

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan penting di Indonesia, karena beras menjadi makanan pokok dan sumber karbohidrat utama bagi mayoritas penduduk. Produksi padi di Sulawesi Selatan tahun 2024 mencapai 4,82 juta ton GKG, turun sekitar 57,96 ribu ton (1,19 %) dibandingkan tahun 2023. Produksi tertinggi terjadi pada April yang mencapai 875,02 ribu ton, sedangkan terendah pada Februari sekitar 23,78 ribu ton. Pada 2023, produksi padi mencapai 4,88 juta ton GKG, turun sekitar 483,78 ribu ton (9,03 %) dari 2022.

Produksi beras untuk konsumsi di tahun 2024 mencapai 2,76 juta ton, turun sekitar 33,26 ribu ton (1,19 %) dari 2023. Penurunan produksi ini disebabkan oleh berkurangnya luas panen padi sepanjang Januari hingga Desember 2024, yang mencapai 0,95 juta hektare, turun sekitar 16,48 ribu hektare (1,70 %) dibandingkan tahun 2023, akibat berbagai masalah dalam produksi padi di Sulawesi Selatan (BPS, 2024).

Produksi padi dipengaruhi oleh berbagai faktor biotik dan abiotik, meliputi varietas yang digunakan, pemakaian pupuk, teknik bercocok tanam, serta keberadaan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) (Gili *et al.*, 2023). Infeksi patogen sebagai OPT juga berdampak signifikan pada pertumbuhan dan kualitas hasil panen padi, melalui kerusakan fisiologis. Salah satu patogen pada tanaman padi adalah *Pantoea ananatis* yang merupakan penyebab penyakit hawar daun bakteri (Asrul & Umrah, 2019; Kini *et al.*, 2017). *Pantoea ananatis* adalah bakteri penting secara global, dengan kisaran ekologis yang sangat luas, serta kapasitas adaptasi tinggi untuk bertahan hidup di berbagai ekosistem sebagai saprofit, epifit, endofit, dan patogen.

Gejala penyakit yang disebabkan oleh infeksi *Pantoea ananatis* meliputi bercak nekrotik yang muncul pada bagian tepi daun, ujung daun kemudian meluas dan memanjang hingga mencakup pangkal daun, kekerdilan tanaman, hingga kematian jaringan tanaman. Serangan hawar daun bakteri pada tanaman padi dapat terjadi di fase pertumbuhan vegetatif dan generatif (Laraswati *et al.*, 2021). Sehingga menyebabkan proses pertumbuhan terganggu yang kemudian mempengaruhi kualitas biji (Doni *et al.*, 2021). Kerusakan akibat serangan hawar daun bakteri menyebabkan proses fotosintesis pada tanaman menjadi terganggu sehingga mempengaruhi pengisian gabah yang tidak sempurna, yang mengakibatkan kerugian besar pada produksi padi, karena pengurangan berat gabah, pengurangan jumlah bulir, penghambatan perkecambahan biji dan penularan dari tahun ke tahun (Azizi *et al.*, 2020).

Penyebaran *Pantoea ananatis* dapat terjadi melalui air, angin, alat pertanian, serta serangga vektor. Seiring dengan bertambahnya usia daun, populasi *Pantoea ananatis* meningkat di dalam daun dan berkembang biak dengan cepat. Pengamatan gejala saja tidak cukup untuk membuktikan keberadaan patogen, maka perlu

dilakukan identifikasi dini untuk mengetahui keberadaan patogen *Pantoea ananatis* pada tanaman padi untuk mencegah penyebaran dan kerugian lebih luas. Salah satu metode yang dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi bakteri ini dalam waktu yang lebih singkat dan efisien adalah metode serologi (DAS-ELISA), yang merupakan metode diagnostik yang memanfaatkan interaksi antigen dan antibodi untuk mengidentifikasi suatu patogen.

Berdasarkan uraian diatas, untuk mengurangi ancaman terhadap kehilangan hasil pada tanaman, maka identifikasi ini penting dilakukan untuk mengetahui positif tidaknya sampel tanaman padi terinfeksi patogen agar dapat mendukung upaya pengendalian yang tepat sasaran dengan jenis penyakitnya, sehingga dapat meminimalisir penyebaran OPT di daerah Sulawesi Selatan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu apakah *Pantoea ananatis* teridentifikasi keberadaannya sebagai patogen pada tanaman padi di Sulawesi Selatan berdasarkan hasil uji serologi (DAS-ELISA).

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi keberadaan patogen *Pantoea ananatis* pada tanaman padi di Sulawesi Selatan dengan metode uji serologi (DAS-ELISA) sebagai langkah awal dalam mendukung pengembangan strategi pengendalian OPT yang lebih efektif di Sulawesi Selatan.

1.4 Manfaat Penelitian

Tugas akhir ini diharapkan mampu menambah informasi terkait status keberadaan patogen *Pantoea ananatis* pada tanaman padi di Sulawesi Selatan serta penerapan metode uji serologi (DAS-ELISA) dalam identifikasi patogen tanaman, sehingga mendukung pengendalian OPT secara tepat sasaran dengan metode diagnostik yang efektif agar mengurangi kerugian hasil panen akibat penyakit. Tugas akhir ini juga diharapkan dapat dijadikan sebagai sumber referensi mengenai patogen padi di Sulawesi Selatan yang dapat digunakan untuk penelitian lanjutan dalam pengendalian OPT pada tanaman padi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.)

Tanaman padi (*Oryza Sativa* L.) merupakan komoditas pangan utama yang dibudidayakan secara luas di Indonesia, karena menjadi makanan pokok bagi mayoritas masyarakat Indonesia. Tanaman padi memiliki nilai produksi dan konsumsi tertinggi dibandingkan dengan tanaman pangan lainnya (Sandi Ramadhan *et al.*, 2023).

Padi termasuk tanaman jenis rumput-rumputan atau golongan Poaceae (*Graminae*). Dari segi morfologi, padi dicirikan oleh sistem akar serabut dan batangnya yang beruas-ruas. Pertumbuhan daun pada batang dengan berselang-seling, di mana setiap buku (nodus) ditumbuhi satu lembar daun. Daun yang tumbuh tersusun atas helai, pelepah, telinga, dan lidah daun.

Sebagai tanaman monokotil, padi memiliki adaptasi luas terhadap berbagai ekosistem dari sawah irigasi hingga lahan rawa. Kemampuan ini yang menjadikan padi sebagai salah satu komoditas pangan yang penting secara global, karena fleksibilitasnya untuk berkembang di berbagai kondisi lingkungan. Berikut klasifikasi tanaman padi menurut (USDA, 2024):

Tabel 1. Taksonomi Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Taksonomi	Klasifikasi
Kingdom	Plantae
Subkingdom	Tracheobionta
Divisi	Magnoliophyta
Subdivisi	Spermatophyta
Class	Liliopsida
Subkelas	Commelinidae
Ordo	Cyperales
Family	Poaceae
Genus	<i>Oryza</i>
Species	<i>Oryza sativa</i> L.

Pembudidayaan tanaman padi diawali dari persemaian, dilanjutkan dengan persiapan dan pengolahan lahan sawah, kemudian penanaman, pemeliharaan, panen hingga pasca panen. Tanaman padi mengalami dua fase dalam siklus hidupnya, yaitu tahap pertumbuhan (vegetatif) dan tahap perkembangbiakan (generatif). Struktur vegetatif tanaman padi terdiri dari akar, batang, dan daun sedangkan struktur generatifnya mencakup bunga dan buah (gabah). Perkembangan padi sangat dipengaruhi oleh perubahan musim. Untuk tumbuh optimal, padi membutuhkan cahaya matahari yang cukup, hembusan angin untuk membantu proses penyerbukan, suhu yang menjadi faktor penting untuk pengisian biji padi, dan ketersediaan air untuk pertumbuhan tanaman. Akan tetapi, upaya meningkatkan produktivitas padi di Indonesia masih berfluktuasi, salah satu faktor

utamanya adalah tingginya serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) khususnya penyakit (Walascha *et al.*, 2021).

2.2 Patogen pada Tanaman Padi

Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) merupakan organisme yang keberadaannya berpotensi mengakibatkan kerusakan fisik, gangguan internal fisiologis dan biokimia, atau persaingan nutrisi dengan tanaman budidaya (Pakpahan, 2019). Jenis OPT yang rentan terhadap tanaman padi yaitu hama yang menyerang tanaman, patogen yang menjadi faktor pemicu penyakit pada tanaman, serta gulma yang tumbuh kompetitif di sekitar tanaman. Patogen yang berpotensi menimbulkan penyakit pada tanaman di antaranya adalah golongan cendawan, bakteri molikot (bakteri yang tidak memiliki dinding sel), nematoda, protozoa dan virus. Keberadaan patogen ini secara terus menerus menyerang tanaman, yang mengakibatkan aktivitas sel tanaman menjadi abnormal sehingga menimbulkan gejala pada tanaman (Walascha *et al.*, 2021).

Penyakit yang menyerang tanaman padi dapat menurunkan hasil produksi, baik dari segi kualitas maupun kuantitas secara langsung maupun tidak langsung (Sandi Ramadhan *et al.*, 2023). Dalam budidaya padi, penyakit tanaman kerap kurang diperhatikan oleh petani. Munculnya penyakit ini disebabkan oleh interaksi kompleks antara tiga faktor utama yaitu tanaman inang, patogen dan kondisi lingkungan sekitar yang mendukung perkembangan patogen tersebut. Variabilitas iklim dan cuaca yang tak terduga memicu munculnya serangan hama dan penyakit pada padi yang berpotensi berkembang pesat di lingkungan yang mengalami perubahan kondisi yang mendukung (Sudewi *et al.*, 2020). Sampel tanaman padi yang diambil untuk pengujian identifikasi patogen meliputi bagian daun dan biji, yang menunjukkan tanda-tanda serangan.

Daun merupakan komponen tanaman yang penting karena menjadi tempat terjadinya fotosintesis. Fotosintesis adalah proses tumbuhan mengubah energi dari cahaya menjadi energi dalam bentuk kimia, yang kemudian dimanfaatkan untuk aktivitas sel tanaman. Oleh karena itu, serangan patogen pada daun akan mengganggu proses fotosintesis tanaman. Serangan patogen pada daun dapat menimbulkan gejala nekrotik (kematian jaringan) dan klorosis (menguning) pada daun yang terinfeksi. Jika terus berkembang, kondisi ini akan mengakibatkan kerusakan jaringan daun atau bahkan defoliiasi (pengguguran daun). Hal ini berakibat pada penurunan bahkan terhentinya proses fotosintesis pada daun. Serangan patogen juga dapat mengakibatkan perubahan pada lubang stomata yang dapat mempengaruhi laju asimilasi, karena terhambatnya aliran CO₂. Selain itu, daun yang terkena infeksi patogen akan menunjukkan peningkatan laju respirasi, yang menyebabkan jaringan yang terinfeksi menggunakan cadangan karbohidrat lebih cepat dibandingkan dengan jaringan sehat, sehingga mengganggu proses respirasi tanaman secara keseluruhan (Walascha *et al.*, 2021). Tanaman yang terinfeksi parah akan menghasilkan gabah hampa, sehingga secara langsung menurunkan hasil panen.

2.3 *Pantoea Ananatis* sebagai Patogen pada Tanaman Padi

Pantoea ananatis merupakan bakteri fitopatogen yang menjadi penyebab penyakit hawar daun bakteri pada tanaman. Karakteristik morfologi *Pantoea ananatis* yaitu memiliki bentuk bulat, permukaan cembung, tepi datar, berlendir serta koloni berwarna krem. *Pantoea ananatis* merupakan bakteri Gram-negatif, anaerob fakultatif, dengan genom berukuran 4,87 Mb yang terdiri dari satu kromosom utama dengan ukuran 4,586,378 bp dan satu plasmid. Kromosom tersebut memiliki kandungan basa G + C sebesar 53,66 %, mengandung sekitar 4.131 urutan pengkodean (CDS), 55 pseudogen, dan 7 operon rRNA dan 83 tRNA (Kowalska & Smolinska, 2015). Berikut klasifikasi bakteri *Pantoea ananatis* menurut (USDA, 2025):

Tabel 2. Taksonomi *Pantoea ananatis*

Taksonomi	Klasifikasi
Kingdom	Bacteria
Divisi	Pseudomonadota
Kelas	Gammaproteobacteria
Ordo	Enterobacteriales
Famili	Erwiniaceae
Genus	<i>Pantoea</i>
Spesies	<i>Pantoea ananatis</i>

Bakteri ini merupakan patogen oportunistik yang dapat menginfeksi berbagai jenis tanaman pertanian penting, seperti bawang merah, bawang putih, nanas, jagung, dan juga dilaporkan pada tanaman padi (Bing *et al.*, 2022; Bragard *et al.*, 2023). Pada tanaman padi *Pantoea ananatis* merupakan penyebab penyakit hawar daun bakteri (Asrul & Umrah, 2019), pembusukan dan perubahan warna pada bulir (Bing *et al.*, 2022). *Pantoea ananatis* merupakan bakteri yang signifikan secara global dengan kisaran inang yang luas. *Pantoea ananatis* mampu beradaptasi di berbagai habitat untuk bertahan hidup di beragam ekosistem, baik sebagai saprofit, endofit, epifit, dan patogen (Kowalska & Smolinska, 2015). Serangan hawar daun bakteri pada tanaman padi dapat terjadi di fase pertumbuhan vegetatif hingga generatif. Sehingga menyebabkan proses pertumbuhan terganggu yang kemudian mempengaruhi kualitas biji (Doni *et al.*, 2021). Penyakit hawar daun bakteri yang disebabkan oleh *Pantoea ananatis* tergolong dalam Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina golongan A2 (OPTK A2) yaitu sudah terdapat di Indonesia tetapi penyebarannya masih terbatas dan sedang dikendalikan (Asrul & Umrah, 2019).

Gejala penyakit yang disebabkan oleh infeksi *Pantoea ananatis* meliputi bercak nekrotik pada daun, kekerdilan, hingga kematian jaringan tanaman. Gejala penyakit yang ditemukan mirip dengan gejala penyakit yang diakibatkan oleh bakteri hawar daun *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* (Andriani *et al.*, 2025). Kerusakan akibat penyakit hawar daun bakteri menyebabkan proses fotosintesis terhadap tanaman menjadi terganggu sehingga mempengaruhi pengisian gabah yang tidak sempurna,

yang mengakibatkan kerugian besar pada produksi padi, karena pengurangan berat gabah, pengurangan jumlah bulir, penghambatan perkecambahan biji dan penularan dari tahun ke tahun (Azizi *et al.*, 2020).

Pantoea ananatis merupakan patogen yang bersifat tular benih (*seed-borne*) (Kowalska & Smolinska, 2015). Penyebaran *Pantoea ananatis* melalui perpindahan benih, terutama pada benih padi yang diimpor berisiko dapat menyebarkan inokulum *Pantoea ananatis* strain baru dengan tingkat virulensi yang tinggi sehingga dapat menembus ketahanan kultivar padi dengan mudah. Sehingga dikhawatirkan dapat berpengaruh pada produktivitas tanaman padi di Indonesia, selain itu inokulum *Pantoea ananatis* dapat disebarkan melalui luka pada bagian tanaman, air, hembusan angin, alat pertanian yang digunakan selama budidaya tanaman, serta serangga vektor.

Seiring dengan bertambahnya usia tanaman, populasi *Pantoea ananatis* meningkat di dalam tanaman dan berkembang biak dengan cepat. Perkembangan patogen ini didukung beberapa faktor abiotik seperti curah hujan yang berkepanjangan, kelembaban relatif yang tinggi sekitar 75 %, dan suhu yang berkisar antara 28-35 °C. Iklim yang terus berubah menjadi faktor utama pemicu munculnya hama dan penyakit tanaman yang baru. Perubahan kondisi iklim tidak hanya berdampak langsung pada tanaman, tetapi juga berpotensi mempengaruhi pertumbuhan patogen, kemampuan tanaman untuk bertahan dari serangan penyakit tersebut, serta dinamika hubungan antara keduanya yang dapat mengancam ketahanan pangan (Andriani *et al.*, 2025).

2.4 Metode Serologi (DAS-ELISA)

Uji serologi merupakan metode diagnostik yang memanfaatkan interaksi antigen dan antibodi untuk mengidentifikasi keberadaan suatu patogen. Dalam konteks deteksi patogen pada tanaman, uji serologi memungkinkan identifikasi dini untuk pengendalian penyakit. Salah satu teknik uji serologi yaitu menggunakan metode ELISA (*Enzyme-linked immunosorbent Assay*) yang merupakan metode analisis yang melibatkan interaksi antigen dan antibodi, dengan memanfaatkan enzim sebagai penanda reaksi. Reaksi ini dapat diidentifikasi hasilnya melalui perubahan warna yang terjadi (Badan Karantina Pertanian). Seiring perkembangannya, metode ini mengalami modifikasi dalam prosedur pengujiannya, salah satunya adalah pengujian *Double Antibody Sandwich* (DAS-ELISA) yang pada metode tersebut reaksi antigen target diapit (*sandwiched*) diantara antibodi primer (AbP) dan antibodi sekunder (AbS).

ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*) memiliki prinsip dasar yaitu reaksi antara antigen (Ag) dengan antibodi (Ab) yang membentuk molekul kompleks Ag-Ab yang lebih besar dan mudah mengendap. Akan tetapi, perbedaannya terletak pada cara pengamatan hasil. Jika serologi biasa reaksi mengandalkan endapan molekul Ag-Ab, sedangkan pada ELISA diidentifikasi melalui perubahan warna yang terjadi. Perubahan warna ini terjadi karena hidrolisis enzimatis dari reaksi antara konjugat Ab-enzim dengan substratnya. Sehingga membuat hasil ELISA lebih peka dan dapat dikuantifikasi.

ELISA (*Enzyme-linked immunosorbent assay*) atau penentuan kadar immunosorben dengan antibodi sekunder berlabel enzim merupakan uji serologis yang umum digunakan di banyak laboratorium imunologi. Keunggulan dari pengujian ini adalah teknik pengerjaan yang relatif sederhana, ekonomis, dan memiliki sensitivitas yang cukup tinggi. Dibandingkan metode imun lain, kelebihan metode ELISA terletak penggunaan antibodi dengan spesifisitas yang tinggi, sehingga akurasi bahan atau analit sangat dapat diandalkan (Santosa, 2020).

Komponen utama perangkat ELISA meliputi Ab, Ag, imunoprob, substrat, reagen penghenti reaksi (*blocking reagent*), buffer, dan cawan ELISA. Perangkat ELISA dapat dirakit mandiri oleh peneliti atau diperoleh secara komersial dari berbagai perusahaan Internasional, seperti Agdia Inc. (Folkhart, Indiana, dan Neogen Inc. (Scotland).

ELISA banyak digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan patogen tanaman seperti bakteri (*Pantoea ananatis*, *Ralstonia solanacearum*), virus (*Rice ragged stunt virus/ RRSV*), dan jamur. Metode ini memungkinkan identifikasi dini infeksi patogen pada tanaman padi dan tanaman lain secara cepat, efisien untuk skrining massal karena dapat dilakukan dalam jumlah banyak sekaligus, serta spesifik, sehingga mendukung pengendalian penyakit yang efektif.

Metode ELISA mengalami modifikasi dalam prosedur pelaksanaan pengujian, diantaranya adalah pengujian *Double Antibody Sandwich* (DAS-ELISA) yang pada metode tersebut reaksi antigen target diapit (sandwiched) diantara antibodi primer (AbP) dan antibodi sekunder (AbS) dari kedua sisi.