

## Epidemi Penyakit Karat Daun (*Puccinia* sp.) Pada Fase Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Jagung di Kabupaten Kampar

*The Epidemiology of Leaf Rust Disease (*Puccinia* sp.) in The Vegetative Growth Phase of Maize in Kampar Regency*

Novi Malinda<sup>1\*</sup>, Annisa Hasta Pratiwi<sup>1</sup>, Freddy Alexander Simatupang<sup>2</sup>, Puan Habibah<sup>2</sup>

### AFILIASI

<sup>1</sup>Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Riau, Pekanbaru

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru

\*Korespondensi:

[novi.malinda@lecturer.unri.ac.id](mailto:novi.malinda@lecturer.unri.ac.id)

Diterima: 20-04-2026

Disetujui: 05-06-2026

**COPYRIGHT @ 2026 by**

**Agricola: Jurnal Pertanian.**

This work is licensed under a Creative Commons Attributions 4.0 International License

### ABSTRACT

Leaf rust is a major foliar disease of maize that can substantially reduce crop productivity. This study was conducted to identify the predominant disease and to evaluate the progression of leaf rust disease intensity in maize during the early vegetative stage. Field observations were carried out in maize-growing areas of Kampar Regency, Riau Province, Indonesia, in November 2025. The research employed a field survey approach using four observation plots, each consisting of 100 sampled plants. Disease intensity was assessed weekly for four consecutive weeks at 2–5 weeks after planting (WAP) using a scoring-based method. The results indicated that the dominant disease observed was leaf rust caused by *Puccinia sorghi*. Disease intensity increased progressively with plant age, reaching 12.3% at 2 WAP, 29.75% at 3 WAP, 43.25% at 4 WAP, and 48% at 5 WAP. The disease development pattern followed an epidemic curve resembling the Gompertz model, characterized by a rapid increase during the mid-vegetative phase. These findings demonstrate that the early vegetative stage represents a critical period for leaf rust development, highlighting the importance of implementing timely disease management strategies.

**KEYWORDS:** Disease epidemiology, Leaf rust, Maize, Plant pathology, *Puccinia* sp.

### ABSTRAK

Penyakit karat daun merupakan salah satu gangguan utama pada tanaman jagung yang berpotensi menyebabkan penurunan produktivitas secara nyata. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis epidemi penyakit dominan karat daun pada tanaman jagung melalui pengamatan intensitas penyakit dan kurva perkembangan penyakit selama fase vegetatif awal tanaman. Kegiatan pengamatan dilaksanakan pada pertanaman jagung di Kabupaten Kampar, Provinsi Riau, pada bulan November 2025. Penelitian dilakukan menggunakan metode survei lapangan dengan empat titik pengamatan, masing-masing melibatkan 100 tanaman sebagai sampel. Intensitas serangan penyakit diamati secara berkala selama empat minggu berturut-turut, yaitu pada umur tanaman 2 hingga 5 minggu setelah tanam (MST), dengan menggunakan metode penilaian skoring skala 1-4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyakit dominan yang dijumpai adalah karat daun yang disebabkan oleh *Puccinia* sp. Tingkat intensitas serangan meningkat sejalan dengan penambahan umur tanaman, yakni sebesar 12,3% pada 2 MST, 29,75% pada 3 MST, 43,25 % pada 4 MST, dan mencapai 48% pada 5 MST. Perkembangan penyakit membentuk pola kurva epidemi yang menyerupai model Gompertz, ditandai dengan peningkatan yang cepat pada fase vegetatif menengah. Temuan ini menunjukkan bahwa fase vegetatif awal merupakan periode kritis dalam perkembangan penyakit karat daun sehingga tindakan pengendalian perlu dilakukan sejak tahap awal pertumbuhan tanaman.

**KATA KUNCI:** Epidemi penyakit, Intensitas serangan, Jagung, Karat daun, *Puccinia* sp.

## 1. PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu komoditas pangan utama di Indonesia setelah padi yang memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional serta industri pakan dan pangan olahan (Sulaiman et al., 2018). Permintaan jagung yang terus meningkat menuntut upaya peningkatan produktivitas secara berkelanjutan, terutama melalui pengelolaan faktor pembatas produksi di tingkat lapangan.

Produktivitas tanaman jagung sering terkendala oleh faktor biotik, khususnya serangan penyakit daun yang dapat menurunkan hasil secara signifikan apabila tidak dikendalikan dengan tepat (Girsang et al., 2020). Salah satu penyakit penting pada tanaman jagung adalah karat daun yang disebabkan oleh *Puccinia sorghi*, yang dilaporkan mampu menurunkan hasil hingga lebih dari 40% pada kondisi epidemi berat (Bhandari et al., 2017).

Perkembangan penyakit tanaman sangat dipengaruhi oleh interaksi antara patogen, inang, dan lingkungan. Kondisi lingkungan tropis yang lembap seperti di Kabupaten Kampar, Riau, berpotensi mempercepat perkembangan penyakit karat daun pada jagung (Ahmed et al., 2019). Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (2025), kondisi iklim selama November 2025 di Kabupaten Kampar menunjukkan suhu rata-rata 25,1–28,5°C dengan kelembapan relatif tinggi (76–94%) serta curah hujan yang cukup intens pada pertengahan hingga akhir bulan. Kondisi tersebut meningkatkan kelembapan daun dan memperpanjang periode kebasahan daun, sehingga menciptakan lingkungan yang sangat kondusif bagi infeksi dan perkembangan jamur penyebab karat daun seperti *Puccinia sp.* Namun, informasi mengenai dinamika epidemi penyakit ini pada tingkat lokal masih terbatas.

Penelitian epidemiologi penyakit tanaman diperlukan untuk memahami pola perkembangan penyakit dari waktu ke waktu serta faktor-faktor yang memengaruhinya. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa epidemi karat daun jagung yang disebabkan oleh *Puccinia sorghi* sangat dipengaruhi oleh umur tanaman, kelembapan, dan intensitas inokulum awal (Bhatta et al., 2017; Dey et al., 2019). Informasi ini menjadi dasar penting dalam merancang strategi pengendalian yang efektif dan berkelanjutan (Niks & Rubiales 2002). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis epidemi penyakit dominan karat daun pada tanaman jagung di Kabupaten Kampar, Riau, melalui pengamatan intensitas penyakit dan kurva perkembangan penyakit.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lahan budidaya pertanaman jagung milik petani yang berlokasi di Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau.

### 2.2. Rancangan Penelitian

Pengamatan dilakukan pada bulan November sampai dengan Desember 2025 dengan metode survei lapangan secara deskriptif. Objek penelitian adalah 100 tanaman jagung yang diamati sejak umur 2 hingga 5 minggu setelah tanam. Empat titik pengamatan ditentukan menggunakan metode diagonal sampling pada lahan pertanaman jagung, sehingga mewakili kondisi keseluruhan lahan secara proporsional.

### 2.3. Analisis Data

Intensitas penyakit karat daun dihitung menggunakan metode skoring berdasarkan tingkat keparahan gejala pada daun (Tabel 1). Data intensitas penyakit dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan kurva perkembangan penyakit. Kurva epidemi digunakan untuk menggambarkan pola perkembangan penyakit dari waktu ke waktu (Padder et al., 2022). Rumus kurva epidemi Gompertz:

$$\omega = \alpha \exp(-\beta e^{-Kt})$$

Dimana:

$\alpha$  = berat maksimum individu yang dicapai oleh

$\beta$  = konstanta integrasi (parameter skala waktu)

$K$  = parameter kecepatan pertumbuhan

$\omega$  = berat individu pada saat  $t$

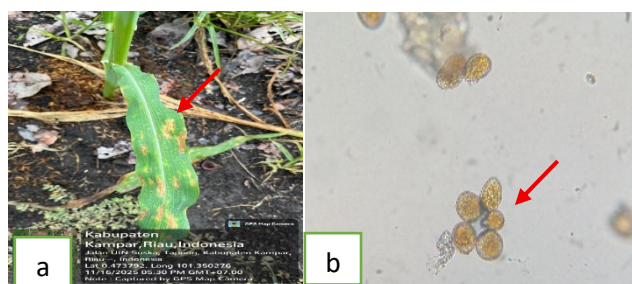
$t$  = umur individu

**Tabel 1.** Tabel Skoring Karat Daun (Mirsam *et al.* 2021)

Skala	Keterangan
0	Tidak ada gejala penyakit
1	Infeksi sangat kecil sekali, satu atau dua sampai beberapa pustula yang tersebar di daun bawah saja
2	Jumlah pustula cukup rendah pada daun bawah saja
3	Pustula melimpah di daun bawah, beberapa di daun Tengah
4	Melimpah di daun bawah dan tengah, membentang ke atas daun di bagian tengah

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan (Gambar 1) menunjukkan bahwa gejala karat daun berupa pustula berwarna cokelat hingga jingga muncul pada permukaan daun jagung dan berkembang seiring bertambahnya umur tanaman. Hal ini merupakan karakteristik infeksi jamur *Puccinia* sp. pada tanaman jagung sebagaimana yang dilaporkan oleh CIMMYT (2020) dan Djatnika dan Nuryani (2016). Gejala penyakit diidentifikasi dengan adanya spora musim panas berwarna kuning atau cokelat yang membentuk bentuk bulat atau oval pada daun. Spora ini dapat dengan mudah disebarkan oleh angin dan dapat bereproduksi dengan cepat, sehingga membentuk campuran dua jenis penyakit karat pada tanaman yang sehat. Dalam kasus wabah yang meluas, karat umum biasanya menyebabkan penurunan hasil panen sebesar 20% hingga 30%, sedangkan karat selatan dapat mengakibatkan kerugian hingga 50% atau bahkan kegagalan panen total. Gejala ini sesuai dengan karakteristik penyakit karat daun yang dilaporkan wilayah tropis (Mei et al. 2023).



**Gambar 1.** (a) Tanaman Jagung yang bergejala Penyakit Karat Daun, (b). Pengamatan jamur spora *Puccinia* sp. penyebab karat daun pada perbesaran 40x

Intensitas penyakit karat daun meningkat dari minggu ke minggu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Pada umur tanaman 2 MST, intensitas penyakit tercatat sebesar 12,3% dan meningkat menjadi 29,75% pada 3 MST, 35,75% pada 4 MST, serta mencapai 48% pada 5 MST. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penyakit berkembang secara progresif pada fase vegetatif tanaman (Silva et al., 2018).

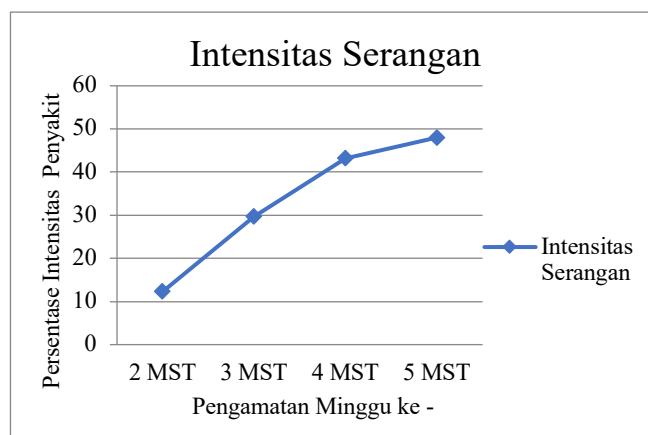
**Tabel 2.** Intensitas Penyakit Karat Daun Tanaman Jagung

Skala	Pengamatan MST ke – ... (%)			
	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
1	9 Tanaman	42 Tanaman	45 Tanaman	46 Tanaman
2	5 Tanaman	17 Tanaman	20 Tanaman	22 Tanaman
3	6 Tanaman	9 Tanaman	16 Tanaman	18 Tanaman
4	0 Tanaman	4 Tanaman	10 Tanaman	12 Tanaman

Intensitas Serangan	12,33 %	29,75 %	43,255 %	48%
---------------------	---------	---------	----------	-----

Kurva perkembangan penyakit menunjukkan pola sigmoid yang mengikuti model Gompertz. Pola perkembangan ini sejalan dengan hasil penelitian Dey et al. (2019) yang melaporkan bahwa penyakit karat daun jagung oleh *Puccinia sorghi* menunjukkan peningkatan intensitas yang cepat pada fase vegetatif menengah sebelum mencapai fase perlambatan. Pola ini mengindikasikan bahwa laju infeksi meningkat cepat pada fase pertumbuhan aktif tanaman, kemudian melambat seiring berkurangnya jaringan daun sehat (Simko & Piepho (2011). Temuan ini sejalan sebelumnya yang epidemi penyakit daun mencapai puncak pada (Kandel et al., 2020).

dengan hasil penelitian melaporkan bahwa pada jagung umumnya fase vegetatif menengah



**Gambar 2.** Grafik Intensitas Serangan *Puccinia* sp. pada Tanaman Jagung

Faktor lingkungan seperti kelembapan tinggi dan curah hujan diduga berperan penting dalam mempercepat perkembangan penyakit karat daun yang disebabkan oleh *Puccinia* sp. di lokasi penelitian. FAO (2021) menyatakan bahwa kondisi iklim tropis basah merupakan faktor utama yang mendukung sporulasi dan penyebaran patogen karat pada tanaman jagung. Kondisi tersebut mendukung perkecambahan spora dan infeksi patogen pada permukaan daun (Ahmed et al., 2019). Kebaruan penelitian ini terletak pada pemetaan perkembangan epidemi penyakit karat daun jagung secara spesifik lokasi di Kabupaten Kampar, yang masih jarang dilaporkan sebelumnya.

*Puccinia sorghi* merupakan patogen utama penyebab penyakit karat daun (*common rust*) pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) yang tersebar luas di daerah tropis dan subtropis. Penyakit ini dilaporkan mampu menurunkan hasil jagung secara signifikan, terutama bila infeksi terjadi pada fase vegetatif awal hingga pembentukan tongkol, karena mengganggu proses fotosintesis dan alokasi asimilat tanaman (Pataky dan Headrick 2017).

Secara taksonomi, genus *Puccinia* termasuk ke dalam filum *Basidiomycota*, kelas *Pucciniomycetes*, dan ordo *Pucciniales*. Jamur ini bersifat parasit obligat, yaitu hanya dapat hidup dan berkembang pada jaringan tanaman hidup, serta membentuk struktur khusus berupa haustorium untuk menyerap nutrisi dari sel inang (Burdon dan Thrall 2018). *Puccinia sorghi* memiliki siklus hidup yang kompleks dan bersifat makrosiklik, menghasilkan lima tipe spora yang berbeda, yaitu urediniospora, teliospora, basidiospora, pikniospora, dan aeciospora. Keberadaan beberapa tipe spora ini memungkinkan patogen bertahan dan menyebar secara efisien sepanjang musim tanam jagung (Cruz dan Valent 2017). Patogen ini bersifat heteroecious karena memerlukan dua inang berbeda untuk menyelesaikan siklus hidupnya. Reproduksi seksual *P. sorghi* terjadi pada inang alternatif dari genus *Oxalis*, sedangkan fase aseksual yang menyebabkan epidemi cepat terjadi pada tanaman jagung melalui produksi urediniospora dalam jumlah besar (CABI 2020).

Infeksi dimulai ketika urediniospora berkecambah di permukaan daun dalam kondisi kelembapan tinggi, kemudian menembus jaringan melalui stomata. Gejala awal berupa pustula kecil berwarna jingga hingga cokelat kemerahan yang berkembang menjadi pustula besar dan padat, menyebabkan kerusakan jaringan daun serta penurunan luas daun efektif (Silva dan Moreno 2018). Perkembangan penyakit karat daun sangat

dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama kelembapan relatif tinggi (>90%), curah hujan, dan suhu sedang berkisar 15–25 °C. Kondisi ini sangat umum dijumpai di wilayah tropis basah, sehingga mendukung terjadinya epidemi *P. sorghi* pada pertanaman jagung secara berulang (Ahmed et al. 2019).

Urediniospora *P. sorghi* bersifat ringan dan mudah terbawa angin, memungkinkan penyebaran patogen dalam jarak jauh antarwilayah. Spora ini dapat menyebabkan infeksi sekunder berulang dalam satu musim tanam, sehingga intensitas penyakit meningkat dengan cepat dan membentuk pola epidemi sigmoid (Madden et al. 2017). Fase pertumbuhan tanaman juga dapat mempengaruhi perkembangan keparahan penyakit. Penyakit karat daun dapat menyerang tanaman jagung sejak fase vegetatif karena fase vegetatif merupakan fase rentan tanaman. Seperti penelitian Albana dan Resti (2011), keparahan penyakit karat daun terjadi pada fase vegetatif karena selain kerentanan tanaman inang, pada saat fase vegetatif terdapat banyak gulma yang merupakan inang alternatif spora *Puccinia* sp. Penelitian molekuler terbaru menunjukkan bahwa *P. sorghi* mengekspresikan gen avirulensi tertentu yang dapat dikenali oleh gen ketahanan jagung, seperti gen *Rp*. Interaksi spesifik antara gen avirulensi patogen dan gen resistensi tanaman menentukan tingkat keparahan penyakit serta stabilitas ketahanan varietas jagung di lapangan (Kim et al. 2024). Menurut Nix & Rubiales (2002), spora genus *Puccinia* umumnya dapat masuk melalui stomata tanaman dan mampu berkecambah membentuk apesorium dan mengkolonisasi jaringan tanaman. Namun apabila respon hipersensitivitas lemah, akan menyebabkan tipe infeksi yang rendah dengan gejala klorosis dan nekrosis.

Curah hujan berperan penting dalam meningkatkan keparahan penyakit karat daun melalui peningkatan lamanya periode kebasahan daun (*leaf wetness duration*). Daun jagung yang basah dalam waktu lama menciptakan kondisi mikroklimat yang optimal bagi perkecambahan spora *Puccinia* sp. dan mempercepat proses infeksi. Penelitian menunjukkan bahwa intensitas dan frekuensi hujan yang tinggi pada bulan November 2025 berkorelasi positif dengan peningkatan keparahan penyakit karat daun pada jagung, terutama pada wilayah tropis basah (Ahmed et al 2019).

Intensitas cahaya yang rendah akibat kondisi mendung berkepanjangan atau naungan berlebih dapat memperparah penyakit karat daun. Cahaya matahari berperan dalam menekan sporulasi patogen dan meningkatkan ketahanan fisiologis tanaman. Pada kondisi cahaya rendah, laju fotosintesis menurun sehingga tanaman menjadi lebih rentan terhadap infeksi *Puccinia* sp., yang berdampak pada peningkatan tingkat keparahan penyakit di lapangan (Dey et al 2019).

Pengendalian penyakit karat daun jagung perlu dilakukan secara terpadu, meliputi penggunaan varietas tahan, pengelolaan lingkungan pertanaman, serta aplikasi fungisida berbahan aktif triazol atau strobilurin pada kondisi epidemi berat. Pendekatan ini terbukti mampu menekan perkembangan penyakit dan meminimalkan kehilangan hasil (Dey et al. 2019). Berdasarkan nilai AUDPC, tanaman yang diinduksi oleh bahan kimia memiliki tingkat perkembangan penyakit yang lebih lambat dibandingkan dengan kontrol positif. Lignifikasi di sekitar stomata terjadi pada semua tanaman yang diinokulasi dan diberi perlakuan bahan kimia. Pertumbuhan tanaman antara tanaman yang diberi perlakuan bahan kimia dan kontrol negatif (tanaman yang tidak diinokulasi) sebagian besar tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, yang menunjukkan bahwa bahan kimia tersebut dapat diaplikasikan. Kandungan klorofil pada tanaman yang diberi perlakuan bahan kimia juga serupa dengan tanaman kontrol negatif (Habibullah et al., 2020). Kecukupan nutrisi pada tanaman menjadi hal penting agar tanaman menjadi resisten terhadap penyakit. Pemberian pupuk KCl menunjukkan respon terbaik pertumbuhan tanaman jagung (Rochman et al 2023). Selain itu, pemberian pupuk kandang juga dapat menurunkan infeksi penyakit karat seperti yang diteliti oleh Martanto et al., (2021) pada penyakit karat tanaman kedelai.

Keparahan penyakit karat daun jagung pada dasarnya merupakan hasil interaksi kompleks antara suhu, kelembapan, curah hujan, dan kondisi mikroklimat pertanaman. Kombinasi faktor lingkungan yang menguntungkan patogen akan meningkatkan laju infeksi, mempercepat siklus penyakit, dan menyebabkan akumulasi inokulum yang tinggi. Oleh karena itu, kondisi lingkungan yang sesuai bagi *Puccinia* sp. sering kali menghasilkan pola perkembangan penyakit berbentuk sigmoid dengan persentase keparahan yang tinggi pada fase vegetatif menengah hingga akhir (Padder et al. 2022).

Meskipun berbagai varietas tahan telah dikembangkan, evolusi ras patogen *P. sorghi* berpotensi mematahkan ketahanan monogenik. Oleh karena itu, pengembangan varietas dengan ketahanan horizontal, pemantauan dinamika populasi patogen, serta integrasi pendekatan epidemiologi dan biologi molekuler menjadi arah penting penelitian penyakit karat daun jagung di masa mendatang (Padder et al 2022).

#### 4. KESIMPULAN

Penyakit utama yang ditemukan pada tanaman jagung di Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar adalah karat daun yang diduga disebabkan oleh *Puccinia sp.* dengan intensitas serangan yang meningkat seiring bertambahnya umur tanaman. Intensitas penyakit mencapai 48% pada umur 5 MST dan mengikuti pola perkembangan epidemi Gompertz. Kondisi lingkungan yang lembap berperan penting dalam mempercepat perkembangan penyakit. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, fase vegetatif awal tanaman jagung (2–5 MST) merupakan periode kritis perkembangan penyakit karat daun. Oleh karena itu, petani di Kabupaten Kampar disarankan melakukan *monitoring* rutin sejak awal pertumbuhan tanaman, terutama pada kondisi lingkungan lembap dan curah hujan tinggi. Penggunaan varietas tahan, pengaturan jarak tanam untuk meningkatkan sirkulasi udara, sanitasi lahan, serta aplikasi fungisida atau agens hayati secara preventif pada fase vegetatif awal perlu dilakukan untuk menekan perkembangan epidemi penyakit karat daun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Albana H., Resti Z. 2011. Tingkat Serangan Penyakit Karat Daun pada Tanaman Jagung Manis di Kecamatan Kuranji. *Jurnal Agrifor*, 23(2):305-312. DOI:<https://doi.org/10.31293/agrifor.v23i2.7527>
- Ahmed, M., Hossain, M. I., & Rahman, M. (2019). Environmental Influence on The Development of Foliar Diseases in Maize. *Journal of Plant Health*, 11(2): 65–74. DOI: 10.1007/s41348-019-00242-3
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2025). <https://dataonline.bmkg.go.id/data-harian>
- Bhandari, R. R., Aryal, L., Sharma, S., Acharya, M., Pokhrel, A., G. C., A., Kaphle, S., K. C., S., Shahi, B., Bhattarai, K., Chhetri, A., & Panthi, S. (2017). *Screening of maize genotypes against southern leaf blight (Bipolaris maydis) during summer season in Nepal. World Journal of Agricultural Research*, 5(1):31–41. <https://doi.org/10.12691/wjar-5-1-5>
- Bhatta, M., Neupane, S., & Shrestha, J. (2017). Epidemiology and Management of Common Rust of Maize Caused by *Puccinia sorghi*. *Journal of Maize Research and Development*, 3(1): 1–10. <https://doi.org/10.3126/jmrd.v3i1.18918>
- Burdon, J. J., & Thrall, P. H. (2018). Pathogen Evolution Across The Agro-ecological Interface. *Journal Plant Pathology*, 67(2): 201–213. DOI: 10.1111/ppa.12762
- CABI. (2020). *Puccinia sorghi* (Common Rust of Maize). *Invasive Species Compendium*. DOI: 10.1079/cabicompendium.45742
- CIMMYT. (2020). *Maize Diseases: A Guide for Field Identification*. International Maize and Wheat Improvement Center. Mexico
- Cruz, C. D., & Valent, B. (2017). Wheat and maize rust diseases: Epidemiology and resistance breeding. *Annual Review of Phytopathology*, 55:451–473. DOI: 10.1146/annurev-phyto080516-035303
- Dey, U., Harlapur, S. I., & Dhutraj, D. N. (2019). Disease Progression and Yield Loss Assessment of Maize Rust Under Field Conditions. *Journal Crop Protection*, 124 No. 104851. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104851>
- Djatnika, I., & Nuryani, W. (2016). Penyakit Karat Daun pada Tanaman Jagung dan Strategi Pengendaliannya. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 12(4):123–130. <https://doi.org/10.14692/jfi.12.4.123>
- FAO. (2021). *Maize diseases and pest management strategies*. FAO Plant Production and Protection Paper.
- Girsang, W., Purba, J., & Daulay, S. (2020). Uji Aplikasi Agens Hayati Tribac Mengendalikan Patogen Hawar Daun (*Helminthosporium sp.*) Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 17(1):51–59. DOI: [10.31849/jip.v17i1.4614](https://doi.org/10.31849/jip.v17i1.4614)
- Habibullah M, Sumardiyono C & Widiastuti A. (2020). Potency of Non-Fungicide Chemical for Maize Inducing Resistance Against Downy Mildew. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 2(2):154-160. DOI: 10.22146/jpti.55057.
- Kandel, Y. R., Mueller, D. S., & Wise, K. A. (2020). Early-season Development of Foliar Diseases in Maize. *Plant Disease*, 104(5):1332–1340.

- Kim, J. H., et al. (2024). Identification of Avirulence Genes in *Puccinia sorghi*. *PLoS Pathogens*, 20 No. 1. e1013022. DOI: 10.1371/journal.ppat.1013022
- Madden, L. V., Hughes, G., & van den Bosch, F. (2017). *The Study of Plant Disease Epidemics*. APS Press. DOI: 10.1094/9780890545058
- Martanto E. A., Tanati A., Baan S., & Risamasu C. N. (2021). Effect of Giving Some Formulation of Organic Fertilizer to Soybean Rust Disease and Its Production. *Agricola Journal*, 11(1):15-23. <https://doi.org/10.35724/ag.v11i1.3595>
- Mei J., Zhou S., Liu W. (2023). Gene-for-gene-mediated resistance to southern corn rust in maize. *Trends Plant Sci.* 28, 255–258. doi: 10.1016/j.tplants.2022.12.002
- Mirsam H., Suriani S., Makkulawu A T., Djaenuddin N., Abdullah F. 2021. Evaluation of resistance of hybrid corn genotypes against leaf blight and leaf rust diseases. *In: Herlinda S et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-9 Tahun 2021, Palembang 20 Oktober 2021.* pp. 305–313. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).
- Niks, R. E & Rubiales D. (2002). Potentially Durable Resistance Mechanisms in Plants to Specialised Fungal Pathogen. *Euphytica*, 124:201-216). DOI:[10.1023/A:1015634617334](https://doi.org/10.1023/A:1015634617334)
- Padder, B. A., Gupta, S., & Bhat, N. A. (2022). Disease Progression Dynamics of Foliar Diseases. *Crop Protection*, 159. 106020. DOI: 10.1016/j.cropro.2022.106020
- Pataky, J. K., & Headrick, J. M. (2017). Common Rust of Maize Caused by *Puccinia sorghi*: Biology, Epidemiology, and Management. *Plant Disease*, 101(8):1352–1364. DOI:10.1094/PDIS-02-17-0202-FE
- Rochman F., Priyadi & Rahmadi R. (2023). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays ssp. mays*) Akibat Aplikasi Dosis Pupuk Kalium dan Nitrogen pada Tanah Kering Masam dengan Pemberian Amelioran. *Agricola Journal*, 13(1):50-58. DOI: <https://doi.org/10.35724/ag.v13i1.5054>
- Silva, G. M., Torres, J., & Moreno, F. (2018). Epidemiological Patterns of Maize Leaf Diseases Caused by Rust Pathogens. *Journal of Plant Pathology*, 100(3):557–566. DOI: 10.1007/s42161018-0105-2
- Sulaiman, A. A., Kariyasa, I. K., Hoerudin, Subagyono, K., & Bahar, F. A. (2018). *Cara Cepat Swasembada Jagung*. IAARD Press.