

**RANCANG BANGUN *GROWTH CHAMBER* PENYEMAIAN  
KOPI ARABIKA (*Coffea arabica L.*) DENGAN PENGENDALI  
OTOMATIS LINGKUNGAN MIKRO BERBASIS  
MIKROKONTROLER**

**FELIX JEROME MARROW DENESTRO**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





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

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Rancang Bangun *Growth Chamber* Penyemaian Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) dengan Pengendali Otomatis Lingkungan Mikro Berbasis Mikrokontroler” adalah karya hasil kerja saya, dibimbing oleh dosen pembimbing, dan belum pernah diajukan ke perguruan tinggi mana pun. Semua informasi yang saya gunakan, baik dari karya yang diterbitkan maupun tidak, telah saya sertakan dalam teks dan Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini sesuai dengan pedoman yang berlaku.

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

Bogor, November 2024

Felix Jerome Marrow Denestro  
F1401201121

## ABSTRAK

FELIX JEROME MARROW DENESTRO. Rancang Bangun *Growth Chamber* Penyemaian Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) dengan Pengendali Otomatis Lingkungan Mikro Berbasis Mikrokontroler. Dibimbing oleh LIYANTONO.

Tanaman kopi tumbuh di dataran rendah maupun tinggi dengan ketinggian minimal 0 meter di atas permukaan laut (mdpl) hingga maksimum 2100 mdpl. Ekspor kopi Indonesia mencapai 434,19 ribu ton pada tahun 2022. Mayoritas adalah varietas robusta, meskipun permintaan biji kopi berkualitas meningkat. Tahap pembibitan kopi berpengaruh pada hasil produksi, dengan lingkungan penyemaian yang optimal memengaruhi pertumbuhan bibit. Suhu, kelembaban, dan kontrol lingkungan penting selama tahap ini. Alat penyemai *growth chamber* merupakan metode yang dapat mengontrol lingkungan pada tahap pembibitan secara otomatis, berpotensi meningkatkan kualitas bibit kopi arabika. Metode Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan dua kelompok kontrol, yaitu kelompok pertama menggunakan *growth chamber*, sementara kelompok kedua dengan metode penyemaian konvensional. Data yang dianalisis meliputi daya kecambah, tinggi tanaman, serta kestabilan lingkungan penyemaian. Pengambilan data kinerja dari *growth chamber* dilakukan setiap 15 menit dalam total waktu 36 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *growth chamber* mampu meningkatkan daya kecambah benih kopi arabika hingga 80%, signifikan lebih tinggi dibandingkan penyemaian konvensional yang hanya mencapai 53%. Selain itu, suhu dan kelembaban dalam *growth chamber* dapat dipertahankan pada rentang optimal 30 – 35 °C dan kelembapan tanah 60% – 80%, sehingga efektif dalam mendukung proses perkecambahan dan pertumbuhan awal tanaman kopi.

Kata kunci: *growth chamber*, kopi, pembibitan, pertumbuhan tanaman

## ABSTRACT

FELIX JEROME MARROW DENESTRO. Design and Development of an Arabica Coffee (*Coffea arabica L.*) Seedling Growth Chamber with Automated Microenvironment Control Based on Microcontroller. Supervised by LIYANTONO.

Coffee plants thrive in both lowland and highland areas, with an altitude range from 0 meters above sea level (MASL) to a maximum of 2,100 MASL. Indonesia's coffee exports reached 434.19 thousand tons in 2022, with the majority being robusta varieties, although the demand for high-quality coffee beans continues to increase. The seedling stage plays a significant role in determining production yields, as optimal seeding environments greatly influence seedling growth. Temperature, humidity, and environmental control are crucial during this phase. The growth chamber is a method capable of automatically controlling the environment during the seedling stage, with the potential to improve the quality of arabica coffee seedlings. This research method involved comparing two control groups: the first group used a growth chamber, while the

second group utilized conventional seeding methods. Data analyzed included germination rates, plant height, and the stability of the seeding environment. The results showed that the use of the growth chamber increased the germination rate of arabica coffee seeds up to 80%, significantly higher than conventional methods, which only reached 53%. Additionally, the temperature and humidity within the growth chamber were maintained at optimal ranges of 30 – 35 °C and soil moisture at 60% – 80%, effectively supporting the germination process and early growth of coffee plants.

**Keywords:** coffee, growth chamber, plant growth, seedling



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 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.*



# RANCANG BANGUN *GROWTH CHAMBER* PENYEMAIAN KOPI ARABIKA (*Coffea arabica L.*) DENGAN PENGENDALI OTOMATIS LINGKUNGAN MIKRO BERBASIS MIKROKONTROLER

**FELIX JEROME MARROW DENESTRO**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana pada  
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**



*@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 Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudya Noorachmat, M.Eng.
- 2 Dr. Ir. Wawan Hermawan, M.S.



Judul Skripsi : Rancang Bangun *Growth Chamber* Penyemaian Kopi Arabika  
(*Coffea arabica L.*) dengan Pengendali Otomatis Lingkungan  
Mikro Berbasis Mikrokontroler

Nama : Felix Jerome Marrow Denestro  
NIM : F1401201121

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr. Liyantono, S.TP., M.Agr.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Agr.Sc.  
NIP. 196034251989031001



Tanggal Ujian:  
2 Oktober 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 Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan nikmat-Nya penulisan karya ilmiah ini yang berjudul “Rancang Bangun *Growth Chamber* Penyemaian Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) dengan Pengendali Otomatis Lingkungan Mikro Berbasis Mikrokontroler” yang dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis ucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, mengarahkan, membimbing, dan memberikan dukungannya selama kegiatan magang hingga selesai. Oleh karena itu, dengan penuh syukur, penulis sampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Liyantono, S.TP, M.Agr. sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan pengarahan kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudya Noorachmat, M.Eng. dan Bapak Dr. Ir. Wawan Hermawan, M.S. sebagai dosen penguji ujian sidang yang telah bersedia menguji dan memberikan pengarahan kepada penulis.
3. Ibu Dr. Lenny Saulia, S.T.P., M.Si. sebagai dosen moderator ujian sidang yang telah bersedia membimbing jalannya ujian sidang.
4. Bapak Parluhutan Gultom dan Ibu Hermin Saul sebagai orang tua penulis yang selalu memberi dukungan yang terbaik, doa, motivasi, serta masukan kepada penulis.
5. Betsy, Arthur, Cita, Deden, Esty, Yuri, Erica, Epek, Gemi, Eugene sebagai kakak, abang, dan keponakan yang selalu memberi dukungan terbaik, doa, motivasi, serta masukan kepada penulis.
6. Bapak Udin dan Bapak Yayan sebagai teknisi di Teknik Mesin dan Biosistem yang memberi masukan saat perancangan dan perakitan *growth chamber*.
7. Afta, Sonya, Mevila sebagai teman dan rekan satu kelompok yang membantu merancang dan merakit *growth chamber* pada saat *capstone day*.
8. Ucup, Vani, Ija sebagai sahabat yang selalu memberi dukungan dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Laura Debora Nainggolan yang selalu memberi dukungan, motivasi, dan masukan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
10. Seluruh teman – teman D’kost pavilion yang selalu menghibur dan memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
11. Seluruh teman – teman MEISTER 57 yang selalu memberi dukungan kepada penulis.

Bogor, November 2024

*Felix Jerome Marrow Denestro*



## DAFTAR ISI

|   |    |
|---|----|
| DAFTAR TABEL  | x  |
| DAFTAR GAMBAR   | x  |
| PENDAHULUAN   |    |
| 1.1 Latar Belakang  | 1  |
| 1.2 Rumusan Masalah   | 2  |
| 1.3 Tujuan  | 2  |
| 1.4 Manfaat   | 2  |
| TINJAUAN PUSTAKA  | 3  |
| 2.1 Tanaman Kopi  | 3  |
| 2.2 Kopi Arabika  | 4  |
| 2.3 <i>Growth Chamber</i>   | 5  |
| 2.4 Mikrokontroler Arduino  | 5  |
| 2.5 Mikrokontroler Arduino Uno  | 6  |
| 2.6 Perangkat Lunak Arduino IDE   | 7  |
| 2.7 <i>Relay</i>  | 8  |
| 2.8 <i>Solid State Relay (SSR)</i>  | 9  |
| 2.9 Sistem Kontrol Otomatis   | 10 |
| 2.10 Perkecambahan Benih  | 11 |
| III METODE  | 13 |
| 3.1 Waktu dan Tempat  | 13 |
| 3.2 Alat dan Bahan  | 13 |
| 3.3 Prosedur Kerja  | 14 |
| 3.4 Perancangan Awal Konsep Design  | 14 |
| 3.5 Analisis Teknik ( <i>Embodiment Design</i> )                                    | 16 |
| 3.6 Analisis Design Fungsional  | 17 |
| 3.7 Perancangan Alat dan Elektronika  | 18 |
| 3.8 Pembuatan Alat dan Perangkaian Elektronika                                      | 18 |
| 3.9 Uji Fungsional  | 19 |
| 3.10 Uji Kinerja  | 19 |
| 3.11 Analisis Data  | 20 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN   | 21 |
| 4.1 Prototipe <i>Growth Chamber</i>   | 21 |
| 4.2 Data Pengujian Kinerja Suhu & Kelembapan Tanah dalam <i>Growth Chamber</i>      | 22 |
| 4.3 Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Perkecambahan                               | 23 |
| 4.4 Pengaruh Faktor Genetika dan Kualitas Benih Terhadap Perkecambahan Kopi Arabika | 24 |
| 4.5 Daya Kecambah Benih   | 24 |
| 4.6 Waktu yang Dibutuhkan Benih Untuk Berkecambah                                   | 29 |
| 4.7 Uji <i>ANOVA</i> Daya Kecambah Benih dan Tinggi Tunas Kopi                      | 31 |
| V SIMPULAN DAN SARAN  | 33 |
| 5.1 Simpulan  | 33 |
| 5.2 Saran   | 33 |

34  
37

DAFTAR PUSTAKA  
RIWAYAT HIDUP

*@Hak cipta milik IPB University*

IPB University





## DAFTAR TABEL

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Data daya kecambah dan tinggi tunas benih kopi dengan menggunakan <i>growth chamber</i> ulangan ke-1 | 25 |
| 2 | Data daya kecambah dan tinggi tunas benih kopi dengan menggunakan <i>growth chamber</i> ulangan ke-2 | 26 |
| 3 | Data daya kecambah dan tinggi tunas benih kopi tanpa menggunakan <i>growth chamber</i> ulangan ke-1  | 26 |
| 4 | Data daya kecambah dan tinggi tunas benih kopi tanpa menggunakan <i>growth chamber</i> ulangan ke-2  | 26 |
| 5 | Lama waktu perkecambahan benih kopi ulangan ke-1   | 30 |
| 6 | Lama waktu perkecambahan benih kopi ulangan ke-2   | 30 |
| 7 | Hasil uji <i>ANOVA</i> daya kecambah benih kopi ulangan ke-1   | 31 |
| 8 | Hasil uji <i>ANOVA</i> tinggi tunas kopi setelah tujuh hari ulangan ke-1                             | 31 |
| 9 | Hasil uji <i>ANOVA</i> daya kecambah benih kopi ulangan ke-2   | 32 |

## DAFTAR GAMBAR

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1  | Tanaman kopi (Wardana <i>et al.</i> 2023)  | 3  |
| 2  | Tanaman kopi arabika (Diperpa 2018)  | 4  |
| 3  | Mikrokontroler Arduino Uno   | 7  |
| 4  | Arduino IDE  | 8  |
| 5  | <i>Module relay</i> (Adrianto <i>et al.</i> 2019)  | 9  |
| 6  | <i>Solid State Relay</i> (SSR) (Eko 2018)  | 10 |
| 7  | Diagram blok sistem pengendalian <i>loop</i> tertutup (Tupalessy <i>et al.</i> 2017)   | 11 |
| 8  | Diagram alir prosedur kerja  | 14 |
| 9  | Ilustrasi desain <i>growth chamber</i>   | 17 |
| 10 | Uji T (T-Test) viabilitas benih kopi arabika sigarar utang antara uji hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) dengan pengujian langsung (perkecambahan) (Samosir 2023)                               | 20 |
| 11 | Prototipe <i>growth chamber</i>  | 22 |
| 12 | Grafik fluktuasi pengujian kinerja data suhu dan kelembapan tanah di dalam <i>growth chamber</i> ulangan ke-1  | 22 |
| 13 | Grafik fluktuasi pengujian kinerja data suhu dan kelembapan tanah di dalam <i>growth chamber</i> ulangan ke-2  | 23 |
| 14 | Grafik perbandingan daya kecambah benih kopi antara yang menggunakan kontrol dengan <i>chamber</i> dan tanpa menggunakan kontrol dengan <i>growth chamber</i> ulangan ke-1                   | 28 |
| 15 | Grafik perbandingan tinggi tunas benih kopi setelah tujuh hari antara yang menggunakan kontrol dengan <i>chamber</i> dan tanpa menggunakan kontrol dengan <i>growth chamber</i> ulangan ke-1 | 28 |
| 16 | Grafik perbandingan daya kecambah benih kopi antara yang menggunakan kontrol dengan <i>chamber</i> dan tanpa menggunakan kontrol dengan <i>growth chamber</i> ulangan ke-2                   | 29 |

- 17 Grafik perbandingan tinggi tunas benih kopi setelah tujuh hari antara yang menggunakan kontrol dengan *chamber* dan tanpa menggunakan kontrol dengan *growth chamber* ulangan ke-2 29
- 18 Tanaman kopi pada fase serdadu 31

@Hak cipta milik IPB University

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.