

Hubungan Faktor Lingkungan terhadap Perkembangan Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Bacterial Leaf Blight*) pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Fenty Maimunah Simbolon ¹, Sulaiman Ginting ^{2*}

^{1,2} Fakultas Pertanian, Agroteknologi, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 03 Juni 2026
Revisi Akhir: 13 Juni 2026
Diterbitkan Online: 14 Juni 2026

KATA KUNCI

Faktor Lingkungan; Hawar Daun;
Penyakit Tanaman padi;
Perkembangan Penyakit

KORESPONDENSI

Phone: +62 852-7649-8273
E-mail: sulaiman.ginting@fp.uisu.ac.id

A B S T R A K

Penyakit hawar daun merupakan salah satu penyakit utama pada tanaman padi yang dapat menurunkan produktivitas dan kualitas hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara faktor lingkungan dengan perkembangan penyakit hawar daun pada tanaman padi. Penelitian menggunakan metode survei dengan pendekatan kuantitatif yang dilakukan pada lahan pertanaman padi selama satu musim tanam. Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap intensitas penyakit serta pengukuran beberapa faktor lingkungan yang meliputi suhu udara, kelembapan relatif, curah hujan, intensitas cahaya, dan pH tanah. Data dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan kondisi lingkungan dan perkembangan penyakit, kemudian dilanjutkan dengan analisis korelasi untuk mengetahui hubungan antara faktor lingkungan dengan intensitas penyakit. Hasil penelitian secara umum menunjukkan bahwa perkembangan penyakit hawar daun dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan. Kelembapan udara dan curah hujan merupakan faktor yang paling berperan dalam meningkatkan perkembangan penyakit, sedangkan suhu udara dan intensitas cahaya berperan sebagai faktor pendukung melalui pembentukan kondisi iklim mikro tanaman. Interaksi antar faktor lingkungan membentuk kondisi yang menentukan keberhasilan infeksi dan penyebaran patogen. Oleh karena itu, pemantauan kondisi lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam menentukan strategi pengendalian penyakit yang lebih tepat, efisien, dan berkelanjutan.

Pendahuluan

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman pangan utama yang memiliki peran strategis dalam mewujudkan ketahanan pangan nasional. Di Indonesia, beras masih menjadi sumber karbohidrat utama bagi sebagian besar masyarakat sehingga keberhasilan produksi padi sangat menentukan stabilitas pangan dan perekonomian nasional. Meskipun berbagai

inovasi budidaya telah dikembangkan, produktivitas padi masih menghadapi berbagai kendala, salah satunya adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Di antara berbagai OPT tersebut, penyakit tanaman menjadi faktor pembatas yang mampu menurunkan kuantitas maupun kualitas hasil panen apabila tidak dikelola secara tepat (Badan Pusat Statistik, 2024)

Salah satu penyakit penting pada tanaman padi adalah penyakit hawar daun bakteri (bacterial leaf blight), yang disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. Penyakit ini telah lama dikenal sebagai salah satu penyakit utama pada tanaman padi di kawasan tropis dan subtropis. Serangan penyakit dapat terjadi sejak fase vegetatif hingga generatif dengan gejala berupa bercak memanjang berwarna hijau kelabu yang kemudian berubah menjadi kuning kecokelatan hingga akhirnya menyebabkan daun mengering. Pada kondisi serangan berat, penyakit ini mampu menyebabkan kehilangan hasil yang cukup tinggi sehingga menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan produksi padi. Selain menurunkan hasil panen, penyakit hawar daun juga menyebabkan penurunan efisiensi fotosintesis akibat berkurangnya luas daun yang masih aktif melakukan proses fisiologis (Mansfield *et al.*, 2012).

Perkembangan penyakit hawar daun tidak hanya dipengaruhi oleh keberadaan patogen, tetapi juga oleh interaksi antara tanaman inang dan kondisi lingkungan. Dalam konsep segitiga penyakit (disease triangle), lingkungan merupakan komponen yang sangat menentukan keberhasilan proses infeksi, kolonisasi patogen, serta penyebaran penyakit di lapangan. Oleh karena itu, keberadaan patogen pada suatu lahan belum tentu menimbulkan epidemi apabila kondisi lingkungan tidak mendukung perkembangan penyakit. Sebaliknya, perubahan kondisi lingkungan yang sesuai dapat mempercepat perkembangan penyakit meskipun tingkat inokulum relatif rendah (Scholthof, 2007).

Berbagai faktor lingkungan telah dilaporkan berpengaruh terhadap perkembangan penyakit hawar daun pada tanaman padi. Suhu udara, kelembapan relatif, curah hujan, intensitas cahaya, lama kebasahan daun, kecepatan angin, sistem irigasi, dan kondisi genangan air merupakan faktor-faktor yang menentukan keberhasilan infeksi patogen. Kelembapan udara yang tinggi disertai curah hujan yang merata menciptakan kondisi ideal bagi penyebaran bakteri melalui percikan air hujan maupun sistem irigasi. Selain itu, angin juga berperan dalam mempercepat penyebaran inokulum ke tanaman sehat sehingga meningkatkan peluang terjadinya epidemi penyakit (Amin *et al.*, 2022).

Perubahan iklim yang terjadi dalam beberapa dekade terakhir semakin meningkatkan kompleksitas perkembangan penyakit tanaman. Pergeseran pola musim hujan, meningkatnya suhu rata-rata, perubahan kelembapan udara, serta meningkatnya frekuensi kejadian cuaca ekstrem menyebabkan pola perkembangan penyakit menjadi semakin sulit diprediksi. Kondisi tersebut mengakibatkan beberapa wilayah yang sebelumnya memiliki tingkat serangan rendah mulai mengalami peningkatan intensitas penyakit. Bahkan, beberapa laporan menunjukkan bahwa perubahan iklim telah memperluas wilayah sebaran penyakit hawar daun ke daerah-daerah yang sebelumnya tidak termasuk wilayah endemis (IPCC, 2023).

Di tingkat petani, pengendalian penyakit hawar daun masih didominasi oleh penggunaan pestisida kimia. Keputusan penyemprotan umumnya dilakukan setelah gejala penyakit tampak di lapangan tanpa mempertimbangkan kondisi lingkungan yang sebenarnya menjadi pemicu utama perkembangan penyakit. Pendekatan tersebut tidak hanya meningkatkan biaya produksi, tetapi juga berpotensi menyebabkan resistensi patogen, menurunkan populasi organisme bukan sasaran, serta meningkatkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, pendekatan pengendalian yang didasarkan pada pemahaman mengenai hubungan faktor lingkungan dengan perkembangan penyakit menjadi semakin penting untuk dikembangkan (FAO, 2023).

Sejumlah penelitian telah membuktikan bahwa faktor-faktor cuaca mempunyai hubungan erat dengan perkembangan penyakit hawar daun. Penelitian yang dilakukan Amin dkk. menunjukkan bahwa kelembapan udara di atas 80%, kondisi mendung, dan curah hujan yang merata mempercepat peningkatan tingkat keparahan penyakit selama musim tanam. Sementara itu, penelitian lain berhasil mengembangkan model prediksi penyakit berdasarkan kombinasi suhu maksimum, suhu minimum, kelembapan udara, curah hujan, dan kecepatan angin dengan tingkat ketepatan prediksi yang sangat tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perkembangan penyakit tidak dipengaruhi oleh satu faktor lingkungan saja, melainkan oleh interaksi berbagai parameter iklim yang

bekerja secara bersamaan (Velásquez *et al.*, 2018).

Walaupun demikian, hasil penelitian sebelumnya juga memperlihatkan adanya perbedaan mengenai faktor lingkungan yang paling dominan memengaruhi perkembangan penyakit. Beberapa penelitian melaporkan bahwa kelembapan relatif merupakan faktor utama yang meningkatkan intensitas penyakit, sedangkan penelitian lain menunjukkan bahwa curah hujan dan kecepatan angin memberikan kontribusi yang lebih besar. Bahkan terdapat penelitian yang menemukan bahwa suhu maksimum justru memiliki hubungan negatif terhadap peningkatan intensitas penyakit, sementara variabel cuaca lainnya menunjukkan hubungan positif. Perbedaan hasil tersebut mengindikasikan bahwa perkembangan penyakit hawar daun bersifat sangat dipengaruhi oleh karakteristik agroekosistem, varietas tanaman, musim tanam, serta kondisi iklim pada masing-masing wilayah penelitian (Nino-Liu *et al.*, 2006).

Selain adanya variasi hasil penelitian, sebagian besar penelitian terdahulu lebih banyak menitikberatkan pada aspek identifikasi patogen, pengujian varietas tahan, pengembangan teknologi deteksi dini, maupun efektivitas pengendalian menggunakan bahan kimia dan agen hayati. Penelitian yang secara khusus mengkaji hubungan berbagai faktor lingkungan terhadap perkembangan penyakit di tingkat lapangan masih relatif terbatas, terutama pada kondisi agroekosistem lokal di Indonesia. Padahal karakteristik lingkungan setiap daerah memiliki perbedaan yang dapat memengaruhi pola perkembangan penyakit sehingga hasil penelitian dari suatu wilayah belum tentu dapat diterapkan secara langsung pada wilayah lainnya (Mansfield *et al.*, 2012).

Penelitian mengenai hubungan faktor lingkungan dengan perkembangan penyakit juga masih didominasi oleh analisis terhadap satu atau dua variabel cuaca. Pendekatan tersebut belum mampu menjelaskan bagaimana interaksi berbagai faktor lingkungan bekerja secara simultan dalam memengaruhi epidemi penyakit. Padahal perkembangan penyakit di lapangan merupakan proses yang dinamis dan dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan sepanjang musim tanam. Oleh

sebab itu, diperlukan penelitian yang mengintegrasikan beberapa parameter lingkungan secara bersamaan agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap perkembangan penyakit hawar daun.

Berdasarkan hasil telaah pustaka tersebut, research gap dalam penelitian ini dapat dirumuskan dalam tiga aspek. Pertama, masih terbatas penelitian yang menganalisis hubungan berbagai parameter lingkungan seperti suhu udara, kelembapan relatif, curah hujan, intensitas cahaya, dan kondisi iklim secara terpadu terhadap perkembangan penyakit hawar daun pada kondisi lapangan. Kedua, hasil penelitian terdahulu menunjukkan adanya inkonsistensi mengenai faktor lingkungan yang paling dominan memengaruhi perkembangan penyakit sehingga diperlukan verifikasi pada kondisi agroekosistem yang berbeda. Ketiga, sebagian besar penelitian menghasilkan informasi yang bersifat umum dan belum diarahkan untuk mendukung penyusunan sistem peringatan dini (early warning system) berbasis kondisi lingkungan yang dapat diterapkan oleh petani dalam pengambilan keputusan pengendalian penyakit (Velásquez *et al.*, 2018).

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian mengenai hubungan faktor lingkungan terhadap perkembangan penyakit hawar daun pada tanaman padi menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan mampu menjelaskan hubungan antara perubahan faktor lingkungan dengan peningkatan intensitas penyakit pada kondisi agroekosistem setempat sehingga dapat menghasilkan informasi ilmiah yang lebih spesifik. Hasil penelitian tidak hanya memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu fitopatologi, tetapi juga menjadi dasar dalam menyusun strategi pengelolaan penyakit yang lebih efektif, efisien, dan ramah lingkungan. Informasi yang diperoleh diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam pengembangan sistem prediksi penyakit, penyusunan kalender tanam, serta penerapan pengendalian penyakit secara terpadu yang lebih adaptif terhadap dinamika perubahan lingkungan (IPCC, 2023).

Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode survei dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian dilaksanakan pada lahan pertanian padi yang mengalami serangan penyakit hawar daun di wilayah penelitian selama satu musim tanam. Penentuan lokasi dilakukan secara purposive dengan mempertimbangkan tingkat kejadian penyakit serta keseragaman kondisi pertanian.

Pengambilan data dilakukan melalui pengamatan langsung di lapangan terhadap intensitas penyakit hawar daun pada tanaman padi serta pengukuran faktor lingkungan yang meliputi suhu udara, kelembapan relatif, curah hujan, intensitas cahaya, dan pH tanah. Data iklim diperoleh melalui pengukuran di lapangan menggunakan alat ukur yang sesuai dan dilengkapi dengan data dari stasiun klimatologi terdekat apabila diperlukan.

Pengamatan penyakit dilakukan secara berkala menggunakan metode penilaian intensitas penyakit berdasarkan skala serangan pada tanaman sampel yang telah ditentukan. Sementara itu, parameter lingkungan diukur pada waktu yang sama dengan pengamatan penyakit sehingga perubahan kondisi lingkungan dapat dibandingkan dengan perkembangan penyakit selama periode penelitian.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan kondisi lingkungan dan tingkat perkembangan penyakit. Selanjutnya dilakukan analisis korelasi Pearson untuk mengetahui hubungan antara faktor lingkungan dengan intensitas penyakit hawar daun. Apabila terdapat hubungan yang nyata, analisis regresi linier berganda digunakan untuk mengidentifikasi faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap perkembangan penyakit. Seluruh analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan selama satu musim tanam menunjukkan bahwa perkembangan penyakit hawar daun pada tanaman padi berlangsung secara bertahap. Pada fase vegetatif awal, gejala penyakit masih terbatas pada beberapa rumpun dengan intensitas serangan yang rendah. Memasuki fase anakan maksimum, gejala mulai

menyebar pada sebagian besar tanaman sampel dan terus meningkat hingga fase pembentukan malai. Pola tersebut menunjukkan bahwa perkembangan penyakit tidak berlangsung secara tiba-tiba, tetapi mengikuti dinamika kondisi lingkungan selama periode pertumbuhan tanaman. Temuan ini mendukung konsep bahwa epidemi penyakit dipengaruhi oleh interaksi antara patogen, tanaman inang, dan lingkungan (Nino-Liu *et al.*, 2006).

Pengamatan terhadap suhu udara menunjukkan adanya fluktuasi selama masa penelitian. Pada periode dengan suhu yang relatif sedang, perkembangan penyakit cenderung meningkat lebih cepat dibandingkan periode ketika suhu harian lebih tinggi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa suhu berpengaruh terhadap aktivitas patogen, meskipun bukan merupakan satu-satunya faktor yang menentukan perkembangan penyakit. Hasil ini memperlihatkan bahwa perubahan suhu perlu dianalisis bersama faktor lingkungan lainnya agar dapat memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai dinamika epidemi penyakit di lapangan (Mansfield *et al.*, 2012).

Kelembapan udara merupakan faktor lingkungan yang memperlihatkan hubungan paling kuat dengan peningkatan intensitas penyakit. Selama periode dengan kelembapan relatif tinggi, gejala penyakit berkembang lebih cepat dan penyebaran antar tanaman berlangsung lebih luas. Kondisi udara yang lembap diduga memperpanjang lama kebasahan permukaan daun sehingga memberikan kesempatan lebih besar bagi bakteri untuk menginfeksi jaringan tanaman. Dengan demikian, kelembapan menjadi salah satu indikator penting dalam memprediksi perkembangan penyakit hawar daun di lapangan (Amin *et al.*, 2022).

Curah hujan juga menunjukkan kecenderungan yang sejalan dengan peningkatan intensitas penyakit. Pada minggu-minggu dengan frekuensi hujan yang lebih tinggi, perkembangan penyakit meningkat dibandingkan periode dengan curah hujan yang rendah. Percikan air hujan diduga berperan sebagai media penyebaran bakteri dari daun yang terinfeksi menuju tanaman sehat. Selain itu, hujan meningkatkan kelembapan mikro di sekitar tajuk tanaman sehingga kondisi menjadi lebih sesuai bagi perkembangan patogen (Amin *et al.*, 2022).

Intensitas cahaya memberikan kecenderungan yang berbeda dibandingkan kelembapan dan curah hujan. Pada kondisi penyinaran yang tinggi, perkembangan penyakit relatif lebih lambat. Hal tersebut diduga berkaitan dengan berkurangnya lama kebasahan daun akibat meningkatnya laju penguapan. Walaupun demikian, intensitas cahaya tidak bekerja secara langsung terhadap patogen, melainkan memengaruhi kondisi mikroklimat yang pada akhirnya menentukan keberhasilan infeksi. Oleh karena itu, hubungan antara intensitas cahaya dan penyakit perlu dipahami sebagai bagian dari interaksi faktor-faktor lingkungan lainnya (Scholthof, 2007).

Analisis korelasi hipotetis menunjukkan bahwa kelembapan udara dan curah hujan memiliki hubungan positif dengan intensitas penyakit, sedangkan suhu dan intensitas cahaya menunjukkan hubungan yang lebih lemah. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan kelembapan dan curah hujan diikuti oleh peningkatan perkembangan penyakit. Temuan ini memperkuat dugaan bahwa faktor-faktor yang meningkatkan kebasahan daun memiliki peran lebih besar dalam epidemi hawar daun dibandingkan faktor lingkungan lainnya (Amin *et al.*, 2022).

Apabila dianalisis menggunakan regresi linier berganda, model hipotetis menunjukkan bahwa kombinasi suhu, kelembapan, dan curah hujan memberikan kemampuan prediksi yang lebih baik dibandingkan penggunaan satu variabel saja. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan penyakit merupakan hasil interaksi berbagai faktor lingkungan yang bekerja secara bersamaan. Pendekatan multivariat seperti ini memberikan informasi yang lebih komprehensif untuk menjelaskan dinamika penyakit dibandingkan analisis sederhana yang hanya menilai satu parameter lingkungan (Mansfield *et al.*, 2012).

Hasil simulasi tersebut sejalan dengan teori epidemi penyakit tumbuhan yang menyatakan bahwa keberhasilan infeksi dipengaruhi oleh kesesuaian lingkungan bagi patogen. Dalam konsep segitiga penyakit, patogen yang virulen dan tanaman yang rentan belum tentu menghasilkan epidemi apabila kondisi lingkungan tidak mendukung. Sebaliknya, perubahan kecil pada suhu, kelembapan, atau curah hujan

dapat mempercepat perkembangan penyakit apabila seluruh komponen segitiga penyakit berada pada kondisi optimum (Scholthof, 2007).

Hasil ini juga memperlihatkan kesesuaian dengan penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa epidemi hawar daun lebih sering terjadi pada musim dengan kelembapan tinggi dan curah hujan yang merata. Namun demikian, beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa pengaruh masing-masing faktor lingkungan dapat berbeda pada setiap lokasi penelitian. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh kondisi agroekosistem, varietas padi yang dibudidayakan, teknik budidaya, serta karakteristik iklim lokal. Oleh sebab itu, hasil penelitian pada suatu wilayah tidak selalu dapat digeneralisasi untuk wilayah lain (Amin *et al.*, 2022).

Dari sisi pengelolaan tanaman, hasil penelitian ini memberikan implikasi praktis bahwa pemantauan kondisi lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengendalian penyakit. Informasi mengenai peningkatan kelembapan udara dan curah hujan dapat digunakan sebagai indikator awal untuk meningkatkan intensitas pengamatan lapangan, memperbaiki sanitasi lahan, mengatur sistem irigasi, dan menentukan waktu pengendalian yang lebih tepat. Pendekatan tersebut lebih efisien dibandingkan aplikasi pestisida secara rutin tanpa mempertimbangkan risiko perkembangan penyakit (FAO, 2023).

Kelembapan udara dan curah hujan merupakan faktor yang paling berpengaruh, sedangkan suhu dan intensitas cahaya berperan sebagai faktor pendukung melalui perubahan kondisi mikroklimat tanaman. Temuan ini menguatkan pentingnya pendekatan pengelolaan penyakit yang tidak hanya berfokus pada patogen, tetapi juga mempertimbangkan dinamika lingkungan sebagai bagian dari strategi pengendalian terpadu. Meskipun demikian, kesimpulan akhir harus didasarkan pada hasil pengamatan dan analisis statistik dari penelitian yang benar-benar dilakukan.

Kesimpulan

Faktor lingkungan memiliki hubungan yang erat dengan perkembangan penyakit hawar daun pada tanaman padi. Kelembapan udara, curah hujan, suhu, dan intensitas cahaya berperan dalam

menciptakan kondisi yang mendukung atau menghambat perkembangan patogen. Kelembapan yang tinggi dan curah hujan yang cukup cenderung meningkatkan intensitas penyakit, sedangkan kondisi lingkungan yang lebih kering dapat menekan penyebarannya. Oleh karena itu, pengelolaan penyakit hawar daun tidak hanya dilakukan melalui pengendalian patogen, tetapi juga dengan memperhatikan kondisi lingkungan sebagai bagian dari strategi pengendalian terpadu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi ilmiah yang bermanfaat dalam mendukung upaya pengelolaan penyakit secara lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan pada budidaya tanaman padi.

Daftar Pustaka

- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology* (5th ed.). Elsevier Academic Press.
- Amin, T., *et al.* (2022). Effect of weather parameters on the severity of bacterial leaf blight of rice cv. Basmati-370. *Biological Forum – An International Journal*.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Indonesia 2024*. Jakarta: BPS.
- FAO. (2023). *FAOSTAT Crops and Livestock Products*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- IPCC. (2023). *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Mansfield, J., *et al.* (2012). Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 13(6), 614–629.
- Mew, T. W., Vera Cruz, C. M., & Medalla, E. S. (1993). Changes in race frequency of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in response to rice cultivars planted in the Philippines. *Plant Disease*.
- Nino-Liu, D. O., Ronald, P. C., & Bogdanove, A. J. (2006). *Xanthomonas oryzae* pathovars: Model pathogens of a model crop. *Molecular Plant Pathology*, 7(5), 303–324.
- Scholthof, K. B. G. (2007). The disease triangle: Pathogens, the environment and society. *Nature Reviews Microbiology*.
- Velásquez, A. C., Castroverde, C. D. M., & He, S. Y. (2018). Plant–pathogen warfare under changing climate conditions. *Current Biology*, 28(10), R619–R634.