

KARAKTERISTIK, TINGKAT KERUSAKAN, DAN PENYEBARAN PENYAKIT KARAT DAUN JAGUNG MANIS DI DUA KETINGGIAN TEMPAT

CHARACTERISTICS, DAMAGE SEVERITY, AND SPREAD OF LEAF RUST DISEASE IN SWEET CORN AT TWO DIFFERENT ALTITUDES

Nanda Fatin Ismiaji¹, Heru Adi Djatmiko², Bayu Handoko^{1*}

¹Prodi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto

²Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

*Penulis untuk korespondensi, e-mail: bayu.handoko83@gmail.com

Received [08-08-2025] Revised [18-08-2025] Accepted [20-08-2025]

ABSTRAK

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penting dan mempunyai peran strategis dalam perekonomian nasional, mengingat fungsinya yang multiguna sebagai sumber pangan. Produktivitas jagung di Indonesia cenderung fluktuatif. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya patogen penyebab penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik, nilai kerusakan tanaman dan penyebaran penyakit karat pada tanaman jagung di dua ketinggian tempat. Penelitian ini menggunakan metode survei dengan pengambilan sampel secara stratified purpose diagonal sampling dengan mengamati secara langsung pada dua lahan budidaya tanaman jagung yang terdapat gejala penyakit, sampel tanaman diambil secara diagonal, setiap titik diambil 10 sampel tanaman. Bagian tanaman bergejala yang ditemukan dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi gejala dan patogennya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik penyakit karat jagung pada dua ketinggian tempat di Desa Gandatapa dan Banjaranyar yaitu disebabkan oleh *Puccinia* sp. memiliki gejala berupa pustule pada permukaan daun yang berwarna jingga. Karakteristik patogen karat pada jagung yaitu urediospora berbentuk bulat telur sampai elips, berwarna kuning keemasan dengan dan berdinding agak tebal. Nilai kerusakan tanaman jagung karena karat di dua ketinggian tempat diperoleh hasil tertinggi pada Desa Gandatapa Kecamatan Sumbang. Penyebaran penyakit karat pada tanaman jagung di dua ketinggian tempat menunjukkan pola penyebaran acak atau random.

Kata kunci: aklimatisasi; jagung, ketinggian tempat, karat daun.

ABSTRACT

Maize (Zea mays L.) is a vital staple crop and a strategic component of the national economy owing to its multifunctional uses as a food source. In Indonesia, maize productivity is notably volatile, a condition influenced partially by pathogenic

diseases. This study aimed to characterize the symptoms, quantify plant damage, and assess the spatial distribution of rust disease on maize cultivated at two distinct altitudinal sites (Desa Gandatapa and Banjaranyar). A stratified purposeful diagonal sampling scheme was employed: symptomatic plants were observed directly in two fields, and at each sampling point ten plants were collected diagonally. Specimens exhibiting disease symptoms were brought to the laboratory for symptom and pathogen identification. The rust observed at both elevations was caused by *Puccinia* spp., producing orange pustules on leaf surfaces. The pathogen's urediospores were ellipsoid to ovoid, golden-yellow, and possessed relatively thick walls. Damage assessment revealed the highest disease severity in Gandatapa, Kecamatan Sumbang. Spatial analysis indicated a random (non-aggregated) pattern of rust occurrence across the surveyed sites. These findings highlight the need for targeted disease-management strategies, particularly in high-risk altitudinal zones, to stabilize maize yields.

Keywords: acclimatization; corn; altitude; leaf rust.

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penting dan mempunyai peran strategis dalam perekonomian nasional, mengingat fungsinya yang multiguna sebagai sumber pangan. Jagung dapat menjadi alternatif kedua bahan makanan pokok utama setelah beras (Yosia *et al.*, 2020), sedangkan batang jagung merupakan bahan pakan ternak yang sangat potensial (Pearu *et al.*, 2017). Berdasarkan data BPS, produktivitas jagung di Indonesia pada tahun 2022-2024 berturut turut yaitu 57,62 ku/ha, 59,79 ku/ha dan 58,14 ku/ha. Produktivitas jagung yang fluktuatif dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor biotik (varietas, hama, penyakit, gulma) dan abiotik (iklim, jenis tanah dan lahan) serta faktor sosial ekonomi (Tantawizal & Rahayu, 2017). Penyakit karat merupakan salah satu penyakit penting pada jagung di Indonesia. Gejala awal serangan ditandai dengan munculnya pustula pada kedua permukaan daun, baik atas maupun bawah, berwarna cokelat kemerahan yang tersebar di permukaan daun, kemudian berubah menjadi cokelat kehitaman seiring perkembangan teliospora. Penyakit ini dapat disebabkan oleh tiga spesies patogen, yaitu *Puccinia polysora*, *P. sorghi*, dan *Physopella zae*, namun di Indonesia umumnya yang banyak ditemukan adalah *P. polysora* dan *P. sorghi*. Pertumbuhan, penyebaran, serta karakteristik patogen jamur sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Marwah, 2018). Suhu optimal akan mempercepat perkembangan patogen sehingga aktivitas penyakit meningkat lebih cepat dibandingkan perkembangan inangnya. Selain itu, kelembapan juga berperan penting karena sebagian besar patogen membutuhkan keberadaan lapisan air atau tingkat kelembapan tertentu untuk melakukan infeksi maupun penetrasi (Nurhayati, 2011). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik, tingkat kerusakan dan pola penyebaran penyakit karat daun jagung pada dua ketinggian tempat yang berbeda.

METODE

Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik penyakit karat pada tanaman jagung di dua ketinggian tempat, mengetahui nilai kerusakan tanaman jagung karena karat di dua ketinggian tempat, dan mengetahui penyebaran penyakit karat pada tanaman jagung di dua ketinggian tempat.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu lahan budidaya jagung manis, akuades, KOH, H₂O₂ dan lembar kuesioner. Alat yang digunakan meliputi kantong plastik, gunting, mikroskop, kaca preparat dan termohigrometer.

Metode

Rancangan penelitian menggunakan metode survei dengan pengambilan sampel secara *stratified purpose diagonal* dengan mengamati secara langsung pada dua lahan budidaya tanaman jagung yang terdapat gejala penyakit sampel tanaman diambil secara diagonal, setiap titik diambil 10 sampel tanaman. Bagian tanaman bergejala yang ditemukan dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi gejala dan patogennya. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dan pendekatan kuantitatif menggunakan uji t untuk membandingkan hasil data di kedua lokasi penelitian.

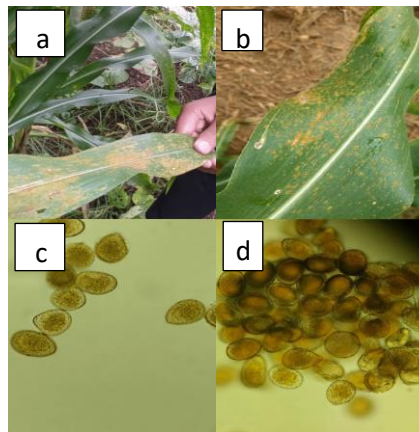
Identifikasi patogen dilakukan berdasarkan pada bentuk morfologi patogen. Sumber inokulum didapat dari tanaman jagung yang terserang patogen karat di lahan pengamatan. Pengambilan tanaman yang terinfeksi karat dilakukan dengan memotong daun mulai dari bagian pangkal lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik. Daun yang sudah terkumpul selanjutnya akan digunakan sebagai sumber inokulum. Jamur patogen yang didapatkan diidentifikasi pada bagian daun tanaman, dimulai dengan mengambil spora pada daun dengan menggunakan selotip bening kemudian tempelkan pada kaca yang sebelumnya dilakukan proses *clearing* atau penjernihan pada daun lalu dilanjutkan dengan pengamatan menggunakan mikroskop.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Penyakit Karat Daun Jagung

Karat daun merupakan salah satu penyakit penting pada jagung yang disebabkan oleh jamur *Puccinia* sp., dengan potensi kerugian mencapai 45–70%. Secara makroskopis, gejala penyakit ini ditandai dengan munculnya pustula pada permukaan atas maupun bawah daun. Pustula

tersebut berbentuk bulat dan berwarna oranye kecokelatan. Temuan ini sejalan dengan laporan Guerra *et al.* (2019), Wenqiang *et al.* (2021), dan Ziems (2014) yang menjelaskan bahwa gejala karat berupa pustula berbentuk bulat hingga oval, berwarna coklat hingga oranye, umumnya muncul pada permukaan bawah daun, serta dikelilingi halo. Perkembangan pustula berlangsung cepat sehingga menyebabkan daun lebih cepat mengering, menghambat proses fotosintesis, dan berdampak pada pertumbuhan tanaman yang kurang optimal. Hasil pengamatan patogen secara makroskopis maupun mikroskopis dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gejala kerusakan karat daun di dua ketinggian tempat; a-b) makroskopis, c-d) mikroskopis.

Hasil pengamatan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400X menunjukkan bahwa urediniospora *Puccinia* sp. berbentuk bulat memanjang hingga elipsoid (lonjong) dengan warna coklat kemerahan. Temuan ini sejalan dengan laporan Wenqiang *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa spora dari famili *Pucciniaceae* memiliki warna kemerahan, berdinding tebal, permukaannya berduri, terbentuk pada ujung hifa, berada di dalam acervulus, serta berbentuk bulat hingga oval dengan tangkai (pedisel).

Penilaian Kerusakan Penyakit Karat Daun Jagung

Penilaian kerusakan penyakit merupakan setiap perubahan pada tanaman yang diakibatkan oleh aktifitas atau OPT sehingga menimbulkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil. Penilaian kerusakan yang dilakukan terdiri atas penilaian intensitas penyakit, laju infeksi penyakit dan AUDPC.

1. Intensitas Penyakit

Intensitas penyakit merupakan ukuran berat-ringannya tingkat kerusakan tanaman oleh suatu penyakit, baik pada populasi atau

individu tanaman (Adnan, 2009). Hasil penelitian yang dilakukan terhadap intensitas penyakit karat jagung (*Puccinia* sp.) di dua desa dengan ketinggian tempat berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Intensitas penyakit karat jagung pada dua ketinggian tempat yang berbeda.

Nama Desa	Intensitas Penyakit (%)			
	M1	M2	M3	M4
Gandatapa	37,5	51,5	65	75
Banjaranyar	38,5	44	48	57

Keterangan: M1: Intensitas penyakit minggu ke-1, M2: Intensitas penyakit minggu ke-2, dst.

Hasil penelitian terhadap intensitas penyakit karat jagung pada Tabel 1 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan persentase intensitas penyakit pada setiap minggu pengamatan baik di lahan pengamatan di Desa Gandatapa maupun Desa Banjaranyar. Kenaikan persentase intensitas tertinggi terjadi pada lahan pengamatan Desa Gandatapa. Perbedaan intensitas penyakit pada kedua tempat penelitian dipengaruhi oleh iklim mikro pada masing-masing lahan pengamatan, dimana Desa Gandatapa memiliki kelembapan relatif lebih tinggi, namun suhu lebih rendah dibandingkan Desa Banjaranyar.

Perubahan yang terjadi pada faktor lingkungan sangat mempengaruhi perkembangan penyakit infeksi atau mempengaruhi awal terjadinya suatu penyakit. Perubahan pada setiap faktor lingkungan tidak hanya mendukung kerentanan inang atau kehidupan patogen saja, tetapi mendukung juga baik patogen maupun inang. Hasil dukungan ini akan ditampakkan dalam bentuk besarnya tingkat gejala yang merupakan ekspresi dari tingkat keparahan penyakit (Abdul, 2003). Pengaruh suhu terhadap perkembangan penyakit tertentu setelah infeksi tergantung pada kombinasi spesifik inang-patogen. Perkembangan penyakit yang sangat cepat membutuhkan waktu yang sangat pendek untuk penyelesaian siklus infeksi, dan terjadi jika suhu mencapai optimum untuk perkembangan patogen tetapi diatas atau di bawah optimum untuk perkembangan inang. Suhu yang lebih rendah atau suhu di atas optimum untuk patogen, atau mendekati optimum untuk inang, penyakit akan berkembang lebih lambat. Lamanya suatu siklus infeksi menentukan jumlah siklus infeksi dan jumlah infeksi baru dalam satu musim, sehingga pengaruh suhu terhadap kejadian penyakit dalam musim tertentu menjadi sangat besar (Abdul, 2003).

2. AUDPC

Area Under the Disease Progress Curve (AUDPC) merupakan parameter untuk mengukur perkembangan keparahan penyakit terhadap waktu tertentu (Apriyadi et al., 2013). Hasil penelitian yang dilakukan

terhadap AUDPC penyakit karat jagung (*Puccinia* sp.) di dua desa dengan ketinggian tempat berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. AUDPC karat daun jagung di dua ketinggian tempat yang berbeda.

Nama Desa	AUDPC
Gandatapa	1.209,25
Banjaranyar	960,75

Data AUDPC menyajikan rerata keterjadian penyakit dan perkembangan keparahan penyakit per hari, mulai hari pertama gejala muncul hingga tanaman buah penuh dengan gejala. Hasil data AUDPC keterjadian dan keparahan penyakit, semakin kecil nilai AUDPC maka semakin rendah pula keparahan dan keterjadian penyakit. Hasil penelitian terhadap nilai AUDPC penyakit karat jagung pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai AUDPC antara dua lahan pengamatan berbeda signifikan, dimana nilai tertinggi terjadi pada lahan pengamatan di Desa Gandatapa. Menurut Gangwar (2013), perhitungan AUDPC dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai tingkat perkembangan penyakit, sehingga bermanfaat dalam menganalisis epidemi di lapangan, reaksi tanaman inang, serta potensi kehilangan hasil. Sementara itu, Nirwanto (2007) menekankan bahwa keunggulan AUDPC terletak pada kemampuannya membedakan dua epidemi yang berbeda. AUDPC sendiri merupakan parameter untuk mengukur luas area di bawah kurva perkembangan penyakit, meskipun pada saat kritis dapat menunjukkan persentase serangan yang sama. Perbedaan nilai epidemi dan luas kurva antar lokasi pada waktu kritis mengindikasikan bahwa AUDPC mampu memberikan informasi yang lebih tajam terkait tingkat ketahanan tanaman dibandingkan hanya melihat keparahan penyakit semata.

3. Laju Infeksi Penyakit

Laju perkembangan penyakit menunjukkan kecepatan berkembangnya gejala dalam suatu periode pengamatan. Laju perkembangan penyakit dihitung berdasarkan cara perhitungan oleh Van der Plank tahun 1978. Hasil penelitian yang dilakukan terhadap laju infeksi penyakit karat jagung (*Puccinia* sp.) di dua desa dengan ketinggian tempat berbeda dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Laju infeksi karat daun jagung di dua ketinggian tempat yang berbeda

Nama Desa	Laju Infeksi Penyakit (unit/hari)		
	R1	R2	R3
Gandatapa	0,079	0,094	0,066
Banjaranyar	0,032	0,022	0,05

Keterangan: R1: laju infeksi penyakit minggu ke-1, R2: laju infeksi penyakit minggu ke-2, dst.

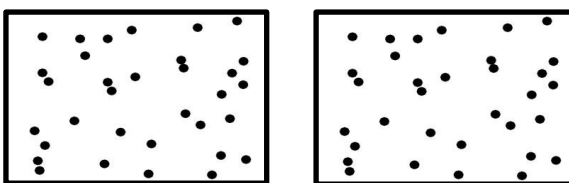
Hasil penelitian terhadap laju infeksi penyakit karat jagung pada Tabel 3 menunjukkan bahwa terjadi fluktuasi laju infeksi penyakit pada kedua lahan pengamatan, dengan laju infeksi tertinggi terdapat pada lahan pengamatan di Desa Gandatapa. Laju infeksi diperoleh atas dasar proporsi tanaman sakit (persentase penyakit), yang dihitung setiap minggu sesuai dengan perkembangan penyakit. Berdasarkan hasil penelitian, laju penyakit dapat dihitung dengan kisaran 0,05 - 0,094 unit per hari. Hal tersebut memiliki arti dalam seribu daun, setidaknya sebanyak 5 hingga 94 daun terinfeksi setiap hari. Laju perkembangan penyakit yang berfluktuasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kondisi lingkungan pada lahan pengamatan. Perbedaan ketinggian tempat akan mempengaruhi kondisi suhu maupun kelembapan, dimana semakin tinggi suatu tempat maka suhu akan semakin rendah dan kelembapan semakin tinggi. Sebaliknya, semakin rendah suatu tempat maka suhu akan semakin tinggi dan kelembapan semakin rendah. Suhu dan kelembapan sangat berpengaruh pada perkembangan patogen penyebab penyakit.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil Ni Made dan I Made (2016) yang melaporkan bahwa laju infeksi sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu dan kelembapan selama periode pengamatan. Kenaikan suhu cenderung menurunkan laju infeksi, sedangkan peningkatan kelembapan justru mempercepatnya. Tingkat resistensi jagung terhadap *P. polysora* juga bersifat dinamis dari minggu ke minggu, bergantung pada interaksi antara tanaman, patogen, dan lingkungan. Interaksi yang selaras di antara ketiga faktor tersebut akan mempercepat perkembangan penyakit, sebaliknya ketidaksesuaian faktor akan memperlambatnya. Menurut Reymas *et al.* (2023), patogen yang agresif, inang yang rentan, dan kondisi iklim yang mendukung dapat mempercepat epidemi penyakit. Karat hanya memerlukan waktu enam jam atau lebih dengan kelembapan relatif $\geq 95\%$ atau kondisi daun basah untuk memicu perkecambahan spora dan infeksi, meskipun kisaran suhu optimalnya bervariasi. Urediniospora yang terbentuk pada pustula memungkinkan terjadinya infeksi sekunder secara berulang dan dapat diproduksi dalam jumlah banyak. Suhu 25,2–28,8°C dilaporkan sangat mendukung perkembangan penyakit karat (Monsanto, 2010).

Penyebaran Penyakit Karat Jagung

Penyebaran penyakit karat jagung dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah faktor lingkungan. Menurut Puspawati & Sudarma (2016), pustula dapat pecah sehingga melepaskan spora yang kemudian terbawa angin dan menginfeksi tanaman lain. Jika penyakit ini dibiarkan serta didukung oleh kondisi cuaca yang sesuai untuk pertumbuhan patogen, maka perkembangan dan penyebaran karat

daun akan semakin meluas hingga menyebabkan daun jagung mengering bahkan mati (Talanca & Tenrirawe, 2015). Cendawan *Puccinia* sp. merupakan patogen obligat, sehingga tidak dapat bertahan hidup pada sisa tanaman mati di dalam tanah sebagai patogen tular tanah. Penyebaran penyakit berlangsung sangat cepat antar tanaman jagung melalui perantaraan angin, percikan air hujan, alat pertanian, serangga, maupun manusia. Spora dapat terbawa angin dan menginfeksi tanaman baru dengan masa inkubasi sekitar 7 hingga 14 hari (Ni Made & I Made, 2016). Hasil pengamatan penyebaran penyakit karat daun di dua lahan pengamatan dengan ketinggian berbeda menunjukkan bahwa penyakit memiliki pola sebaran penyakit random atau acak. Pola penyebaran penyakit karat jagung dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola penyebaran penyakit karat jagung

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penyakit karat pada jagung di dua ketinggian tempat, yaitu di Desa Gandatapa dan Banjaranyar, disebabkan oleh *Puccinia* sp. dengan gejala utama berupa pustula berwarna jingga pada permukaan daun. Patogen karat ini memiliki urediospora berbentuk bulat telur hingga elips, berwarna kuning keemasan, dan ber dinding relatif tebal. Nilai kerusakan tanaman jagung karena karat di dua ketinggian tempat diperoleh hasil tertinggi pada Desa Gandatapa Kecamatan Sumbang. Penyebaran penyakit karat pada tanaman jagung di dua ketinggian tempat menunjukkan pola penyebaran acak atau *random*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Latief Abadi. 2003. *Ilmu Penyakit Tumbuhan III*. Bayumedia Publishing. Adnan, A.M. 2009. Teknologi Penanganan Hama Tanaman Jagung. *Prosiding Nasional tentang Tanaman Serealia*. Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Alehegn, E. 2017. Maize Leaf Diseases Recognition and Classification Based on Imaging and Machine Learning Techniques. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, Vol. 5 (12): 1-9.
- Apriyadi RA, Wahyuni WS, Supartini V. 2013. Pengendalian Penyakit Patik (*Cercospora nicotianae*) pada Tembakau na oogst Secara In-Vivo dengan Ekstrak Daun Gulma Kipahit (*Tithonia diversifolia*). *Pertanian* 1(2):30-32.

- Badan Pusat Statistik. 2023. Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung Menurut Provinsi, 2022-2023.
- Burhanuddin. 2015. Preferensi penyakit karat daun (*Puccinia polysora* Undrew) pada tanaman jagung. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*, 395-405.
- Gangwar GP. 2013. Effect of Bioagent Formulations on Progress of Bacterial Leaf Blight Disease of Rice Under Field Conditions. *Journal of Applied and Natural Science* 5(2): 388- 393.
- Guerra, F. A., De Rossi, R. L., Brücher, E., Vuletic, E., Plazas, M. C., Guerra, G. D., & Ducasse, D. A. 2019. Occurrence of the complete cycle of *Puccinia sorghi* Schw. in Argentina and implications on the common corn rust epidemiology. *European Journal of Plant Pathology*, 154 (2): 171-177.
- James LB.Kim Sk., YS. Jadi, H.G. Moon, R. Ming, X.W. Lu, dan Yosue. 2010. Ketahanan Umum pada Jagung terhadap Karat Selatan (*Puccinia polysora*). Masyarakat Ilmu Tanaman Amerika.
- Kemenkes-RI. (2021). Data komposisi pangan Indonesia. Kementerian Kesehatan RI: Kementerian Pertanian Indonesia. Diakses pada 12 Februari 2024 <http://www.panganku.org/id-ID/view>.
- Kloppers, R. and S. Tweert. 2009. *Polysora* rust. Maize Disease. PANNAR seed (Pty) Ltd. Updater versions available from ww.pannar.co.za.
- Marwah Irma. 2018. Karakteristik dan Pola Penyebaran Karat Daun pada Tanaman Jagung di Desa Kebanggan Kecamatan Sumbang Kabupaten Banyumas. *Skripsi*. Universitas Jenderal Soedirman.
- Misran. 2021. Efisiensi Penggunaan Jumlah Bibit Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah. *Jurnal Penelitian Terapan*, 14(1): 41-58.
- Monsanto, 2010. Southern Rust in Corn-Midwest. Agronomic Spotlight. Technology Development. *Monsanto Company* 5(2): 1-2.
- Ni Made Puspawati dan I Made Sudarma. 2016. Epidemiologi Penyakit Karat pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Denpasar Selatan. *AGROTROP* 6 (2): 117 - 127.
- Nirwanto, H. dan S. Wiyatiningsih. 2017. Model Epidemi Penyakit Tanaman: Hubungan Faktor Lingkungan terhadap Laju Infeksi dan Pola Sebaran Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis*) pada Tanaman Jagung di Kabupaten Jombang. Berk. Ilm. Agroteknologi-PLUMULA 5 (2).
- Nurhayati. 2011. *Epidemiologi Penyakit Tumbuhan*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Nurjanah, U.N. Setyowati, P. Prasetyo, F. Fahrurrozi, dan Z. Mukhtar. 2021. Weed growth and sweet corn yield as affected by planting patterns and mulch types in organic farming practice. OP Conf. Series: Earth and Environmental Science 694 (2021) 012019. International E- Conference on Sustainable Agriculture and Farming System (ICoSAFS),
- Pearu, Rudi H. Dan Trias Qurnia Dewi. 2017. *Panduan Praktis Budidaya Jagung*. Penebar Swadaya.
- Pakki, S. 2014. Epidemiology and Strategy for Controlling Downy Mildew Disease Caused by *Peronosclerospora* sp. On Maize. *Indonesian Agricultural Research and Developmental Journal*. 33(2): 47-52.

- Puspawati, N. M., & Sudarma, I. M. 2016. Epidemiologi penyakit karat pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) di Denpasar Selatan. *J Agrotrop*, 6(2), 117- 127.
- Ramirez-Cabral, N., L. Kumar, F. Shabani. 2017. Global risk levels for corn rusts (*Puccinia sorghi* and *Puccinia polysora*) under climate change projections. *J. Phytopathol.*16(5): 563-574.
- Rais. 2016. Klasifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Jagung dengan menggunakan Neural Network Berbasis Algoritma Genetika. *Jurnal Sanit* 1(2): 51-56.
- Riwandi., Handajaningsih, M & Hasanudin, 2014. *Teknik Budidaya jagung dengan Sistem Organik di Lahan Marginal*. UNIB Press. Bengkulu.
- Sastrahidayat, I. R. 2013. *Epidemiologi kuantitatif penyakit tumbuhan*. Universitas Brawijaya Press.
- Semangun H. 2004. Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Strange, R. N. 2005. Plant disease: A threat to global food security. *Annu. Rev. Phytopathol.* 4(3): 83-116.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Syarief Mochamad, Elvirlya Prahitasari dan Rudi Wardana. 2018. Efikasi Agensia Hayati *Trichoderma* sp. Terhadap Karat Daun (*Puccinia arachidis*) Pada Kacang Tanah. *Agriprima, Journal of Applied Agricultural Sciences* 2 (2): 126-134.
- Tantawizal & Rahayu. 2017. Reaksi Beberapa Varietas Jagung Hibrida terhadap Penyakit Bulai. *Balai Penelitian Tanaman Serealia*, 1(1), 415-418.
- Talanca, A.H. & Tenrirawe, A. 2015. Respon Beberapa Varietas terhadap Penyakit Utama Jagung di Kabupaten Kediri Jawa Timur. *J Agrotan*, 1(1): 61-78.
- Van der Plank, J.E. 1963. *Plant Disease Epidemic and Control*. Academic Press. New York and London, pp 327.
- Wanlayaporn, K., J. Authrapun, A. Vanavichit, S. Tragoonrung. 2013. QTL Mapping for Partial Resistance to Southern Corn Rust Using RILs of Tropical Sweet Corn. *Am J Plant Sci* 4:878-889.
- Wellman, F. L. 1972. *Tropical American Plant Disease*. The Scarecrow Press Inc., Metuchen, NJ.
- Wenqiang, Z., Jingran, W., Qi, W., Na, W., Jianwei, G., Zilin, Y., Yun, S., Lin, L., & Chengyun, L. 2022. Investigation on types of corn rust in eastern Yunnan ecology and analysis of population genetic structure of its rusts. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 72(1): 485- 495.
- Yosia Yigibalom, Juliana Lumintang dan Cornelius J. Paat. 2020. Sikap Mental Petani Dalam Usaha Bidang Pertanian Tanaman Pangan Di Desa Jirenne Kabupaten Lanny Jaya Provinsi Papua. *Jurnal Holistik* 13 (2): 1-18.
- Yudiarti, T. 2007. *Ilmu Penyakit Tanaman*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Ziems, T. A. J. 2014. Rust diseases of corn in Nebraska in Plant diseases field crops. Institute of Agriculture and Natural Resources Universitas Nebraska, <http://extension.unl.edu/publications>.