ADAPTASI ANGGREK HUTAN TROPIS PADA BERBAGAI MEDIA TANAM

Pertumbuhan, Kelangsungan Hidup, dan Pemantauan Digital

Moh. Ega Elman Miska

Cut Maisyarah Karyati

Aries Muslim

Muhammad Riza Jamalul Akbar

Ayunda Oktawiyani

Aulia Zahra S Wanda Habibah

Paundra Arya Yudistira

PENERBIT GUNADARMA

Judul Buku:

Adaptasi Anggrek Hutan Tropis pada Berbagai Media Tanam:
Pertumbuhan, Kelangsungan Hidup dan Pemantauan Digital

Penulis:
Moh. Ega Elman Miska
Cut Maisyarah Karyati
Aries Muslim
Muhammad Riza Jamalul Akbar
Ayunda Oktawiyani
Aulia Zahra S Wanda Habibah
Paundra Arya Yudistira

ISBN:

Editor: Moh. Ega Elman Miska

Desain sampul: Moh. Ega Elman Miska

Hak cipta©2026 pada Penulis
Jumlah halaman: (Cover+vi+70)
Edisi cetakan pertama, November 2026

Diterbitkan oleh Penerbit Gunadarma
Jl. Salemba No. 53, Jakarta Pusat 10440
Telp. (021) 390651, (021)3908568
Jalan Margonda Raya No.100, Pondok Cina, Depok 16424
Tel. +62-21-78881112, 7863819. Faks. +62-21-7872829
Email : penerbit@gunadarma.ac.id

Hak cipta dilindungi. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan bagian maupun seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun tanpa izin tertulis dari pemegang hak cipta, kecuali untuk kutipan yang diperbolehkan sesuai ketentuan yang berlaku.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku berjudul “Adaptasi Anggrek Hutan Tropis pada Berbagai Media Tanam: Pertumbuhan, Kelangsungan Hidup, dan Pemantauan Digital” dapat disusun.

Buku ini menyajikan pembahasan mengenai **adaptasi anggrek hutan tropis**, dengan perhatian pada ***Dendrobium strepsiceros*** dan **pemilihan media tanam** selama fase aklimatisasi. Uraian disusun dengan menghubungkan **karakteristik media, pertumbuhan dan kelangsungan hidup tanaman**, dokumentasi **citra digital**, **Convolutional Neural Network (CNN)**, serta pemantauan lingkungan dalam kerangka **Digital Twin**.

Pembahasan diharapkan dapat menjadi bahan bacaan dan referensi bagi akademisi, mahasiswa, peneliti, praktisi budidaya, serta pembaca yang memiliki perhatian terhadap pengembangan dan konservasi anggrek hutan tropis. Penyajian aspek agronomi dan teknologi digital dimaksudkan untuk memperluas pemahaman mengenai hubungan antara kondisi media, respons tanaman, informasi visual, dan lingkungan tumbuh. Untuk membantu pembaca menelaah pokok bahasan secara bertahap, setiap bab dilengkapi tujuan pembahasan, pengayaan pustaka, rangkuman, dan pertanyaan pemahaman. Unsur tersebut diharapkan memudahkan pembaca menghubungkan konsep ilmiah dengan contoh hasil penelitian dan penerapannya.

Penerbit Gunadarma

Tim penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan pada masa mendatang. Semoga buku ini memberikan manfaat bagi pengembangan pengetahuan, praktik budidaya, dan upaya pelestarian anggrek hutan tropis.

Jakarta, November 2026

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI iv
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH viii
SINOPSIS ix

BAB 1. Anggrek Hutan Tropis dan Tantangan Adaptasi

1.1. Biologi Anggrek: Keragaman Bentuk Hidup dan Strategi Menempati Habitat 3
1.2. Fisiologi Anggrek: Air, Cahaya, Suhu, dan Unsur Hara 4
1.3. Membaca Karakter Habitat sebagai Dasar Pemeliharaan 6
1.4. Implikasi Biologi Bagi Konservasi dan Budidaya 7

BAB 2. Media Tanam dan Keberhasilan Aklimatisasi

2.1. Media Tanam Sebagai Lingkungan Tumbuh Perakaran 9
2.2. Sphagnum Moss dan Serabut Kelapa 10
2.3. Campuran Media dan Keseimbangan Sifat Fisik 10
2.4. Kesesuaian Media dan Keberhasilan Adaptasi 12
2.5. Media Tanam Sebagai Lingkungan Fisik Perakaran 12
2.6. Media dan Akar: Hubungan Antara Air, Udara, dan Kesehatan 14
2.7. Karakter Sphagnum Moss dan Serabut Kelapa dalam Konteks Percobaan 14
2.8. Aklimatisasi: Peralihan dari In Vitro ke Ex Vitro 15

BAB 3. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup sebagai Indikator Adaptasi

3.1. Adaptasi Tanaman Perlu Dibaca melalui Lebih dari Satu Indikator 18
3.2. Kelangsungan Hidup Selama Fase Aklimatisasi 19
3.3. Pertumbuhan Vegetatif dan Perbedaan Respons Antarmedia 21
3.4. Membaca Hasil Secara Terpadu untuk Menentukan Media 23
3.5. Indikator Keberhasilan Aklimatisasi dan Sumber Kegagalan 24
3.6. Pertumbuhan Vegetatif sebagai Cerminan Proses Adaptasi 24
3.7. Kelangsungan Hidup dan Vigor: Indikator yang Saling Melengkapi 25
3.8. Membaca Respons Antarwaktu dan Variasi Biologis 26
3.9. Menafsirkan Hasil Percobaan Media dalam Konteks Biologis 26

Penerbit Gunadarma

BAB 4. Citra Digital sebagai Informasi Kondisi Tanaman

4.1. Citra Tanaman sebagai Sumber Informasi Visual 28
4.2. Konsistensi Pengambilan Gambar dan Mutu Data 29
4.3. Pelabelan Citra dan Hubungannya dengan Data Agronomi 30
4.4. Dari Dokumentasi Visual Menuju Analisis Berbantuan Komputer 32
4.5. Implikasi bagi Pemantauan Aklimatisasi Anggrek 33
4.6. Citra Digital sebagai Dokumentasi Fenotipe Anggrek 33
4.7. Batas Interpretasi Citra dan Pengukuran Tanaman 34

BAB 5. Convolutional Neural Network dan Integrasi Data Multimodal

5.1. Konsep dan Peran Convolutional Neural Network 36
5.2. Transfer Learning dan Penggunaan Model ResNet50 37
5.3. Integrasi Data Citra dan Data Tabular 38
5.4. Evaluasi Model dan Keterbatasan Interpretasi 40
5.5. Peran CNN dan Data Multimodal dalam Pemantauan Adaptasi Anggrek 42
5.6. CNN sebagai Alat Analisis Pola Visual 42
5.7. Validasi Model dan Keterbatasan Generalisasi 43

BAB 6. Digital Twin untuk Pemantauan Lingkungan Tumbuh

6.1. Konsep Digital Twin dalam Sistem Budidaya 45
6.2. Pemantauan Suhu, Kelembapan Relatif, dan Intensitas Cahaya 46
6.3. Menghubungkan Data Lingkungan dengan Respons Tanaman 48
6.4. Batasan Implementasi dan Arah Pengembangan Digital Twin 49
6.5. Digital Twin sebagai Representasi Sistem Budidaya 51
6.6. Sensor, Kualitas Data, dan Makna Pengukuran Lingkungan 51
6.7. Menghubungkan Lingkungan dengan Respons Tanaman 51

BAB 7. Integrasi Informasi Agronomi dan Teknologi Digital

7.1. Agronomi sebagai Dasar Interpretasi Teknologi Digital 53
7.2. Penyatuan Data Citra, Agronomi, dan Lingkungan 54
7.3. Alur Pengelolaan dan Analisis Data Terintegrasi 55
7.4. Manfaat dan Batasan Integrasi bagi Evaluasi Aklimatisasi 56
7.5. Sintesis: Teknologi Digital sebagai Pendukung Keputusan Agronomi 57
7.6. Integrasi Data untuk Menjawab Pertanyaan Agronomi 58
7.7. Kualitas Data, Keterlacakan, dan Interpretasi 58

Penerbit Gunadarma

BAB 8. Menuju Budidaya dan Konservasi Anggrek yang Lebih Presisi
8.1. Menghubungkan Keputusan Budidaya dengan Respons Tanaman 60
8.2. Teknologi Digital untuk Mendukung Konservasi Anggrek 61
8.3. Peluang Pengembangan Budidaya Anggrek yang Lebih Presisi 62
8.4. Keterbatasan dan Agenda Penelitian Selanjutnya 63
8.5. Menentukan Media Berdasarkan Tujuan dan Bukti 64
8.6. Konservasi Ex Situ dan Pemanfaatan Teknologi Secara Proporsional 65

BAB 9. Penutup 71

Daftar Pustaka 72

Penerbit Gunadarma

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Dokumentasi empat komposisi media tanam untuk aklimatisasi *D. strepsiceros* 11

Gambar 3.1. Estimasi kelangsungan hidup *Dendrobium strepsiceros* pada empat perlakuan media 20

Gambar 3.2. Rerata jumlah daun *Dendrobium strepsiceros* pada 14 MST 22

Gambar 4.1. Dokumentasi visual tanaman *Dendrobium strepsiceros* selama aklimatisasi 29

Gambar 5.1. Skema integrasi data citra dan tabular dalam model CNN multimodal 39

Gambar 6.1. Skema pemantauan lingkungan berbasis Digital Twin 46

Gambar 6.2. Rentang suhu, kelembapan relatif, dan intensitas cahaya selama aklimatisasi 47

Gambar 8.1. Ringkasan respons aklimatisasi pada empat komposisi media tanam 61

Penerbit Gunadarma

DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

AI — Artificial Intelligence

CNN — Convolutional Neural Network

ExG — Excess Green

HSV — Hue, Saturation, Value

MLP — Multilayer Perceptron

MST — Minggu Setelah Tanam

RH — Relative Humidity (kelembapan relatif)

SR — *Survival Rate* (kelangsungan hidup)

Digital Twin — Kerangka integrasi data fisik dan digital untuk pemantauan lingkungan tumbuh

lux — Satuan iluminansi atau intensitas penerangan

Penerbit Gunadarma

SINOPSIS

Anggrek hutan tropis memiliki keragaman bentuk dan strategi adaptasi yang berkaitan erat dengan kondisi habitat, karakter perakaran, serta ketersediaan air dan udara di sekitar tanaman. Keberhasilan pemeliharaan anggrek, khususnya pada fase aklimatisasi, dipengaruhi oleh kemampuan tanaman menyesuaikan diri setelah dipindahkan dari lingkungan pembibitan atau kultur jaringan ke lingkungan tumbuh yang lebih terbuka.

Buku ini membahas adaptasi *Dendrobium strepsiceros* pada empat komposisi media tanam, yaitu 100% sphagnum moss, 100% serabut kelapa, campuran sphagnum moss dan serabut kelapa 1:1, serta campuran 2:1 berdasarkan volume. Pembahasan menguraikan fungsi media sebagai lingkungan perakaran, indikator pertumbuhan vegetatif, skor vigor, dan kelangsungan hidup tanaman. Hasil penelitian digunakan sebagai contoh untuk memahami bahwa keunggulan media dapat berbeda menurut indikator dan waktu pengamatan, sehingga rekomendasi budidaya perlu didasarkan pada evaluasi yang menyeluruh.

Selain aspek agronomi, buku ini memperkenalkan pemanfaatan citra digital, Convolutional Neural Network (CNN), integrasi data multimodal, dan Digital Twin untuk mendukung dokumentasi serta pemantauan lingkungan tumbuh. Penjelasan menempatkan teknologi digital sebagai perangkat pendukung yang perlu divalidasi, bukan sebagai pengganti pengamatan biologis atau dasar untuk membuat klaim prediksi yang belum diuji.

Uraian disusun secara bertahap mulai dari pengenalan anggrek dan tantangan adaptasi, karakteristik media, pengukuran respons tanaman, pengolahan citra, CNN, Digital Twin, hingga integrasi informasi untuk mendukung budidaya dan konservasi. Buku ini dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa, dosen, peneliti, dan praktisi sebagai sumber pengayaan untuk memahami hubungan antara biologi anggrek, pengelolaan media, dan teknologi pertanian presisi.

Penerbit Gunadarma