

**PENERAPAN *COMPUTER VISION* UNTUK DIAGNOSIS DAN PEMANTAUAN
PERKEMBANGAN PENYAKIT HAWAR DAUN (*Bipolaris maydis*) PADA
TANAMAN JAGUNG BERBASIS APLIKASI ANDROID**

HAERANA

G011191091



**DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

Penerapan *Computer Vision* Untuk Diagnosis Dan Pemantauan Perkembangan Penyakit Hawar Daun (*Bipolaris maydis*) Pada Tanaman Jagung Berbasis Aplikasi Android

**Haerana
G011191091**



Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Pertanian

Pada

Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi Agroteknologi

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

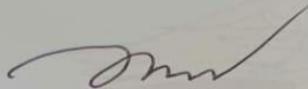
Judul skripsi : Penerapan *Computer Vision* Untuk Diagnosis Dan Pemantauan Perkembangan Penyakit Hawar Daun (*Bipolaris maydis*) Pada Tanaman Jagung Berbasis Aplikasi Android

Nama : Haerana

Nim : G011191091

Disetujui oleh:

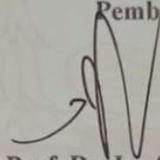
Pembimbing Utama



Muhammad Junaid, S.P., M.P., Ph.D

NIP. 197612312008121004

Pembimbing Pendamping

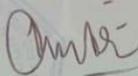


Prof. Dr. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc., Ph.D

NIP. 196001011986011011

Diketahui oleh:

Ketua Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan



Prof. Dr. Ir. Tufik Kuswinanti, M.Sc

NIP. 196503161989032002

Tanggal Pengesahan: 14 Agustus 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Judul skripsi : Penerapan *Computer Vision* Untuk Diagnosis Dan Pemantauan Perkembangan Penyakit Hawar Daun (*Bipolaris maydis*) Pada Tanaman Jagung Berbasis Aplikasi Android

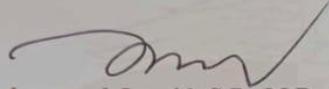
Nama : Haerana

Nim : G011191091

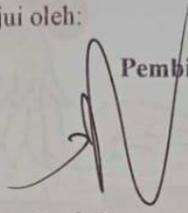
Disetujui oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Muhammad Junaid, S.P., M.P., Ph.D
NIP. 197612312008121004



Prof. Dr. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc., Ph.D
NIP. 196001011986011011

Diketahui oleh:

Ketua Program Studi Agroteknologi



Dr. Ir. Abd Haris B, M.Si
NIP. 196708111994031003

Tanggal Pengesahan: 14 Agustus 2023

DEKLARASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Saya menyatakan bahwa semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka

Makassar, 20 Juni 2023

Deklarator,


Haerana
G011191091

ABSTRAK

HAERANA. Penerapan *computer vision* untuk diagnosis dan pemantauan perkembangan penyakit hawar daun (*Bipolaris maydis*) pada tanaman jagung berbasis aplikasi android. Pembimbing: MUHAMMAD JUNAID dan ANDI NASRUDDIN.

Jagung (*Zea mays* L.) adalah komoditas pangan utama setelah beras. Salah satu tantangan peningkatan produksi jagung adalah penyakit hawar daun yang disebabkan oleh *Bipolaris maydis* dengan penurunan produksi mencapai 50%. Pengelolaan penyakit tanaman dengan teknologi revolusi 4.0 seperti visi komputer memiliki prospek yang baik. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya aplikasi berbasis android dalam pengelolaan penyakit tanaman yang murah dan mudah diakses melalui telepon pintar. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengevaluasi aplikasi Google Lens, Plantix dan Agrio dalam mendeteksi gejala penyakit hawar daun dan menentukan tingkat akurasi; 2) menentukan tingkat keparahan serangan penyakit hawar daun di setiap umur pertumbuhan tanaman jagung. Metode penelitian terdiri atas survei lokasi, pengamatan gejala dan keparahan penyakit, isolasi, identifikasi, penilaian akurasi, dan analisis data. Diagnosis penyakit hawar daun yang dilakukan pada Google Lens menunjukkan tingkat akurasi 80%, pada aplikasi Plantix diperoleh akurasi 90% dan pada Agrio diperoleh dengan akurasi 0%. Google Lens dan Plantix menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi masing-masing 80% dan 90%. Penyakit hawar daun ditemukan pada umur tanaman 17 hari setelah tanam (HST) dengan keparahan penyakit 5% dan meningkat menjadi 24% seiring dengan penambahan umur tanaman (60 HST).

Kata kunci: Akurasi, Agrio, Google Lens, Keparahan Penyakit, Plantix

ABSTRACT

HAERANA. Application of computer vision for diagnosis and monitoring the development of leaf blight (*Bipolaris maydis*) in corn plants based on android application. Supervised by MUHAMMAD JUNAID and ANDI NASRUDDIN.

Corn (*Zea mays* L.) is the main food commodity after rice. One of the challenges of increasing corn production is leaf blight caused by *Bipolaris maydis* with a 50% reduction in production. Plant disease management with 4.0 revolution technology such as computer vision has good prospects. This can be seen from the many Android-based applications in plant disease management that are cheap and easily accessible via smartphones. This research aims to: 1) evaluate the Google Lens, Plantix, and Agrio applications in detecting leaf blight symptoms and determining their accuracy; 2) determine the severity of leaf blight attack at each growth age of corn plants. The research method consists of location survey, observation of symptoms and disease severity, isolation, identification, accuracy assessment, and data analysis. Diagnosis of leaf blight disease carried out on Google Lens showed an accuracy rate of 80%, in the Plantix application obtained 90% accuracy and in Agrio obtained with 0% accuracy. Google Lens and Plantix showed a high level of accuracy of 80% and 90% respectively. Leaf blight was found at plant age 17 days after planting (DAP) with a disease severity of 5% and increased to 24% along with the increase in plant age (60 DAP).

Keywords: Accuracy, Agrio, Google Lens, Disease Severity, Plantix

PERSANTUNAN

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, penyelesaian skripsi ini tidak akan terwujud. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga, teruntuk bapak Jamuddin dan ibu Hudaya terimakasih atas segala do'a dan dukungannya.
2. Bapak Muhammad Junaid, S.P., M.P., Ph.D dan Prof. Dr. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing 1 dan 2. Terimakasih atas kesediaan waktu untuk membimbing, memberi masukan dan arahan kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
3. Ibu Dr. Ir. Sulaeha, S.P., M.Si, Bapak Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin dan Bapak Prof. Dr. Ir. Nur Amin, Dipl.-Ing. Agr selaku dosen penguji. Terimakasih atas segala bentuk masukan dan saran yang membangun dalam menyusun skripsi ini.
4. Bapak Ardan selaku laboran, terimakasih atas segala bantuan selama melaksanakan penelitian di laboratorium.
5. Segenap dosen jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan.
6. Teman-teman: Rika Rahman, Fitriani, dan Rahmatullah Akhmad. Terimakasih atas segala dukungan dan motivasi selama proses penulisan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya bagi penulis sendiri dan masyarakat serta pembaca pada umumnya.

Makassar, 20 Juni 2023

Penulis

Haerana

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
DEKLARASI	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PERSANTUNAN.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan penelitian	2
1.3 Manfaat penelitian	2
1.4 Penelitian Terkait	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Jagung Manis	4
2.2 Fase Pertumbuhan Tanaman Jagung.....	4
2.2.1 Tahapan Pertumbuhan Vegetatif.....	5
2.2.2 Tahapan Reproduksi dan Pengembangan Kernel.....	7
2.3 Penyakit Hawar Daun Jagung.....	8
2.3.1 <i>Bipolaris maydis</i> Penyebab Penyakit Hawar Daun.....	8
2.3.2 Daur Hidup dan Penyebaran Penyakit Hawar Daun	8
2.3.3 Bentuk Gejala Serangan Penyakit Hawar	8
2.3.4 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit Hawar Daun	9
2.4 Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligence/ AI</i>)	10
2.4.1 <i>Computer Vision</i>	10
2.4.3 Android.....	10
III. METODOLOGI	12
3.1 Tempat dan Waktu	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.2.1 Alat.....	12
3.2.2 Bahan.....	12
3.3 Tahapan Penelitian.....	12
3.3.1 Diagnosis.....	12
3.3.2 <i>Monitoring</i> Perkembangan Gejala dengan Scan-IT to Office.....	13
3.3.3 Validasi Gejala Penyakit Hawar Daun.....	15
3.4 Analisis Data.....	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hasil	16
4.1.1 Diagnosis Penyakit Hawar Daun Menggunakan Aplikasi Berbasis Android	16
4.1.2 Indeks Keparahan Penyakit Hawar Daun Jagung	26
4.1.3 Identifikasi Morfologi	27
4.2 Pembahasan	29

4.2.1	Diagnosis Penyakit Hawar Daun Menggunakan Aplikasi Berbasis Android	29
4.2.2	Indeks Keparahan Penyakit	29
V.	PENUTUP	31
5.1	Kesimpulan	31
5.2	Saran	31
	DAFTAR PUSTAKA.....	32
	LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

Tabel 4- 1. Penerapan aplikasi <i>Google lens</i> dalam diagnosis hawar daun jagung.....	18
Tabel 4- 2. Penerapan aplikasi <i>Plantix</i> dalam diagnosis hawar daun jagung.....	21
Tabel 4-3. Penerapan aplikasi <i>Agrio</i> dalam diagnosis hawar daun jagung	24
Tabel 4-4. Analisis Klasifikasi Penggunaan Aplikasi dalam Diagnosis Penyakit Hawar daun Jagung.....	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Perkembangan perkecambahan hingga enam hari setelah tanam.....	5
Gambar 2- 2 Fase Pertumbuhan Jagung	6
Gambar 2-3. Gejala Hawar Daun Jagung (dokumentasi di lapangan, 2023).....	9
Gambar 2-4. Komponen AI (Kusumawati, 2008)	10
Gambar 3-1. Skema Pengamatan Secara Diagonal	14
Gambar 4-1. Dinamika keparahan penyakit hawar daun pada tanaman jagung	26
Gambar 4-2. Isolat penanaman jaringan tampak depan	27
Gambar 4-3. Isolat penanaman jaringan tampak belakang.....	27
Gambar 4-4. Isolat cendawan setelah pemurnian tampak depan.....	27
Gambar 4-5. Isolat cendawan setelah pemurnian tampak belakang.....	27
Gambar 4-6. Serabut hifa dan konidium perbesaran 100X	28
Gambar 4-7. Serabut hifa dan konidium perbesaran 400X	28
Gambar 4-8. Hifa bersekat.....	28
Gambar 4-9. Konidiospora perbesaran 400X	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Barcode Pengamatan Blok 1	35
Lampiran 2. Barcode Pengamatan Blok 2	36
Lampiran 3. Barcode Pengamatan Blok 3	37
Lampiran 4. Barcode Pengamatan Blok 4	38
Lampiran 5. Barcode Pengamatan Blok 5	39
Lampiran 6. Hasil Pengamatan Minggu-1	40
Lampiran 7. Hasil Pengamatan Minggu-2.....	45
Lampiran 8. Hasil Pengamatan Minggu-3.....	50
Lampiran 9. Hasil Pengamatan Minggu-4.....	56
Lampiran 10. Hasil Pengamatan Minggu-5.....	61
Lampiran 11. Hasil Pengamatan Minggu-6.....	67
Lampiran 12. Hasil Pengamatan Minggu-7.....	72
Lampiran 13. Perhitungan Keparahan Penyakit (KP) Minggu-1	77
Lampiran 14. Perhitungan Keparahan Penyakit (KP) Minggu-2	79
Lampiran 15. Perhitungan Keparahan Penyakit (KP) Minggu-3	81
Lampiran 16. Perhitungan Keparahan Penyakit (KP) Minggu-4	83
Lampiran 17. Perhitungan Keparahan Penyakit (KP) Minggu-5	85
Lampiran 18. Perhitungan Keparahan Penyakit (KP) Minggu-6	87
Lampiran 19. Perhitungan Keparahan Penyakit (KP) Minggu-7	89
Lampiran 20. Dokumentasi Pembuatan Patok Pengamatan	91
Lampiran 21. Dokumentasi Pengamatan Di Lapangan	91
Lampiran 22. Dokumentasi Pembuatan Media Potato Dextrose Agar (PDA)	91

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dengan iklim tropis memiliki prospek yang baik untuk pengembangan jagung. Jagung merupakan komoditas pangan yang banyak dikembangkan di Indonesia dalam skala besar. Sebagai sumber pangan, jagung merupakan sumber karbohidrat ketiga setelah padi dan gandum. Jagung memiliki kandungan gizi yang tinggi seperti karbohidrat, protein, lemak, berbagai mineral dan vitamin. Selain sebagai bahan makanan pokok, jagung juga dapat dimanfaatkan dalam industri pakan ternak (Bantacut et al, 2015).

Kebutuhan jagung domestik oleh industri pangan dan pakan yang terus meningkat menyebabkan peningkatan permintaan jagung dari waktu ke waktu. Pemerintah Indonesia berharap dapat mencapai swasembada jagung pada tahun 2017, bersama dengan peningkatan ekspor jagung dan penurunan impor. Akan tetapi, hasil analisis proyeksi pada tahun 2018 menunjukkan bahwa terjadi penurunan surplus dibandingkan tahun 2017. Ini disebabkan oleh permintaan yang lebih besar daripada produksi jagung nasional. Surplus jagung sebesar 6.4 juta ton lagi diproyeksikan pada tahun 2021 (Pustadin, 2017).

Adanya penyakit yang dapat menyerang kapan saja merupakan salah satu tantangan yang sering dihadapi dalam upaya meningkatkan produktivitas jagung. Beberapa penyakit yang menyerang tanaman jagung di pertanaman termasuk karat daun, hawar daun, busuk pelepah, bulai, busuk tongkol, dan busuk pelepah. Penyakit Hawar Daun yang disebabkan oleh cendawan *Bipolaris maydis* adalah salah satu penyakit yang paling penting bagi tanaman jagung, dan sangat dikenal oleh para petani. Semangun (1991) mengatakan bahwa Serangan penyakit hawar daun dapat menurunkan produksi hingga 50%. Gejala penyakit hawar daun ditandai dengan adanya bercak coklat kelabu seperti jerami pada permukaan daun, dimana bercak tersebut sejajar dengan yang berat dapat menyebabkan jaringan daun mati dan mengering (nekrosis).

Ada beberapa alternatif solusi yang dapat dijadikan sebagai taktik pengendalian penyakit secara terpadu, diantaranya dengan penggunaan varietas tahan, pemanfaatan agens hayati, pengaturan jarak tanam, pengendalian secara mekanik, melakukan olah tanah, sanitasi dan rotasi tanaman. Untuk menentukan teknik pengendalian yang tepat, maka perlu dilakukan pendiagnosaan terkait dengan gejala penyakit pada tanaman. Pengendalian hanya dapat dilakukan apabila tingkat serangan penyakit sudah mencapai ambang batas. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem monitoring untuk memastikan perkembangan gejala penyakit pada tanaman jagung, sehingga dapat menentukan kombinasi teknik pengendalian mana yang tepat (Direktur Jenderal Tanaman pangan, 2018).

Perkembangan teknologi yang memiliki banyak kemajuan memungkinkan penerapan berbagai inovasi menjadi lebih mudah. Dengan penggunaan teknologi *computer vision*, kemajuan teknologi ini juga dapat terjadi dalam bidang fitopatologi. *Computer vision* memungkinkan komputer untuk melihat, mengidentifikasi, dan memproses gambar dengan cara yang sama seperti yang dilakukan oleh penglihatan manusia, dan kemudian menghasilkan *output* yang sesuai. Tujuan dari *computer vision* tidak hanya untuk melihat, tetapi juga untuk memproses dan memberikan hasil yang bermanfaat dari pengamatan. Misalnya, perangkat pintar dapat dipasang di lahan pertanaman jagung dengan visi komputer

untuk mengetahui apakah daun jagung terinfeksi penyakit atau tidak. Kemudian perangkat pintar dapat memberi tahu petani jagung jika daun jagung terinfeksi penyakit (Rosalina, 2020).

Berdasarkan dari uraian permasalahan di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul “Penerapan *Computer Vision* Untuk Diagnosis Dan Monitoring Perkembangan Penyakit Hawar Daun (*Bipolaris maydis*) Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Berbasis Android” dengan menggunakan *Google lens*, *Plantix*, *Agrio* sebagai *smart diagnosis applications* dan *Scan-IT to Office* sebagai aplikasi pendukung dalam melakukan *monitoring*. Semua aplikasi tersebut akan membantu dalam pendiagnosaan penyakit tanaman jagung dan membantu dalam proses penginputan data.

1.2 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengevaluasi aplikasi *Google lens*, *Plantix* dan *Agrio* dalam mendeteksi gejala penyakit hawar daun dan menentukan tingkat akurasinya.
2. Untuk mengetahui tingkat keparahan serangan penyakit hawar daun disetiap umur pertumbuhan tanaman jagung.

1.3 Manfaat penelitian

Penelitian ini dapat memberikan informasi tentang perkembangan tingkat keparahan penyakit hawar daun disetiap umur pertumbuhan tanaman jagung. Selain itu, dari penelitian ini didapatkan pula nilai guna dari penerapan teknik *computer vision* sebagai sistem pakar/aplikasi dalam pendeteksi penyakit hawar daun jagung.

1.4 Penelitian Terkait

	Judul	Peneliti	Penerbit	Hasil Penelitian
1	Implementasi model <i>deep learning convolutional neural network</i> (CNN) pada citra daun jagung untuk klasifikasi penyakit tanaman	Andhika Bagas Prakosa, Hendry dan Radius Tanone	Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi, (2023)	Dataset yang digunakan untuk pengujian ini sebanyak 3718 gambar untuk data dari daun jagung yang sehat, dan 3814 gambar untuk data dari daun jagung yang memiliki penyakit karat (<i>common rust</i>). Dari hasil pengujian dengan perbandingan 40% data test 60% data training sebanyak 50 epoch, didapatkan nilai akurasi sebesar 0.9990, nilai precision sebesar 0.9981, nilai recall sebesar 1, dan nilai FI score sebesar 0.9990.
2	<i>Disease detection in rice leave based on image processing using convolutional neural network (CNN) method</i>	Syenira Sheila, Muhammad Khairil Anwar,	JURNAL MUTINETI, (2023)	Hasil penelitian dan pengujian dalam penelitian ini menunjukkan nilai akurasi pengujian sebesar 0.9375 atau 93.75% dengan

		Adrie Bagas Saputra, Farid Restu Pujianto, Irma Permata Sari		nilai kehilangan sebesar 0.3076. Dengan demikian diperoleh bahwa hasil penerapan <i>convolutional neural network</i> (CNN) dengan base model inception V3 memiliki akurasi yang sangat baik.
3	Klasifikasi Penyakit Daun Jagung menggunakan Metode <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	Ivan Pratama Putra, Rusbandi, dan Derry Alamsyah	Jurnal Algoritme, (2022)	Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan penyakit pada tanaman jagung menggunakan metode <i>convolutional neural network</i> (CNN) dengan arsitektur Resnet50 dengan optimizer Adam, Nadam dan SGD. Data set terdapat 4225 citra yang dipisahkan menjadi 3380 data train, 845 data test. Citra yang digunakan diresize menjadi ukuran 224x224. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa akurasi tertinggi untuk arsitektur Resnet50 dengan menggunakan optimizer Adam yaitu 98.4%.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung Manis

Jagung pertama kali tiba di Indonesia pada abad ke-17 dari Portugis. Jagung adalah tanaman yang berasal dari benua Amerika. Rukmana (2010) menyatakan bahwa tanaman jagung termasuk dalam klasifikasi berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub-divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Famili	: Graminae
Genus	: Zea
Spesies	: <i>Zea mays saccharata</i> Linn.

Salah satu jenis tanaman yang paling banyak dikembangkan di Indonesia adalah jagung. Jagung memiliki prospek pertumbuhan yang bagus karena iklimnya tropis. Jagung adalah sumber karbohidrat ketiga yang banyak dikonsumsi setelah padi dan gandum. Karena rasanya yang lebih manis, harum, mengandung gula sukrosa, dan rendah lemak, sebab itu jagung manis sangat populer (Putri, 2011).

Tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Linn.) atau yang dikenal dengan *sweet corn* adalah salah satu jenis tanaman jagung yang memiliki umur produksi yang lebih singkat, kisaran 60-70 hari setelah tanam. Hal itulah yang menyebabkan jagung manis memiliki rasa yang lebih manis dibandingkan dengan jagung biasa (Munarto *et al*, 2014).

2.2 Fase Pertumbuhan Tanaman Jagung

Menurut McWilliams *et al.* (1999), jagung memiliki pola pertumbuhan yang sama, akan tetapi interval waktu antar tahap pertumbuhan dan jumlah daun yang berkembang dapat berbeda. Dengan mengetahui tahap pertumbuhan dan proses pertumbuhan jagung, memungkinkan petani untuk mengatur operasi di lahan dengan benar. Waktu pemupukan, irigasi, budidaya, panen dan aplikasi pestisida yang tepat dapat meningkatkan hasil panen secara signifikan. Umumnya, pertumbuhan jagung dikelompokkan ke dalam tiga tahap yaitu sebagai berikut:

1. Tahap Vegetatif: tahap vegetatif dimulai setelah benih tanam tumbuh menjadi bibit dan berakhir saat tanaman memasuki tahap reproduksi. Pada tahap ini, tanaman jagung fokus pada pertumbuhan vegetatif, di mana akarnya berkembang dan sistem daunnya tumbuh. Pada awal tahap vegetatif, tanaman akan menghasilkan beberapa daun pertama yang disebut daun semu (coleoptile). Kemudian, daun sejati akan muncul dan pertumbuhan batang tanaman jagung akan terlihat. Tanaman jagung juga akan mengembangkan akar lateral dan akar serabut yang lebih dalam ke dalam tanah. Tahap vegetatif berlangsung hingga tanaman mencapai tinggi tertentu dan mulai memasuki tahap berikutnya.
2. Tahap Reproduksi: tahap reproduksi dimulai saat tanaman jagung mencapai tahap berbunga. Pada tahap ini, tanaman jagung menghasilkan tangkai bunga yang disebut tongkol. Setiap tongkol berisi banyak butiran jagung yang merupakan hasil reproduksi tanaman. Tongkol biasanya terbentuk di ketiak daun yang disebut bawah perbungaan. Pada tahap ini, tanaman jagung juga menghasilkan serbuk sari yang

akan dibawa oleh angin atau serangga penyerbuk untuk membuahi rambut biji betina (silia) pada setiap jagung betina yang ada di kepala jagung. Setelah proses pembuahan selesai, tongkol akan terus tumbuh dan mengalami pematangan biji hingga siap untuk panen.

3. Tahap Pemasakan: tahap pemasakan adalah tahap akhir dalam pertumbuhan tanaman jagung. Pada tahap ini, biji jagung dalam tongkol akan mengalami pematangan lebih lanjut. Biji-biji tersebut akan mengalami pengisian penuh dan berubah warna dari hijau menjadi kuning, putih, atau warna biji jagung yang sesuai dengan varietasnya. Selama tahap pemasakan, air di dalam biji jagung akan berkurang secara bertahap dan kandungan gula dan pati dalam biji jagung akan meningkat. Setelah mencapai tingkat kematangan yang diinginkan, tanaman jagung siap untuk dipanen.

2.2.1 Tahapan Pertumbuhan Vegetatif

1. Perkecambahan dan Kemunculan (VE)

Benih jagung mulai berkecambah ketika benih mengandung setidaknya 30% kelembaban. Struktur kecambah pertama yang muncul dari biji jagung adalah radikula (akar), diikuti oleh koleoptil (pucuk) dengan plumula tertutup (daun pertama dan titik tumbuh) (gambar 2-1).

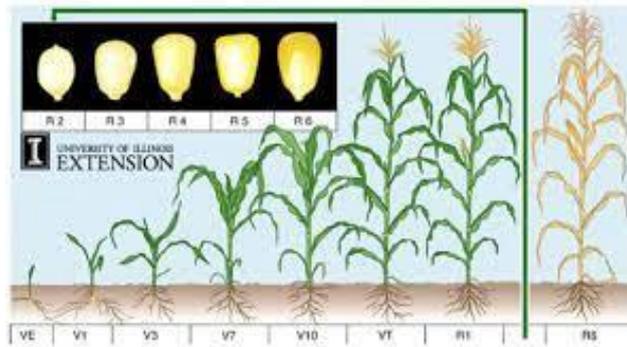


Gambar 2- 1 Perkembangan perkecambahan hingga enam hari setelah tanam.

Munculnya radikula pertama-tama memungkinkan bibit muda untuk berlabuh di tanah dan mendapatkan pasokan air yang cukup dan kemudian mendapatkan air dan nutrisi. Muncul ruas pertama pada tanaman jagung (mesokotil) yang memanjang ke arah permukaan tanah dan berlanjut sampai koleoptil mencapai cahaya. Benih jagung umumnya ditanam pada kedalaman 5-8 cm. Semakin dalam lubang tanam maka kemunculan kecambah ke atas permukaan tanah pun akan semakin lama.

Cedera dingin imbibisi, yang disebabkan oleh benih yang menyerap air kurang dari 50 derajat dalam 24 hingga 36 jam pertama setelah tanam, dapat menyebabkan kematian benih, radikula akan rusak, kotrek mesokotil dan kematian pada sistem akar (Subekti *et al.*, 2012).

Setelah perkecambahan, pertumbuhan jagung melewati beberapa fase seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2- 2 Fase Pertumbuhan Jagung

2. V1 ke V2 (jumlah daun yang terbuka sempurna 1-2 daun)
 Sekitar satu minggu setelah tanaman muncul, tahap pertumbuhan ini muncul. Unsur hara pupuk merangsang pertumbuhan awal tanaman karena sistem perakarannya kecil dan tanahnya sejuk. Namun, jumlah unsur hara yang diperlukan tidak terlalu banyak. (Subekti *et al.*, 2012).
3. V3 ke V5 (jumlah daun yang terbuka sempurna 3-5 daun)
 Setelah berkecambah, fase ini terjadi antara sepuluh hingga dua belas hari setelah tanaman berumur. Pada tahap ini, akar seminal sudah mulai berhenti tumbuh dan akar nodul mulai aktif; titik pertumbuhan dimulai di bawah permukaan tanah. Titik tumbuh sangat dipengaruhi oleh suhu tanah. Suhu rendah akan memperlambat keluarnya daun, meningkatkan jumlah daun, dan memperlambat pembentukan bunga jantan. (Subekti *et al.*, 2012).
4. V6 ke V10 (jumlah daun terbuka sempurna 6-10 daun)
 Antara 18 dan 35 hari setelah berkecambah, fase ini terjadi pada saat tanaman berumur. Perkembangan akar dan pemanjangan batang meningkat atau terjadi dengan cepat di titik tumbuh yang terletak di atas tanah. Perkembangan tongkol dan bakal bunga jantan (*tasseling*) dimulai pada fase ini. Pada tahap ini, kebutuhan akan unsur hara tanah dan air hampir sama. Pada tahap ini, tanaman akan sangat terpengaruh oleh kekurangan air dan nutrisi. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman pada fase ini, disarankan untuk melakukan pemupukan. (Subekti *et al.*, 2012).
5. V11 ke Vn (jumlah daun terbuka sempurna 11 helai daun dst)
 Pada fase ini, tanaman berumur 33 hingga 50 hari setelah berkecambah. Tanaman berkembangbiak dengan cepat, dan akumulasi bahan kering akan meningkat dengan cepat juga. Untuk mendukung laju pertumbuhan tanaman, hara dan air sangat diperlukan. Tanaman sangat rentan terhadap cekaman kekeringan dan kekurangan air pada fase ini.
 Pada tahap ini, pertumbuhan dan perkembangan tongkol akan sangat terpengaruh oleh kekeringan, stress kelembaban, dan kekurangan hara. Bahkan akan menurunkan jumlah biji per tongkol karena bobot tongkol mengecil, yang pada akhirnya akan mengurangi hasil. Selain itu, kekeringan pada fase ini akan memperlambat munculnya bunga betina (Subekti *et al.*, 2012).
6. Fase *tasseling* (berbunga jantan)

Pada tahap VT (rumbai), yang biasanya terjadi antara 45 dan 52 hari setelah tanam, cabang terakhir dari bunga jantan muncul sebelum kemunculan bunga betina (silk atau rambut tongkol). Pada tahap ini, tanaman mencapai ketinggian penuh dan mulai menyebarkan pollen (serbuk sari) (Subekti *et al.*, 2012).

2.2.2 Tahapan Reproduksi dan Pengembangan Kernel

1. Fase R1 (*silking*)

Sekitar lima puluh lima hari setelah tanam, fase ini dimulai. Pada tahap ini, munculnya rambut dari dalam tongkol yang terbungkus kelobot dimulai, biasanya dimulai dua hingga tiga hari setelah tasseling. Ketika serbuk sari yang dilepas oleh bunga jantan jatuh ke rambut tongkol yang masih segar, itu disebut penyerbukan, atau polinasi. Membutuhkan waktu sekitar 24 jam untuk serbuk sari mencapai sel telur, di mana pembuahan berlanjut untuk membentuk bakal biji.

2. Fase R2 (*blister*)

Sekitar dua belas hari setelah silking adalah saat ini. Rambut tongkol menjadi gelap dan kering. Pada tahap ini, tongkol, kelobot, dan jenggel hampir sempurna diukur. Kadar air biji sekitar 85% turun sampai panen saat biji mulai muncul dan berwarna putih melepuh (Subekti *et al.*, 2012).

3. Fase R3 (masak susu)

Fase ini sekitar dua puluh hari setelah silking. Pengisian biji kembali ke dalam cairan bening dan kemudian berubah menjadi susu. Pati meningkat dengan cepat pada setiap biji, warna biji mulai muncul (bergantung pada varietas), dan bagian sel endosperm sudah terbentuk sepenuhnya. Jumlah dan ukuran biji yang terbentuk dapat berkurang karena kekeringan pada fase R1-R3. Ada kemungkinan kadar air biji mencapai 80%. (Subekti *et al.*, 2012).

4. Fase R4 (*dough*)

Tahap ini terjadi sekitar dua puluh enam hari setelah silking. bagian dalam biji yang menyerupai pasta Pada fase ini, setengah dari akumulasi bahan kering biji telah terbentuk dan kadar air biji menurun menjadi sekitar 70%. Bobot biji dipengaruhi oleh cekaman kekeringan (Subekti *et al.*, 2012).

5. Fase R5

Sekitar 36 hari setelah silking, tahap ini akan muncul. Pada tahap ini, seluruh biji sudah terbentuk sempurna, embrio sudah masak, dan akumulasi bahan kering biji akan segera berhenti. 55% kadar air biji (Subekti *et al.*, 2012).

6. Fase R6 Kematangan Fisiologis

Pada tahap ini, semua biji tongkol telah kering sepenuhnya. Lapisan pati yang keras pada biji telah berkembang sepenuhnya, dan lapisan abisi berwarna coklat kehitaman telah terbentuk. Lapisan hitam membentuk secara bertahap dari biji di pangkal tongkol hingga ujung tongkol. Tanaman dengan varietas hibrida memiliki sifat tetap hijau yang tinggi, yang berarti bahwa meskipun tanaman telah memasuki tahap masak fisiologis, kelobot dan daun bagian atas tetap hijau. Pada tahap ini, kadar air biji berkisar antara 30 hingga 35 persen, dan bobot kering total tanaman mencapai 100% (Subekti *et al.*, 2012).

2.3 Penyakit Hawar Daun Jagung

2.3.1 *Bipolaris maydis* Penyebab Penyakit Hawar Daun

Berdasarkan Felix *et al.* (2017) dan Manamgoda *et al.* (2014) *Bipolaris maydis* diklasifikasikan sebagai berikut:

- Kingdom : Fungi
- Divisi : Ascomycota
- Sub-Divisi : Pezizomycotina
- Kelas : Dothideomycetes
- Ordo : Pleosporales
- Famili : Pleosporaceae
- Genus : Bipolar
- Spesies : *Bipolaris maydis*

Cendawan *Drechslera maydis* (Nisikado & Miyake), yang sebelumnya dikenal sebagai cendawan *Helminthosporium maydis* dan saat ini dikenal sebagai cendawan *Bipolaris maydis* penyebab hawar daun jagung. Salah satu penyakit penting tanaman jagung adalah hawar daun, yang menyerang pada fase vegetatif dan generatif, menyebabkan penurunan hasil produksi hingga 50%. Salah satu cara untuk mencegah penyakit ini terjadi adalah dengan menggunakan varietas yang tahan terhadap penyakit ini. (Semangun, 2004).

Dilaporkan bahwa hawar daun atau *leaf blight*, pada jagung telah menyebar di banyak lokasi produksi jagung di Sulawesi Selatan. Di Sulawesi Selatan, tingkat virulensi atau patogenitas *Bipolaris maydis* sangat beragam. Kabupaten Gowa, Takalar, Bulukumba, dan Bone merupakan wilayah yang memiliki tingkat patogenitas tinggi (Surtikanti, 2011).

2.3.2 Daur Hidup dan Penyebaran Penyakit Hawar Daun

Cendawan *Bipolaris maydis* dapat hidup dalam sisa-sisa tanaman jagung yang terinfeksi dari musim sebelumnya. Cendawan patogen ini juga dapat ditemukan di tanah sebagai saprofit. Saprofit merupakan organisme yang hidup pada bahan yang sudah mati. Cendawan ini dapat menginfeksi tanaman jagung melalui inokulasi primer pada masa tanam awal. Infeksi terjadi ketika spora (konidium) terbawa oleh angin atau percikan air hujan yang kemudian menempel pada daun atau batang tanaman. Siklus hidup cendawan *Bipolaris maydis* berlangsung selama 2-3 hari. Dalam 72 jam, satu lesio pada daun mampu menghasilkan 100-300 konidia (Govitawawong *et al.*, 1975).

2.3.3 Bentuk Gejala Serangan Penyakit Hawar

Gejala awal tanaman jagung yang terserang *Bipolaris maydis*, yaitu ditandai dengan munculnya bercak kecil berbentuk oval yang kemudian berkembang menjadi lesio. Lesio tampak berwarna coklat keabu-abuan seperti jerami, memanjang dengan tepi kecoklatan, lesio tersebut berkembang sejajar dengan pertulangan daun (Jakhar dkk, 2017). Gejala pertama kali muncul pada daun bagian bawah dan kemudian perlahan akan naik ke daun yang lebih muda atau daun bagian atas. Gejala yang ditimbulkan oleh *Bipolaris maydis* akan sedikit bervariasi tergantung pada kekuatan patogen, varietas yang digunakan dan kondisi lingkungan. Pada tingkat serangan berat, akan menyebabkan kematian jaringan daun mati dan mengering (nekrosis) (Latifahani dkk, 2014).



Gambar 2-3. Gejala Hawar Daun Jagung (dokumentasi di lapangan, 2023)

2.3.4 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit Hawar Daun

Talanca & Tenriware (2015) mengemukakan bahwa perkembangan penyakit hawar daun pada tanaman jagung dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Berikut adalah beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan penyakit hawar daun pada tanaman jagung:

- 1) Varietas Tanaman Jagung: Beberapa varietas tanaman jagung lebih rentan terhadap penyakit hawar daun daripada varietas lainnya. Beberapa varietas dapat memiliki resistensi alami terhadap penyakit ini, sementara yang lain mungkin lebih rentan terhadap serangan hawar daun.
- 2) Faktor Lingkungan: Cuaca memainkan peran penting dalam perkembangan penyakit hawar daun. Hawar daun lebih cenderung berkembang dan menyebar dengan cepat pada kondisi cuaca yang lembab dan hangat. Kelembapan tinggi, suhu optimal, dan hujan yang sering dapat menciptakan kondisi yang mendukung perkembangan penyakit ini. Sianturi dkk (2022) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa *Bipolaris maydis* memerlukan 6-18 jam untuk menginfeksi pada suhu 18°-27°C.
- 3) Kelembaban Tanah: Tingkat kelembaban tanah juga dapat mempengaruhi perkembangan hawar daun. Tanah yang terlalu basah atau tergenang air cenderung menciptakan kondisi yang lebih menguntungkan bagi perkembangan patogen yang menyebabkan hawar daun.
- 4) Rotasi Tanaman: Praktik rotasi tanaman dapat membantu mengurangi risiko infeksi hawar daun pada tanaman jagung. Tanaman lain yang tidak rentan terhadap hawar daun dapat ditanam secara bergantian dengan tanaman jagung untuk mengurangi kepadatan patogen penyebab penyakit.
- 5) Pengelolaan sisa tanaman: Sisa-sisa tanaman jagung yang terinfeksi hawar daun dapat menjadi sumber infeksi untuk musim tanam berikutnya. Penting untuk memastikan penghapusan yang tepat dari sisa-sisa tanaman jagung yang terinfeksi untuk mengurangi risiko penyebaran penyakit.
- 6) Penggunaan pestisida: Penggunaan pestisida secara tepat dan efektif dapat membantu mengendalikan hawar daun pada tanaman jagung. Penggunaan pestisida harus sesuai dengan panduan dan petunjuk yang diberikan oleh ahli pertanian untuk mencegah penyebaran dan perkembangan hawar daun.

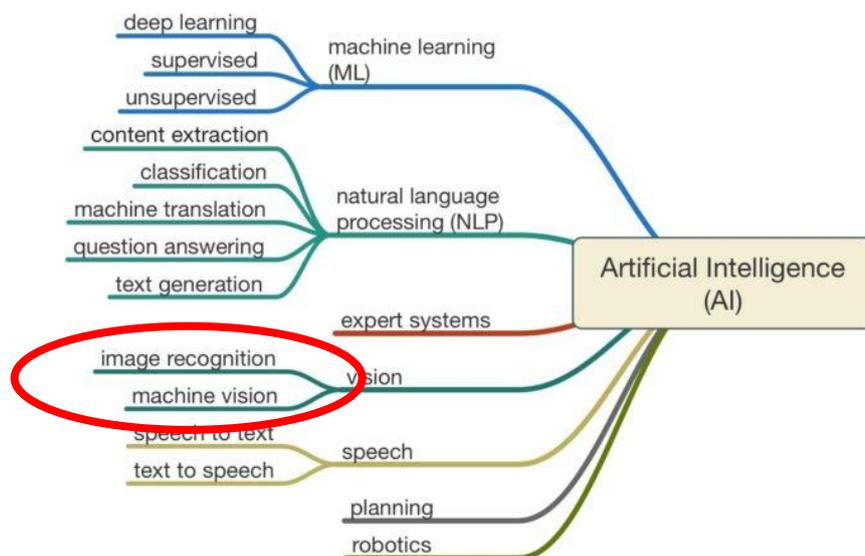
2.4 Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence/ AI*)

Menurut Hamsinar et al. (2019), kecerdasan buatan adalah bidang ilmu komputer yang mempelajari bagaimana komputer dapat dibuat dan bekerja seperti manusia. Secara umum, kecerdasan buatan didefinisikan sebagai sebuah sistem yang memanfaatkan pengetahuan manusia untuk membuat komputer dapat menyelesaikan masalah seperti para ahli.

Kecerdasan Buatan (AI) memiliki kemampuan yang dapat mempengaruhi suatu aspek dalam kehidupan. Bidang AI berusaha untuk menciptakan program yang dapat memahami pola dan perilaku cerdas dan memahami konsep dari kecerdasan tersebut (Devianto & Dwiasnati, 2020). Sistem pakar atau sistem cerdas yang peneliti bangun dan kembangkan sebelumnya dapat mendiagnosis penyakit pada tanaman jagung.

2.4.1 *Computer Vision*

Computer vision adalah bidang yang menganalisis data menggunakan gambar visual (Hameed et al., 2018). *Computer vision* bertanggung jawab untuk mengembangkan dan menerapkan teknik yang memungkinkan komputer untuk memahami informasi dalam gambar. Dalam interpretasi ini, karakteristik tertentu yang penting untuk tujuan tertentu diekstraksi (Gomes & Leta, 2012). Dalam bidang fitopatologi, penggunaan visi komputer telah membawa kemajuan besar dalam pengenalan penyakit tanaman, pengawasan dan pengendalian hama, dan pengawasan pertumbuhan dan kualitas tanaman secara keseluruhan. (Wan et al, 2018).



Gambar 2-4. Komponen AI (Kusumawati, 2008)

Penerapan *computer vision* dalam fitopatologi memberikan banyak manfaat, termasuk penghematan waktu dan upaya dalam identifikasi penyakit, peningkatan efisiensi pengendalian hama, dan pemantauan pertumbuhan tanaman yang lebih akurat. Ini juga dapat membantu dalam mengurangi penggunaan pestisida dan meminimalkan dampak negatif pada lingkungan.

2.4.3 *Android*

Menurut Putri (2020), Android dibuat untuk perangkat bergerak seperti smartphone dan tablet, dan merupakan salah satu sistem operasi yang berbasis Linux. Android tersedia

secara gratis sebagai kode sumber open-source, memungkinkan pengembang membuat aplikasi mereka berjalan pada Android.

Android Inc. didirikan oleh Andy Rubi, Rich Miner, Nick Sears, dan Chris White. Awalnya, Andy Rubi dan rekan-rekannya bermaksud membuat sistem operasi dasar untuk kamera, tetapi perkembangan sistem operasi tersebut menunjukkan banyak potensi yang lebih besar yang dapat dikembangkan dengan lebih baik dan menghasilkan lebih banyak uang. Oleh karena itu, Google tertarik untuk mendanai Android Inc. dan setelah kemajuan perusahaan dianggap sempurna, Google secara resmi mengakuisisi android Saat ini, Google menawarkan kesempatan kepada beberapa perusahaan untuk bergabung dan mengembangkan aplikasi Android. Open Handset Alliance (OHA) adalah grup dari 34 perusahaan yang telah bergabung dan bekerjasama dengan Google (Putri, 2020).