

MODEL VISI KOMPUTER UNTUK PENGENDALIAN HAMA PADA BUDIDAYA CABAI AYESHA IPB BERBASIS IOT

DEDENG HIRAWAN



**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi berjudul “Model Visi Komputer untuk Pengendalian Hama pada Budidaya Cabai Ayesha IPB Berbasis IoT” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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 disertasi ini.

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

Bogor, Juli 2026

Dedeng Hirawan
G6601211006

- 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

DEDENG HIRAWAN. Model Visi Komputer untuk Pengendalian Hama pada Budidaya Cabai Ayesha IPB Berbasis IoT. Dibimbing oleh KUDANG BORO SEMINAR, IRMAN HERMADI dan MUHAMAD SYUKUR.

Pertanian presisi merupakan pendekatan yang mengintegrasikan teknologi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, produktivitas, dan keberlanjutan sistem budidaya. Pada budidaya Cabai Ayesha IPB dengan sistem pertanian vertikal, salah satu tantangan utama adalah serangan hama berukuran kecil (*aphids*, *thrips*, *whitefly*, dan *caterpillar*) yang sulit dideteksi secara akurat. Meskipun teknologi *Computer Vision* (CV) telah banyak dimanfaatkan untuk deteksi hama, sebagian besar penelitian masih berfokus pada peningkatan performa model deteksi tanpa mengintegrasikan hasil deteksi dengan sistem pemantauan dan pengendalian hama secara otomatis. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan model pertanian presisi yang mengintegrasikan CV berbasis YOLOv8 dan *Internet of Things* (IoT) untuk mendukung deteksi, pemantauan, dan pengendalian hama pada budidaya Cabai Ayesha IPB.

Untuk meningkatkan kemampuan YOLOv8 dalam mendeteksi objek berukuran kecil (*small object detection*), penelitian ini mengusulkan metode augmentasi citra pada tahap pra-pemrosesan yang menggabungkan teknik segmentasi, ekstraksi objek, lokalisasi area pengamatan, dan pembesaran citra menggunakan *bicubic interpolation**. Dataset yang digunakan terdiri atas 14.419 citra hama yang terbagi ke dalam empat kelas objek dan dipartisi menjadi data latih, data validasi, dan data uji. Seluruh citra dianotasi sebagai *ground truth* sebelum proses pelatihan. Model kemudian dilatih menggunakan *optimizer AdamW* dengan *learning rate* 0,001 selama 70 *epoch* dan diimplementasikan pada aplikasi berbasis web yang terintegrasi dengan sistem IoT untuk mendukung pemantauan serta pengendalian hama.

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model mencapai nilai presisi rata-rata di atas 80 persen dengan *training loss* dan *validation loss* di bawah 1 persen, yang menunjukkan proses pembelajaran berlangsung secara optimal. Pada tahap pengujian, metode augmentasi terbukti meningkatkan kinerja deteksi dibandingkan model YOLOv8 tanpa augmentasi. Nilai presisi meningkat dari 91 persen menjadi 96 persen untuk *aphids*, 75 persen menjadi 92 persen untuk *thrips*, 93 persen menjadi 96 persen untuk *whitefly*, dan 93 persen menjadi 99 persen untuk *caterpillar*, dengan peningkatan rata-rata sekitar 7 persen. Implementasi sistem pada budidaya vertikal Cabai Ayesha IPB juga menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu menurunkan populasi hama hingga 75 persen, sehingga membuktikan efektivitas integrasi CV dan IoT dalam mendukung pengendalian hama pada sistem pertanian presisi.

Selain itu, implementasi sistem masih dipengaruhi oleh beberapa faktor teknis diantaranya saturasi cahaya saat akuisisi citra, pergerakan hama terutama *thrips* sebelum proses penyemprotan dilakukan, serta keterbatasan cakupan kamera dan aktuator yang masih berfokus pada sisi depan tanaman. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kualitas akuisisi citra, penambahan sudut pengamatan, dan optimalisasi sistem penyemprotan masih diperlukan untuk



meningkatkan efektivitas sistem secara menyeluruh pada lingkungan budidaya nyata.

Kebaruan penelitian ini terletak pada dua kontribusi utama. Pertama, penelitian ini mengembangkan teknik augmentasi citra pada tahap pra-proses untuk meningkatkan kemampuan YOLOv8 dalam mendeteksi hama berukuran kecil. Pertama, penelitian ini meningkatkan kualitas representasi visual objek sebelum proses pelatihan sehingga mampu meningkatkan presisi deteksi tanpa memodifikasi arsitektur dasar YOLOv8. Kedua, penelitian ini mengembangkan model pertanian presisi berbasis CV dan IoT pada sistem pertanian vertikal yang mengintegrasikan deteksi, pemantauan, dan pengendalian hama secara otomatis dalam satu sistem yang terintegrasi. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi metodologis pada pengembangan *small object detection* berbasis augmentasi citra serta kontribusi praktis dalam pengembangan sistem pertanian presisi untuk budidaya Cabai Ayesha IPB pada lahan terbatas.

Kata Kunci: augmentasi, cabai ayesha ipb, *computer vision*, *internet of things*, pertanian presisi, *small object detection*.



SUMMARY

DEDENG HIRAWAN. An IoT-Based Computer Vision Model for Pest Control in Ayesha IPB Chili Cultivation. Supervised by KUDANG BORO SEMINAR, IRMAN HERMADI and MUHAMAD SYUKUR.

Precision agriculture integrates advanced technologies to improve resource-use efficiency, crop productivity, and the sustainability of agricultural production systems. In the vertical cultivation of Ayesha IPB chili peppers, one of the major challenges is the infestation of small-sized pests, including aphids, thrips, whiteflies, and caterpillars, which are difficult to detect accurately. Although Computer Vision (CV) has been widely applied for pest detection, most existing studies focus primarily on improving detection performance without integrating detection results into automated monitoring and pest control. Therefore, this research develops a precision agriculture model that integrates YOLOv8-based CV and Internet of Things (IoT) to support pest detection, monitoring, and automated pest control in Ayesha IPB farming.

To improve the capability of YOLOv8 for small object detection, this research proposes an image augmentation approach during the preprocessing stage. The dataset consisted of 14,419 annotated pest images representing four pest classes and was divided into training, validation, and testing datasets. The YOLOv8 model was trained using the AdamW optimizer with a learning rate of 0.001 for 70 epochs and subsequently deployed in a web-based application integrated with an IoT system for pest monitoring and control.

The proposed model achieved an average precision exceeding 80 percent, while both the training and validation losses remained below 1 percent, indicating stable learning and effective convergence. Experimental evaluation demonstrated that the proposed augmentation method consistently outperformed the baseline YOLOv8 model, increasing detection precision from 91 percent to 96 percent for aphids, from 75 percent to 92 percent for thrips, from 93 percent to 96 percent for whiteflies, and from 93 percent to 99 percent for caterpillars, with an average improvement of approximately 7 percent. Field implementation in the vertical cultivation of Ayesha IPB chili peppers further reduced pest populations by up to 75 percent, demonstrating the effectiveness of integrating Computer Vision and IoT for precision pest management.

Despite these promising results, system performance was influenced by several practical limitations, including light saturation during image acquisition, rapid pest movement before spraying, and limited camera and sprayer coverage. These findings suggest that improvements in image acquisition, multi-view observation, and spraying coverage are necessary to further enhance system performance under practical cultivation conditions.

This dissertation makes two primary scientific contributions to the field of precision agriculture. First, it demonstrates that improving object representation through preprocessing-based image augmentation provides an effective alternative for enhancing small object detection performance without modifying the original YOLOv8 architecture. Second, it proposes an integrated precision agriculture framework that combines CV and the IoT to connect pest detection, monitoring, automated decision-making, and pest control within a single vertical farming

system. These contributions advance both the methodology for intelligent pest detection and the practical implementation of end-to-end precision agriculture for sustainable crop production in land limited environments.

Keywords: augmentation, ayesha ipb chili peppers, computer vision, precision agriculture, internet of things, small object detection.

@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 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 2026¹
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.

MODEL VISI KOMPUTER UNTUK PENGENDALIAN HAMA PADA BUDIDAYA CABAI AYESHA IPB BERBASIS IOT

DEDENG HIRAWAN

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Doktor Ilmu Komputer

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



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.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Prof. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si., M.Kom
2. Prof. Dr. Suyanto., S.T., M.Sc.



Judul Disertasi : Model Visi Komputer untuk Pengendalian Hama pada
Budidaya Cabai Ayesha IPB Berbasis IoT
Nama : Dedeng Hirawan
NIM : G6601211006

Disetujui oleh

Pembimbing 1 :

Prof. Dr. Ir. Kudang Boro Seminar, M.Sc

Pembimbing 2 :

Dr. Irman Hermadi, S.Kom., MS

Pembimbing 3 :

Prof. Dr. Muhamad Syukur, S.P., M.Si

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Ilmu Komputer:

Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si., M.Kom

NIP 19750130 199802 2 001

Dekan Sekolah Sains Data, Matematika dan Informatika:

Prof. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si., M.Kom

NIP 19660702 199302 1 001

Tanggal Ujian:
25 Mei 2026

Tanggal Lulus



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2024 hingga Maret 2026 berjudul “Model Visi Komputer untuk Pengendalian Hama pada Budidaya Cabai Ayesha IPB Berbasis IoT”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Kudang Boro Seminar, M.Sc, Dr. Irman Hermadi, S.Kom., MS, dan Prof. Dr. Muhamad Syukur, S.P., M.Si yang telah sabar dalam membimbing serta memberikan banyak saran guna menyelesaikan penelitian ini, Di samping itu penghargaan penulisan sampaikan kepada:

1. Orang tua tercinta Bapak Upah Pahrudin dan Ibu Iis Purnasari, serta adik tersayang Lutvy Septian yang memberikan dukungan serta doa dalam studi ini.
2. Istri tersayang Selly Novianti Nurjanah, serta anak tercinta Alqorni Jugala Hirawan dan Fatimah Rahayu Hirawan yang senantiasa memberikan kasih sayang dan semangat dalam menyelesaikan penelitian ini.
3. Rektor IPB, Pimpinan Sekolah Pascasarjana IPB, Pimpinan Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika (SSMI) IPB, Dekan SSMI IPB, Ketua dan Sekretaris Program Studi Doktor Ilmu Komputer IPB, dosen dan tenaga kependidikan Ilmu Komputer IPB, para penguji luar komisi, moderator seminar, dan layanan administrasi IPB.
4. Rektor, Wakil Rektor, Dekan FTIK, Bandung. Serta rekan – rekan dosen dan tenaga kependidikan di Prodi Teknik Informatika UNIKOM.
5. Rekan–rekan Mahasiswa Prodi Doktor Ilmu Komputer IPB Angkatan 4. Serta rekan–rekan seperjuangan bimbingan yang selalu berbagi pengalaman dan kenangan selama studi.
6. Pihak – pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.

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

Bogor, Juli 2026

Dedeng Hirawan

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR ISTILAH	xvi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Kebaruan	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pertanian Presisi	5
2.2 Pertanian Vertikal	7
2.3 Cabai Ayesha IPB	9
2.4 Hama Cabai	10
2.5 Visi Komputer	11
2.6 <i>Internet of Things (IoT)</i>	22
2.7 <i>State of The Art</i>	24
III METODE	27
3.1 Kerangka Pemikiran	27
3.2 Tahap Pengumpulan Data	28
3.3 Anotasi data	35
3.4 <i>Pre-trained</i> Dataset pada <i>Roboflow</i>	36
3.5 Pelatihan dan Validasi Data menggunakan model YOLOv8	36
3.6 Pengembangan Augmentasi pada Praproses Model YOLOv8	40
3.7 Pengembangan Arsitektur IoT	51
3.8 Lingkungan Pengembangan Sistem	51
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Hasil Pelatihan dan Validasi Data	56
4.2 Pengembangan Aplikasi Deteksi Hama	58
4.3 Perbandingan Hasil Model	64
4.4 Perakitan dan Pengujian Perangkat Keras	66
4.5 Prototipe Pertanian Presisi Budidaya Cabai Ayesha IPB	74
V SIMPULAN DAN SARAN	76
5.1 Simpulan	76
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	85
RIWAYAT HIDUP	88

DAFTAR TABEL

1	Versi algoritma Yolo	22
2	<i>State of the art</i>	25
3	Relevansi penelitian dalam pengembangan keilmuan	28
4	Jadwal budidaya tanaman	31
5	Jumlah data set hama cabai	35
6	Spesifikasi perangkat keras	52
7	Spesifikasi perangkat lunak	53
8	Parameter pelatihan dan validasi data	56
9	<i>Nilai precision, recall dan F1-score</i> data uji hama	64
10	Gerak mekanisme alat angkut	70
11	Uji kalibrasi motor stepper	71
12	Gerak sudut <i>motor servo</i>	73



DAFTAR GAMBAR

1	Ruang lingkup pertanian cerdas dan presisi	6
2	Pertanian vertikal di dalam ruangan	7
3	Pengelompokan jenis pertanian	8
4	Varietas cabai Ayesha IPB	9
5	Tahap budidaya cabai Ayesha IPB	10
6	Jenis hama cabai	11
7	Inputan citra hama dari kamera	14
8	Proses <i>morphology masking</i>	16
9	<i>Contour masking</i>	18
10	Proses <i>gridding</i>	19
11	Proses pembesaran pada citra hama (<i>zoom in</i>)	21
12	Arsitektur IoT	23
13	Konsep alur kerja PRISMA	24
14	Kerangka pemikiran	27
15	Observasi budidaya tanaman cabai	29
16	Media tanam budidaya cabai Ayesha IPB	30
17	Pupuk fase vegetatif dan fase generatif	30
18	Fase persemaian hingga fase tanam cabai Ayesha IPB	31
19	Fase generatif cabai Ayesha IPB	31
20	Budidaya cabai pada lahan terbuka	32
21	Budidaya cabai Ayesha IPB secara vertikal	32
22	Jenis hama pada tanaman cabai	33
23	Contoh pengendalian hama cabai	34
24	Contoh hasil anotasi citra hama aphids pada roboflow	35
25	<i>Pre-trained</i> model YOLOv8 untuk dataset hama	36
26	Alur kerja pelatihan data	37
27	Alur validasi model YOLOv8	38
28	Arsitektur baseline YOLOv8	42
29	Teknik augmentasi pada praproses model YOLOv8	43
30	HSV <i>masking</i> citra hama	44
31	Proses <i>morphology masking</i>	45
32	Proses <i>contour masking</i>	46
33	Proses <i>gridding</i> citra	48
34	Proses <i>crop-zoom in</i>	49
35	Arsitektur IoT	51
36	Pelatihan data (<i>training loss</i>) model	57
37	Validasi model	57
38	Evaluasi performa model	58
39	<i>Usecase Diagram</i>	59
40	Struktur <i>database</i>	60
41	Tampilan utama antarmuka perangkat lunak	62
42	Antarmuka pengolahan citra	63
43	Perbandingan nilai mAP	65
44	Arsitektur logis IoT	66
45	Desain instrumen kendali hama	67

46	Mekanisme alat angkut kamera dan sprayer	69
47	Arah gerak sudut kamera dan <i>sprayer</i>	72
48	Prototipe budidaya cabai Ayesha IPB	74
49	Jumlah keberadaan hama selama budidaya	75



DAFTAR ISTILAH

A	<i>Action Research</i>	: Metode penelitian yang dilakukan secara siklus (perencanaan, tindakan, observasi, refleksi) untuk memperbaiki praktik secara langsung di lapangan
	Arduino	: <i>Platform</i> mikrokontroler berbasis <i>open-source</i> yang digunakan untuk membangun sistem elektronik dan otomasi.
	Aktuator	: Perangkat yang mengubah sinyal kontrol menjadi gerakan fisik, seperti motor atau katup.
	<i>Aphids</i>	: Serangga hama kecil penghisap cairan tanaman yang sering menyerang daun dan batang.
	Augmentasi	: Teknik memperbanyak variasi data dengan memodifikasi data asli (<i>rotasi, flipping, zoom, dll.</i>) untuk meningkatkan performa model.
B	<i>Baseline</i>	: Model atau metode dasar yang digunakan sebagai pembandingan dalam eksperimen.
C	Cabai Ayesha IPB	: Varietas cabai hasil pengembangan oleh Institut Pertanian Bogor (IPB)
	<i>Caterpillar</i>	: Larva dari kupu-kupu/ngengat yang menjadi hama karena memakan daun tanaman.
	<i>Computer Vision (CV)</i>	: Bidang dalam kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer memahami dan memproses citra atau video.
	<i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	: Jenis jaringan saraf tiruan yang dirancang khusus untuk pengolahan data citra.
	<i>Cropping</i>	: Proses memotong bagian tertentu dari gambar untuk fokus pada objek yang diinginkan.
D	<i>Deep Learning</i>	: Sub-bidang <i>machine learning</i> yang menggunakan jaringan saraf dalam (<i>deep neural networks</i>) untuk mempelajari pola kompleks.
F	<i>F1-score</i>	: Ukuran performa model yang merupakan rata-rata harmonis antara <i>precision</i> dan <i>recall</i> .
G	GPU	: Perangkat keras yang digunakan untuk mempercepat komputasi, terutama dalam pelatihan model AI.
	<i>Internet of Things (IoT)</i>	: Konsep jaringan perangkat yang saling terhubung dan dapat bertukar data melalui internet.



L	<i>Leadscrew</i>	: Komponen mekanik berupa ulir yang digunakan untuk mengubah gerakan rotasi menjadi gerakan linear.
M	<i>Machine Learning</i>	: Cabang AI yang memungkinkan sistem belajar dari data tanpa diprogram secara eksplisit.
	<i>mAP (mean Average Precision)</i>	: Metode evaluasi model deteksi objek berdasarkan rata-rata nilai <i>precision</i> pada berbagai <i>threshold</i> .
	Mikrokontroler	: Komputer kecil dalam satu chip yang digunakan untuk mengontrol perangkat elektronik.
	<i>Motor Driver</i>	: Rangkaian elektronik untuk mengendalikan motor (arah, kecepatan).
	<i>Motor Servo</i>	: Motor dengan kontrol posisi yang presisi menggunakan sinyal PWM.
	<i>Motor Stepper</i>	: Motor yang bergerak dalam langkah-langkah diskrit untuk kontrol posisi yang akurat.
	<i>Multi-layer</i>	: Struktur jaringan saraf yang memiliki lebih dari satu lapisan tersembunyi.
	<i>Overfitting</i>	: Kondisi saat model terlalu menyesuaikan data latih sehingga performa pada data baru menurun.
P	Pertanian Presisi	: Pendekatan pertanian berbasis teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan hasil produksi.
	Pertanian Vertikal	: Metode budidaya tanaman secara bertingkat dalam ruang terbatas.
	<i>Pest Detection</i>	: Proses mendeteksi keberadaan hama pada tanaman menggunakan teknologi.
	<i>Praproses (Preprocessing)</i>	: Tahap awal pengolahan data sebelum digunakan dalam model.
	<i>Precision</i>	: Ukuran akurasi prediksi positif dari model.
	PRISMA	: Metodologi untuk menyusun dan melaporkan tinjauan sistematis secara transparan.
R	<i>Raspberry Pi</i>	: <i>Single-board computer</i> yang digunakan untuk proyek IoT dan komputasi ringan.
	<i>Recall</i>	: Ukuran kemampuan model dalam menemukan semua data positif.
	Relay	: Saklar elektronik yang dikendalikan oleh sinyal listrik.
	<i>Remote Sensing</i>	: Teknologi pengambilan data tanpa kontak langsung, biasanya menggunakan sensor atau kamera.

<i>Roboflow</i>	: Platform pengelolaan dataset dan pelatihan model <i>computer vision</i> .
<i>Select</i>	: Tahap pemilihan data atau objek tertentu dari dataset.
<i>Sensor</i>	: Perangkat yang mendeteksi perubahan lingkungan dan mengubahnya menjadi sinyal.
<i>Server</i>	: Sistem yang menyediakan layanan atau data kepada perangkat lain melalui jaringan.
<i>Smart Agriculture</i>	: Penerapan teknologi digital dalam pertanian untuk meningkatkan efisiensi.
<i>Sprayer</i>	: Alat penyemprot cairan, biasanya pestisida atau pupuk.
<i>Thrips</i>	: Serangga kecil yang merusak tanaman dengan cara menghisap cairan sel.
<i>Underfitting</i>	: Kondisi saat model tidak mampu menangkap pola data dengan baik.
<i>Urban Farming</i>	: Praktik pertanian di lingkungan perkotaan.
<i>Whitefly</i>	: Serangga kecil berwarna putih yang menjadi hama tanaman.
<i>Wireless Sensor Network (WSN)</i>	: Jaringan sensor nirkabel untuk memantau kondisi lingkungan secara <i>real-time</i> .
<i>Yolov8</i>	: Algoritma deteksi objek <i>real-time</i> berbasis <i>deep learning</i> yang dikembangkan oleh Ultralytics.
<i>Zoom In</i>	: Proses memperbesar bagian tertentu dari gambar untuk melihat detail lebih jelas.