan bahwa percepatan pertumbuhan bibit kelapa sawit dapat dicapai melalui pengelolaan terpadu antara modifikasi lingkungan tumbuh dan manipulasi sistem perakaran, sehingga memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan teknologi pembibitan yang lebih efisien untuk menghasilkan bibit berkualitas tinggi dan siap tanam dalam waktu yang lebih singkat.

Kata kunci: IBA, Jenuh Air, Pemangkasan akar, Pembibitan, suplementasi cahaya

## SUMMARY

I WAYAN ANDRE WINAYA. Morphophysiological Responses of Oil Palm Seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq.) to Growth Environment Modification and Root Manipulation. Supervised by EDI SANTOSA, and DHIKA PRITA HAPSARI.

Seedling quality is a critical factor determining the successful establishment of oil palm plantations, while the relatively long nursery period requires technological innovations to accelerate seedling growth without reducing morphological and physiological quality. This study evaluated the morphophysiological responses of oil palm seedlings to growth environment modification through supplemental LED lighting and water table management, as well as root system manipulation through root pruning and *Indole-3-Butyric Acid* (IBA) application. The study consisted of two experiments. The first experiment was conducted during the pre-nursery stage using a split-plot randomized complete block design with red–blue supplemental LED lighting duration (0, 3, 6, and 9 h) as the main plot and water level (0 and 10 cm) as the subplot. The second experiment was conducted during the main nursery stage using a factorial randomized complete block design with root pruning (0 and 2 cm) and IBA application (0 and 100 ppm) as factors. Observed variables included vegetative growth, root characteristics, plant biomass, root-to-shoot ratio, leaf nutrient content, and several physiological traits. Data were analyzed using analysis of variance followed by Duncan's Multiple Range Test at the 5% significance level. The results showed that supplemental LED lighting and water level management affected growth and morphophysiological responses of oil palm seedlings, with the combination of 3 h LED lighting and a 10 cm water level producing the best vegetative growth and root development. Root pruning enhanced root regeneration and supported seedling growth by increasing secondary root formation, root length, root biomass, root-to-shoot ratio, and leaf phosphorus content, whereas IBA application at 100 ppm did not improve root regeneration and tended to reduce vegetative growth and root development. Overall, this study demonstrates that accelerated growth of oil palm seedlings can be achieved through an integrated approach combining growth environment management and root system manipulation, thereby providing a scientific basis for developing more efficient nursery technologies to produce high-quality seedlings that are ready for field planting within a shorter nursery period.

**Keywords:** IBA, nursery management, root pruning, supplemental lighting, waterlogging

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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

# **RESPONS MORFOFISIOLOGI BIBIT KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) TERHADAP MODIFIKASI LINGKUNGAN TUMBUH DAN MANIPULASI PERAKARAN**

**I WAYAN ANDRE WINAYA**

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

**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI DAN HORTIKULTURA  
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.



Judul Tesis : Respons Morfofisiologi Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap Modifikasi Lingkungan Tumbuh dan Manipulasi Perakaran

Nama : I Wayan Andre Winaya

NIM : A2502241039

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Edi Santosa, S.P., M.Si.

Pembimbing 2:

Dr. Dhika Prita Hapsari, S.P., M.Si.

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: 10 AUG 2026

Tanggal Lulus: 13 AUG 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.



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil di selesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juni 2025 sampai bulan Mei 2026 berjudul Respons Morfofisiologi Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap Modifikasi Lingkungan Tumbuh dan Manipulasi Perakaran

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Edi Santosa, S.P., M.Si. dan Dr. Dhika Prita Hapsari, S.P., M.Si. yang telah meluangkan waktunya kepada penulis dalam membimbing, mengarahkan, memberikan saran dan masukan serta memberikan motivasi selama proses penelitian ini dilaksanakan.
2. Prof. Dr. Ani Kurniawati, S.P., M.Si, selaku Ketua Program Studi Magister Agronomi dan Hortikultura, serta seluruh Dosen pascasarjana AGH IPB.
3. Dr. Endang Gunawan S.P., M.Si. selaku penguji luar komisi pembimbing.
4. Terkasih dan tersayang Istri serta Anak ku, Sri Marlisa, S.Tr.Keb dan Putu Zoey Keyshila Winnmar yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan pendidikan pascasarjana ini.
5. Teristimewa untuk kedua orangtua tercinta, (Alm) Bapak I Nengah Sutonaya, S.P dan Ibu Made Wirahyanti, S.E yang selalu memberikan kasih sayang, do'a yang tak terhingga selama hidup dan sampai saat ini.
6. Saudara-saudaraku, I Nengah Benny Danuartha dan I Nyoman Chandra Borneo terima kasih atas do'a dan dukungannya.
7. Teman teman seperjuangan Angkatan 61 Pascasarjana AGH yang telah menemani dan membantu selama proses perkuliahan.
8. Rekan-rekan Forum Mahasiswa Pascasarjana Agronomi dan Hortikultura (FORSCA AGH) yang telah kebersamai dan berjuang bersama selama kuliah.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan khususnya di bidang pertanian

Bogor, Agustus 2026

I Wayan Andre Winaya

## DAFTAR ISI

|                                                                                                           |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| DAFTAR TABEL                                                                                              | xii  |
| DAFTAR GAMBAR                                                                                             | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN                                                                                           | xiii |
| I PENDAHULUAN                                                                                             | 1    |
| 1.1 Latar Belakang                                                                                        | 1    |
| 1.2 Tujuan                                                                                                | 3    |
| 1.3 Ruang Lingkup                                                                                         | 4    |
| 1.4 Hipotesis                                                                                             | 5    |
| II TINJAUAN PUSTAKA                                                                                       | 6    |
| 2.1 Kelapa Sawit ( <i>Elaeis guineensi</i> Jacq.)                                                         | 6    |
| 2.2 Budi Daya Kelapa Sawit pada Fase Pembibitan                                                           | 7    |
| 2.3 Cahaya Buatan                                                                                         | 8    |
| 2.4 Pemangkasan Akar Kelapa Sawit                                                                         | 9    |
| 2.5 Hormon Auksin                                                                                         | 10   |
| III RESPONS MORFOFISIOLOGI BIBIT KELAPA SAWIT TERHADAP SUPLEMENTASI CAHAYA LED DAN PENGATURAN TINGGI MUKA |      |
| AIR                                                                                                       | 12   |
| 3.1 Pendahuluan                                                                                           | 12   |
| 3.2 Tujuan Penelitian                                                                                     | 14   |
| 3.3 Hipotesis                                                                                             | 14   |
| 3.4 Metode Penelitian                                                                                     | 15   |
| 3.5 Analisis Data                                                                                         | 18   |
| 3.6 Hasil dan Pembahasan                                                                                  | 18   |
| 3.7 Simpulan                                                                                              | 29   |
| IV RESPONS SISTEM PERAKARAN DAN PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT TERHADAP PEMANGKASAN AKAR DAN APLIKASI IBA | 30   |
| 4.1 Pendahuluan                                                                                           | 30   |
| 4.2 Tujuan Penelitian                                                                                     | 31   |
| 4.3 Hipotesis                                                                                             | 31   |
| 4.4 Metode Penelitian                                                                                     | 32   |
| 4.5 Analisis Data                                                                                         | 34   |
| 4.6 Hasil dan Pembahasan                                                                                  | 34   |
| 4.7 Simpulan                                                                                              | 43   |
| V PEMBAHASAN UMUM                                                                                         | 43   |
| VI KESIMPULAN DAN SARAN                                                                                   | 45   |
| 6.1 Kesimpulan                                                                                            | 45   |
| 6.2 Saran                                                                                                 | 45   |
| VII DAFTAR PUSTAKA                                                                                        | 45   |
| LAMPIRAN                                                                                                  | 53   |
| RIWAYAT HIDUP                                                                                             | 59   |

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.



## DAFTAR TABEL

|    |                                                                                                                                                          |    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Pengaruh perlakuan LED dan tinggi genangan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang pada 4, 8, dan 12 MST.                              | 18 |
| 2  | Hasil pengamatan photometric (lux) pada 6 MST                                                                                                            | 21 |
| 3  | Pengaruh perlakuan LED dan tinggi genangan terhadap Jumlah akar, panjang akar terpanjang, dan volume akar bibit kelapa sawit 12 MST.                     | 22 |
| 4  | Pengaruh perlakuan LED dan tinggi genangan terhadap bobot basah, kering, dan kadar air bibit kelapa sawit 12 MST                                         | 27 |
| 5  | Pengaruh pemangkasan akar, aplikasi hormon, dan interaksi perlakuan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang 4, 8, dan 12 MST           | 34 |
| 6  | Pengaruh pemangkasan akar, aplikasi hormon, dan interaksi perlakuan terhadap jumlah akar primer, akar sekunder, dan panjang akar terpanjang pada 12 MST. | 36 |
| 7  | Pengaruh pemangkasan akar, aplikasi hormon, dan interaksi perlakuan terhadap bobot basah, bobot kering, dan kadar air pada 12 MST.                       | 38 |
| 8  | Analisis tanah media tanam bibit kelapa sawit                                                                                                            | 40 |
| 9  | Analisis hara makro pada daun bibit kelapa sawit                                                                                                         | 41 |
| 10 | Analisis hara mikro pada daun bibit kelapa sawit                                                                                                         | 42 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Bagan alir penelitian                                                                                                                                                                                                                              | 5  |
| 2 | A. Ilustrasi tampak atas bangunan pada percobaan, B. Ilustrasi tampak samping bangunan pada percobaan, dan C. Ilustrasi tampak depan bangunan pada percobaan                                                                                       | 16 |
| 3 | Ilustrasi perlakuan tinggi muka air 10 cm                                                                                                                                                                                                          | 17 |
| 4 | Pengaruh perlakuan interaksi LED*Tinggi air terhadap jumlah daun (A) dan diameter batang (B) pada 12 MST. Huruf yang berbeda pada kolom diagram batang menunjukkan berbeda secara nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.                        | 20 |
| 5 | Pengaruh perlakuan interaksi LED*Tinggi Air terhadap jumlah akar sekunder (A) dan jumlah akar tersier (B) pada 12 MST. Huruf yang berbeda pada kolom diagram batang menunjukkan berbeda secara nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.           | 24 |
| 6 | Pengaruh perlakuan interaksi LED*Tinggi Air terhadap panjang akar pada 12 MST. Huruf yang berbeda pada kolom diagram batang menunjukkan berbeda secara nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.                                                   | 25 |
| 7 | Pengaruh perlakuan LED (A), tinggi air (B), dan interaksi LED*Tinggi Air (C) terhadap rasio Bobot kering akar:tajuk pada 12 MST. Huruf yang berbeda pada kolom diagram batang menunjukkan berbeda secara nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%. | 28 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8  | Pengaruh perlakuan terhadap rasio akar:tajuk. P0; Pemangkasan akar 0 cm, P1; Pemangkasan akar 2 cm, H0; Tanpa aplikasi hormon IBA, H1; Aplikasi hormon 100 ppm. Huruf yang berbeda pada kolom diagram batang menunjukkan berbeda secara nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%. | 39 |
| 9  | Petak percobaan 1                                                                                                                                                                                                                                                                 | 54 |
| 10 | Satuan Percobaan 1 a) L0T0; b) L0T1; c) L3,6,9T0, dan d) L3,6,9T10                                                                                                                                                                                                                | 54 |
| 11 | Petak percobaan 2                                                                                                                                                                                                                                                                 | 55 |
| 12 | Satuan Percobaan pada percobaan 2                                                                                                                                                                                                                                                 | 55 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |                                           |    |
|---|-------------------------------------------|----|
| 1 | Petak percobaan dan satuan percobaan 1    | 54 |
| 2 | Petak percobaan dan satuan percobaan 2    | 55 |
| 3 | Dokumentasi Bibit percobaan 1 pada 12 MST | 56 |
| 4 | Dokumentasi tempat percobaan 1            | 57 |
| 5 | Dokumentasi Bibit percobaan 2 pada 12 MST | 58 |