

PERANCANGAN SISTEM DETEKSI VIABILITAS BIBIT CABAI (*Capsicum Annuum* L) BERBASIS *DEEP LEARNING*

JASMINE TASMARA



PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025



@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 “Perancangan Sistem Deteksi Viabilitas Bibit Cabai (*Capsicum Annuum* L) Berbasis *Deep learning*” 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, Juli 2025

Jasmine Tasmara
F1501231010

- 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

JASMINE TASMAR. Perancangan Sistem Deteksi Viabilitas Bibit Cabai (*Capsicum Annuum* L) Berbasis *Deep learning*. Dibimbing oleh SUPRIYANTO dan MOHAMAD SOLAHUDIN.

Persemaian merupakan tahapan penting dalam budidaya cabai yang mempengaruhi kesehatan, ketahanan, dan performa pertumbuhan tanaman. Deteksi dini tahap perkecambahan sangat penting untuk mengurangi risiko kegagalan persemaian dan meningkatkan kualitas bibit. Namun, deteksi manual pada *nursery* berskala besar menimbulkan tantangan efisiensi dan akurasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi viabilitas bibit cabai berbasis *deep learning* dengan menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO) yang terintegrasi dengan sistem *monitoring* berbasis *website* menggunakan kamera RGB. Proses penelitian meliputi: (1) akuisisi citra tahap awal perkecambahan, (2) penyusunan dan *pre-processing dataset*, (3) anotasi dan pelabelan data, (4) pelatihan model menggunakan YOLOv5 dan YOLOv8, (5) pengujian dan validasi model, serta (6) implementasi sistem berbasis *website*. *Dataset* yang digunakan terdiri dari 15.000 citra bibit cabai yang diklasifikasikan ke dalam tiga kelas: berkecambah, tidak berkecambah, dan muncul daun kotiledon.

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model YOLOv8 memiliki performa deteksi yang tinggi. Nilai presisi, *recall*, dan *F1-score* untuk masing-masing kelas adalah sebagai berikut: berkecambah (0,938; 0,952; 0,945), tidak berkecambah (0,953; 0,950; 0,951), dan muncul daun kotiledon (0,990; 0,982; 0,986). Rata-rata makro (*macro average*) mencapai 0,961 untuk presisi, *recall*, dan *F1-score*, dengan akurasi keseluruhan sebesar 96,25%. Model yang dikembangkan diimplementasikan ke dalam sebuah *website dashboard* interaktif yang memfasilitasi pemantauan persemaian secara *real-time* maupun berbasis unggahan manual. Sistem ini menyediakan visualisasi deteksi, klasifikasi bibit, informasi lokasi budidaya, serta integrasi hasil ke dalam basis data. Evaluasi kinerja aplikasi sistem *monitoring* berbasis *website* menunjukkan bahwa performa deteksi dipengaruhi oleh ukuran *file* citra, *bandwidth* jaringan, jumlah individu tanaman dalam citra, jenis *browser engine*, dan spesifikasi perangkat. Proses deteksi lebih cepat terjadi pada citra tanpa kompresi, jaringan berkecepatan tinggi, jumlah objek sedikit, serta perangkat dan *browser* yang lebih efisien. Secara keseluruhan, sistem dapat bekerja mendekati *real-time* dengan kondisi teknis yang optimal.

Evaluasi pertumbuhan benih cabai yang dideteksi menggunakan model *deep learning* menunjukkan dinamika pertumbuhan yang unik. Pada awal pengamatan (HSS 1-3), mayoritas benih berada dalam kategori tidak berkecambah. Seiring berjalannya waktu, terjadi penurunan signifikan pada kategori ini, diikuti peningkatan jumlah benih berkecambah yang mencapai puncaknya sekitar HSS 10-14. Selanjutnya, benih berkecambah bertransisi menjadi kategori muncul daun kotiledon, yang jumlahnya terus meningkat dan mendominasi pada HSS 20-25 hingga akhir periode pengamatan. Penelitian ini menunjukkan bahwa model *deep learning* berbasis YOLO dapat secara efektif mengidentifikasi tahap pertumbuhan awal bibit cabai dan berpotensi diterapkan sebagai sistem *monitoring* otomatis di *Nursery Greenhouse*. Sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pemantauan bibit, tetapi juga memberikan solusi praktis dan aplikatif bagi

pengelolaan persemaian tanaman hortikultura. Pengembangan lebih lanjut dapat mencakup perluasan dan diversifikasi *dataset*, optimalisasi sumber daya komputasi, dan integrasi penuh dengan sistem *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan *real-time* yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

Kata kunci: bibit cabai, *deep learning*, perkecambahan, sistem deteksi, YOLO

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





SUMMARY

JASMINE TASMAR. Development of a *Deep learning* System for Detecting Viability in Chili Seedlings (*Capsicum annuum* L.). Supervised by SUPRIYANTO and MOHAMAD SOLAHUDIN.

Nursery management is a crucial stage in chili cultivation, impacting the health, resilience, and growth performance of plants. Early detection of germination stages is vital to reduce the risk of nursery failure and improve seedling quality. However, manual detection in large-scale nurseries presents challenges in terms of efficiency and accuracy. This research aims to develop a deep learning-based chili seedling viability detection system using the You Only Look Once (YOLO) algorithm, integrated with a website-based monitoring system using an RGB camera. The research process includes: (1) image acquisition of early germination stages, (2) dataset compilation and pre-processing, (3) data annotation and labeling, (4) model training using YOLOv5 and YOLOv8, (5) model testing and validation, and (6) website-based system implementation. The dataset used consists of 15,000 chili seedling images classified into three categories: germinated, not germinated, and cotyledon appear.

The training results indicate that the YOLOv8 model demonstrates high detection performance. The precision, recall, and F1-score values for each class are as follows: germinated (0,938; 0,952; 0,945), ungerminated (0,953; 0,950; 0,951), and cotyledon-emerged (0,990; 0,982; 0,986). The macro average reached 0,961 for precision, recall, and F1-score, with an overall accuracy of 96,25%. The developed model was implemented into an interactive website dashboard that facilitates real-time and manual upload-based nursery monitoring. This system provides detection visualization, seedling classification, cultivation location information, and result integration into a database. Evaluation of the website-based monitoring system application performance shows that detection performance is influenced by image file size, network bandwidth, the number of individual plants in the image, browser engine type, and device specifications. The detection process is faster for uncompressed images, high-speed networks, fewer objects, and more efficient devices and browsers. Overall, the system can operate near real-time under optimal technical conditions.

Evaluation of chili seed growth detected using the deep learning model revealed unique growth dynamics. In the early observation period (DAS 1-3), most seeds were in the ungerminated category. Over time, there was a significant decrease in this category, followed by an increase in the number of germinated seeds, which peaked around DAS 10-14. Subsequently, germinated seeds transitioned into the cotyledon-emerged category, whose number continuously increased and dominated from DAS 20-25 until the end of the observation period. This research demonstrates that the YOLO-based deep learning model can effectively identify the early growth stages of chili seedlings and has the potential to be implemented as an automated monitoring system in Nursery Greenhouses. This system not only improves efficiency and accuracy in seedling monitoring but also provides a practical and applicable solution for horticultural crop nursery management. Further development may include expanding and diversifying the

dataset, optimizing computational resources, and full integration with Internet of Things (IoT) systems for smarter and more sustainable real-time monitoring.

Keywords: chili seedling, deep learning, detection system, germination, YOLO

@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.

© 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.

PERANCANGAN SISTEM DETEKSI VIABILITAS BIBIT CABAI (*Capsicum annuum* L) BERBASIS *DEEP LEARNING*

JASMINE TASMARA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
1 Prof. Dr. Ir Sutrisno, M.Agr



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

Judul Tesis : Perancangan Sistem Deteksi Viabilitas Bibit Cabai (*Capsicum Annuum* L) Berbasis *Deep learning*
Nama : Jasmine Tasmara
NIM : F1501231010

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Supriyanto, S.TP., M.Kom., Ph.D.

Pembimbing 2:
Dr. Ir. Mohamad Solahudin, M.Si.



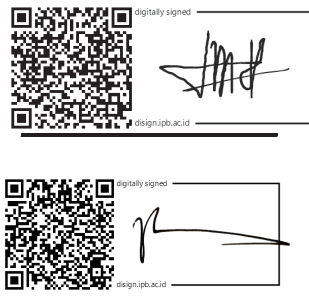
Diketahui oleh

Ketua Program Studi Magister Teknik Pertanian dan Biosistem:

Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr
NIP 19620803 198703 1002

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:

Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr
NIP 19610502 198603 1002



Tanggal Ujian:
4 Juli 2025

Tanggal Lulus:



@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 subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2024 sampai bulan Maret 2025 ini ialah sistem informatika pertanian berbasis *deep learning*, dengan judul “Perancangan Sistem Deteksi Viabilitas Bibit Cabai (*Capsicum Annuum* L) Berbasis *Deep learning*”. Thesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Tesis ini tersusun atas bimbingan dan kerja sama dari berbagai pihak selama penulisan, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bunda Susi Afrina, Abang Joddy, dan keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, dan kasih sayangnya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan,
2. Bapak Supriyanto, S.TP, M.Kom., PhD dan Dr.Ir. Mohamad Solahudin, M.Si selaku dosen komisi pembimbing yang telah membimbing dan memberikan pengarahan materi maupun rohani kepada penulis sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar,
3. Direktorat Pengembangan Masyarakat Agromaritim, IPB University atas kesediaannya dalam memfasilitasi penelitian ini,
4. Staf dan Teknisi *Greenhouse Leuwikopo* IPB yang telah memberikan izin, arahan dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian,
5. Bang Azzam, Milta, Apoy, Raple, Arham, Tegar, Bang Anan, Mba Fina dan Yuri yang telah membantu dan memberikan saran serta semangat selama penelitian berlangsung,
6. Teman-teman seperjuangan program studi magister Teknik Pertanian dan Biosistem angkatan ganjil 2023 atas semua kebersamaan, hiburan, kebahagiaan, dan semangatnya,
7. Serta seluruh pihak yang telah bersedia memberikan waktu dan bimbingannya untuk membantu penyusunan thesis ini.

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

Bogor, Juli 2025

Jasmine Tasmara



@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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pentingnya Persemaian Cabai	4
2.2 Penerapan <i>Deep learning</i> pada Budidaya Pertanian	5
2.3 Penelitian Terkini Deteksi pada Persemaian	7
2.4 Aplikasi <i>Deep learning</i> pada Budidaya Lingkungan Terkendali	8
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hasil Akuisisi dan Persiapan <i>Dataset</i>	16
4.2 Hasil Rancangan Model <i>Deep learning</i>	19
4.3 Hasil Rancangan Implementasi Sistem <i>Monitoring</i> Berbasis <i>Website</i>	23
4.4 Evaluasi Kinerja Aplikasi Sistem <i>Monitoring</i> Berbasis <i>Website</i>	27
4.5 Evaluasi Pertumbuhan Benih Cabai Menggunakan <i>Deep learning</i>	31
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	43



DAFTAR TABEL

1	Daftar perangkat keras dan beserta fungsinya	9
2	Alat dan bahan pembibitan cabai	9
3	Perangkat lunak pengembangan program	10
4	<i>Confussion matrix</i>	14
5	Spesifikasi server komputasi.	19
6	<i>Confusion matrix</i> untuk hasil <i>testing</i>	23
7	Evaluasi performa model <i>testing</i>	23
8	Rata-rata waktu proses berdasarkan ukuran file citra	28
9	Spesifikasi detail jaringan	28
10	Rata-rata waktu proses berdasarkan <i>bandwidth</i> jaringan	28
11	Rata-rata waktu proses berdasarkan jumlah individu	29
12	Waktu proses deteksi berdasarkan <i>browser engine</i>	30
13	Spesifikasi perangkat yang digunakan	30
14	Rata-rata waktu proses berdasarkan spesifikasi perangkat	30

DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan pertumbuhan cabai	4
2	Rumah pembibitan	5
3	Skema <i>Convolutional Neural Network</i> (Mouha 2021)	6
4	Konsep algoritma YOLO dalam deteksi gambar (Redmon <i>et al.</i> 2016)	7
5	<i>Nursery Greenhouse</i> , ATP IPB	9
6	Tahapan penelitian yang terdiri dari pengumpulan data, pelabelan data, model pelatihan, pengujian, dan implementasi model	11
7	Contoh <i>dataset</i> yang dikumpulkan dengan tiga kelas berbeda	12
8	Arsitektur algoritma YOLO (Redmon <i>et al.</i> 2016).	13
9	Hasil rancangan sistem akuisisi data	16
10	Contoh hasil pengumpulan data	17
11	Analisis kotak pembatas: (a) jumlah contoh dari setiap kelas, (b) setiap kotak pembatas, (c) Pusat y terhadap pusat x dari setiap label, dan (d) tinggi setiap label terhadap lebarnya.	18
12	Contoh teknik augmentasi <i>dataset</i>	18
13	<i>Loss bounding box training</i> , <i>loss</i> klasifikasi <i>training</i> , dan <i>loss</i> fokus distribusi <i>training</i> untuk (a) algoritma YOLOv5, (b) algoritma YOLOv8.	20
14	<i>Loss bounding box</i> validasi, <i>loss</i> klasifikasi validasi, dan <i>loss</i> fokus distribusi validasi untuk (a) algoritma YOLOv5, (b) algoritma YOLOv8.	21
15	Presisi dan recall untuk (a) algoritma YOLOv5, (b) algoritma YOLOv8	22
16	mAP0.5, dan mAP0.95 untuk (a) algoritma YOLOv5, (b) algoritma YOLOv8	22
17	Implementasi antar muka halaman login	24
18	Implementasi antar muka halaman <i>dashboard</i>	24

19	Tampilan halaman informasi budidaya dan kelola data tanaman	25
20	Tampilan halaman hasil foto dan tampilan hasil fitur <i>view</i>	25
21	Tampilan halaman analisis deteksi objek menggunakan <i>deep learning</i>	26
22	Tampilan fitur <i>View Details</i> pada hasil deteksi gambar	27
23	Grafik pertumbuhan jumlah benih cabai dengan menggunakan deteksi model <i>deep learning</i>	31

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Contoh proses anotasi dataset	39
2	Lampiran 2 Kode pemograman training deep learning YOLOv5 dan YOLOv8	40
3	Lampiran 3 Kode program integrasi model <i>deep learning</i>	41
4	Lampiran 4 Data numerik pertumbuhan cabai hasil deteksi model <i>deep learning</i>	42