

Ketahanan beberapa varietas jagung (*Zea mays* L.) terhadap penyakit karat daun (*Puccinia sorghi*) di Dusun Copti Distrik Prafi Kabupaten Manokwari

Rosdiana Sari, Reymas M.R. Ruimassa*, Eko Agus Martanto, Alexander Yaku, Derek K. Erari

Fakultas Pertanian Universitas Papua
Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari – Papua Barat
*r.ruimassa@unipa.ac.id

ABSTRAK: Penyakit karat yang disebabkan oleh jamur *Puccinia sorghi*, menimbulkan bercak-bercak kecil pada permukaan atas dan bawah daun yang kemudian menyebar ke seluruh permukaan daun sehingga menyebabkan menurunnya hasil fotosintesis. Kerugian akibat penyakit ini berkisar 45-60%. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi ketahanan beberapa varietas jagung terhadap penyakit karat. Penelitian ini disusun dalam rancangan penelitian deskriptif dengan menggunakan tanaman jagung sebanyak 240 tanaman. Varietas jagung yang diuji adalah varietas Pertiwi 3, Betrass, Bissi 2, Bissi 18, Bima, dan Prafi Merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas keparahan penyakit meningkat secara terus menerus setiap minggu sejak munculnya gejala pertama umur 5 MST hingga 11 MST. Pada 11 MST intensitas keparahan penyakit karat pada varietas Pertiwi 3 76%, Betrass 91%, Bissi 2 82%, Bissi 18 89%, Bima 80% dan Prafi Merah 92% sehingga semua varietas uji digolongkan sebagai varietas rentan. Kerentanan tersebut dipicu oleh sistem gen varietas jagung yang uji yang belum cukup memadai untuk menghambat laju perkembangan patogen yang memiliki virulensi tinggi. Selain itu faktor cuaca dengan kelembaban berkisar antara 73% dan 90%, suhu optimum yang memadai berkisar antara 25,7°C dan 28,8°C dan curah hujan yang deras yang terjadi terus menerus selama 24-26 hari sangat mendukung produksi dan penyebaran spora di dalam pertanaman sehingga terjadi peningkatan keparahan penyakit.

Kata kunci : intensitas penyakit, *P. sorghi*, kerentanan, virulensi, *Zea mays*

ABSTRACT: Common corn rust disease caused by the fungus *Puccinia sorghi*, causes small spots on the upper and lower surfaces of the leaves which then spread to the entire leaf surface, causing a decrease in photosynthetic yield. Losses due to this disease are 45-60%. This study aims to explore the resistance of corn varieties to rust disease. This research was arranged in a descriptive research design using 240 plants of corn. The maize varieties tested were Pertiwi 3, Betrass, Bissi 2, Bissi 18, Bima, and Prafi Merah varieties. The results showed that the intensity of disease increased continuously every week from the first appearance of 5 WAP to 11 WAP. At 11 WAP the severity of the disease was 76% Pertiwi 3, Betrass 91%, Bissi 2 82%, Bissi 18 89%, Bima 80% and Prafi Merah 92% so that all test varieties were classified as susceptible varieties. The susceptibility was triggered by the test variety's gene system which was not sufficient to inhibit the rate of development of pathogens with high virulence. In addition, weather factors with rainfall ranging between 73% and 90%, adequate optimal temperatures ranging between 25.7°C and 28.8°C and heavy rains that occur continuously for 24-26 days strongly support production and sporadic distribution in the crop resulting in an increase in severity disease.

Keywords: disease intensity, *P. sorghi*, susceptibility, virulence, *Zea mays*

PENDAHULUAN

Penyakit karat daun jagung merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman jagung. Dhena *et al.* (2011) menyatakan bahwa penyakit karat merupakan salah satu penyakit penting pada pertanaman jagung di Nusa Tenggara Timur (NTT) dengan intensitas keparahan berkisar antara 0,32-40% pada umur tanaman 61 hari. Penyakit ini ditandai oleh munculnya titik-titik noda yang berwarna kecoklatan seperti karat atau serbuk berwarna kuning kecoklatan pada daun yang dapat ditemukan pada permukaan atas dan bawah daun (Crouch dan Szabo, 2011). Jika suhu, dan kelembaban menunjang penyebaran penyakit maka penyakit dapat berkembang cepat sehingga permukaan daun akan tertutup oleh karat dan daun tampak coklat (Levy dan Tal, 1985). Serangan penyakit karat daun menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis dan menyebabkan tanaman menjadi kerdil, menurunnya produksi atau tanaman tidak berproduksi sama sekali (Prasetyo *et al.* 2017). Bercak-bercak kecoklatan tersebut dapat diidentifikasi sebagai *uredinidiospora* dari *Puccinia sorghi* penyebab penyakit karat tersebut.

Berdasarkan data BPS Provinsi Papua Barat (2021), produksi jagung di Manokwari tahun 2015 sebesar 2.253 ton, tahun 2016 produksi jagung mencapai 1.921 ton dan meningkat lagi pada tahun 2021 menjadi 2.264 ton. Salah satu kendala produksi adalah serangan penyakit tanaman. Hasil wawancara dengan petugas penyuluh pertanian (PPL) di Prafi pada tahun 2018, serangan penyakit karat daun yang terjadi di dataran Prafi mencapai 45-60%. Oleh karena itu penyakit karat daun jagung ini perlu dikendalikan salah satunya adalah melalui pemanfaatan sifat ketahanan tanaman (Burhanuddin, 2015). Varietas-varietas jagung yang dibudidayakan di dusun Copti SP III tersebut varietas Pertiwi, Bisma, Bissi 2, Betrass, Bima, dan Jagung lokal merah praifi yang tergolong varietas

hibrida yang belum diketahui secara pasti sifat ketahanannya terhadap penyakit karat daun, khususnya dengan kondisi agroklimat di Dusun Copti. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi ketahanan varietas jagung hibrida yang dibudidayakan petani di Dusun Copti Satuan Pemukiman III Prafi terhadap penyakit karat daun.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Dusun Copti Satuan Pemukiman (SP) III Prafi Manokwari dari bulan Januari sampai Maret 2020.

Pengambilan sampel tanaman

Jagung yang diuji terdiri atas 6 varietas yaitu Pertiwi 3, Betrass, Bissi 2, Bissi 18, Bima, dan Prafi Merah. Varietas-varietas tersebut ditanam pada petak berukuran 4 m x 4 m dengan jarak tanam 1 meter (m) setiap bedengan terdiri atas 10 tanaman dan setiap varietas diulang sebanyak 4 kali sehingga jumlah keseluruhan tanaman yang digunakan adalah sebanyak 240 tanaman. Pengambilan sampel dilakukan secara acak sistematis sebanyak 50% yaitu sebanyak 120 tanaman.

Pemeliharaan tanaman

Penyiapan lahan, penggemburan tanah, pembuatan petak-petak penanaman dilakukan pada bulan Desember 2020 sedangkan penanaman bibit jagung dilakukan pada tanggal 1 Januari 2021 di desa Coptik satuan pemukiman (SP) III Prafi. Aplikasi pupuk Urea dilakukan secara larikan sebanyak satu kali pada saat tanaman berumur 3 minggu setelah tanam atau tanaman berumur 21 hari. Dosis pupuk Urea yang diberikan adalah sebanyak 400 kg/ha atau sebanyak 640 gram setiap petak. Jika kondisi cuaca panas dan kering maka penyiraman dilakukan setiap hari pada waktu pagi dan sore. Selain itu, gulma di dalam petak

percobaan dibersihkan secara manual dan jika terdapat gangguan hama maka pengendalian dilakukan secara mekanik.

Isolasi patogen

Proses penginfeksi penyakit pada tanaman uji dibiarkan terjadi secara alamiah. Sumber inokulum adalah tanaman jagung terinfeksi dan gulma teki-teki di sekitar lokasi penelitian. Menurut Fauzi (2009) gulma teki-teki (*Cyperus rotundus* L.) dapat menjadi sumber inokulum yang potensial untuk penyebaran penyakit daun. Penyebaran penyakit karat daun dari tanaman sakit ke tanaman sehat terjadi melalui angin, manusia, alat-alat pertanian dan serangga.

Variabel pengamatan

Variabel yang diamati adalah gejala penyakit, keparahan penyakit pada tiap varietas uji dan keadaan iklim ketika penelitian dilaksanakan sebagai variabel penunjang sehingga dapat dianalisis kaitan intensitas keparahan penyakit atau respons tanaman dengan iklim yang berlangsung ketika penelitian dilakukan. Gejala yang diamati yaitu nekrosis pada daun, warna dan letaknya pada permukaan daun bagian atas atau bawah dan umur tanaman saat munculnya gejala tersebut. Intensitas penyakit adalah kondisi skala penyakit karat yang dialami oleh tanaman jagung yang diamati. Lima kategori skala yang digunakan untuk mengukur keparahan penyakit karat dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Skala penilaian intensitas gejala penyakit karat

Skala	Keterangan
0	Daun sehat (tidak ada gejala karat)
1	≤10% bagian lembaran daun bergejala sakit
2	>11%-≤25% bagian lembaran daun bergejala sakit
3	>26%-≤50% bagian lembaran daun bergejala sakit
4	>51%-≤75% bagian lembaran daun bergejala sakit
5	>76% bagian daun bergejala sakit

Berdasarkan keparahan gejala tersebut selanjutnya dihitung keparahan penyakit menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IKP = \frac{\sum_{i=0}^i (ni \times vi)}{N \times V} \times 100\%$$

dimana IKP adalah intensitas keparahan penyakit, ni adalah jumlah tanaman

terserang pada kategori tertentu, vi adalah kategori serangan tertentu, N adalah jumlah tanaman yang diamati, V adalah kategori serangan tertinggi yang digunakan. Sedangkan sifat ketahanan jagung terhadap penyakit karat ditentukan dengan menggunakan kategori seperti yang ditampilkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Kriteria ketahanan terhadap penyakit karat

Kriteria	Persentase intensitas keparahan penyakit (IKP)
Imun	IP = 0%
Tahan	0% < IP ≤ 25%
Agak tahan	25% < IP ≤ 50%
Agak rentan	50% < IP ≤ 75%
Rentan	75% < IP ≤ 100%

Analisa Data

Data parameter pengamatan diolah menggunakan program Excell versi 2016 dan dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil yang akan disajikan adalah gejala penyakit, intensitas keparahan penyakit, data sekunder kondisi iklim selama penelitian berlangsung sesuai dengan variabel pengamatan.

Gejala Penyakit

Pada pengamatan 1 MST, 2 MST, 3

Tabel 3. Intensitas Penyakit pada tanaman jagung berumur 5 minggu setelah tanam (MST), 8 MST, dan 11 MST

Varietas	Intensitas Penyakit (IP)			Respon tanaman
	5 MST	8 MST	11 MST	
Pertiwi 3	30	71	76	Rentan
Betrass	20	62	91	Rentan
Bissi 2	47	67	82	Rentan
Bissi 18	48	67	89	Rentan
Bima	49	66	80	Rentan
Prafi Merah	51	72	92	Rentan

Pada 5 MST varietas Pertiwi 3 terinfeksi karat daun dengan IP sebesar 30%, Betrass 20%, Bissi 2 47%, Bissi 18 48%, Bima 49%, dan Prafi Merah 51%. Pada umur 8 MST intensitas penyakit mengalami peningkatan hingga pada umur 11 MST intensitas penyakit pada varietas Pertiwi 3 menjadi 76%, Betrass 91%, Bissi 2 82%, Bissi 18 89%, Bima 80% dan Prafi Merah 92%. Sejak umur 8 MST tanaman jagung telah memasuki kategori agak rentan, selanjutnya pada umur 11 MST tergolong rentan karena nilai intensitas penyakit karat daun yang

MST dan 4 MST tanaman jagung belum menunjukkan gejala penyakit karat daun, dikarenakan proses infeksi oleh patogen membutuhkan waktu dan lingkungan yang sesuai. Penyakit karat muncul pada saat pengamatan 5 minggu setelah tanam dengan gejala terdapat bercak berwarna coklat kemerahan pada permukaan daun bagian bawah dan atas.

Intensitas Penyakit

Pengukuran intensitas keparahan penyakit (IKP) pada tanaman jagung dan perkembangannya dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

menginfeksi varietas jagung tersebut berkisar antara 75% dan 100%.

Hari hujan, kelembaban, dan suhu pada saat penelitian

Timbulnya penyakit tanaman tidak terlepas dari pengaruh curah hujan, suhu, hari hujan dan kelembaban. Data-data curah hujan, hari hujan, suhu dan kelembaban selama bulan Januari, Februari dan Maret selama penelitian berlangsung dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Data curah hujan, hari hujan, kelembaban, dan suhu selama penelitian

Bulan	Curah Hujan (mm)	Hari hujan (hari)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
Januari	0,4 – 20,7	24	26,1 – 28,5	77 – 90
Februari	0,4 – 131	24	25,7 – 28,8	73 – 90
Maret	0,2 – 44,5	26	25,9 – 28,3	74 – 88

Pada bulan Januari curah maksimum mencapai 20,7 mm. Nilai ini terkategorikan sebagai hujan ringan yang berlangsung selama 24 hari dengan kisaran suhu 26,1°C – 28,5°C dan kelembaban 77 - 90%. Pada bulan Februari curah hujan meningkat menjadi 131 mm yang dikategorikan sebagai hujan berat selama 24 hari, dengan suhu 25,7°C sampai 28,8°C dan kelembaban 73 - 90%; pada bulan Maret yaitu akhir penelitian curah hujan menurun menjadi 44,5 mm yang dikategorikan sebagai hujan sedang yang berlangsung selama 26 hari dengan kisaran suhu 25,9°C - 28,3 °C dan kelembaban 74% - 88%.

Pembahasan

Gejala penyakit

Patogen penyakit karat pada daun jagung adalah *Puccinia sorghi* yang secara taksonomi tergolong pada klas Basidiomycetes, subklas Teliomycetidae, famili *Pucciniaceae*. Terdapat dua jenis patogen yang menyebabkan penyakit karat pada daun jagung yaitu *Puccinia sorghi* dan *P. polysora*, perbedaan di antara keduanya adalah *Urediniospora* pada *P. sorghi* berbentuk bulat sedangkan pada *P. polysora* lonjong (Zhu *et al.* 2021). *Urediniospora P. sorghi* berwarna coklat kemerahan, ber dinding sel agak tebal tetapi lunak dan memiliki jalur-jalur seperti tanda pahatan (Alexopoulos dan Mims, 1979). Bentuk dan warna spora tersebut mengakibatkan warna gejala karat pada daun jagung juga berwarna coklat kemerah-merahan mirip karat sehingga disebut penyakit karat atau common corn

rust (Novemprimenta *et al.* 2013; Guerera *et al.* 2018; Zhu *et al.* 2021).

Pada siklus infeksi, sejak masih dalam bentuk spora sampai munculnya gejala membutuhkan cukup waktu yang relatif lama karena proses tersebut meliputi perkecambahan spora, pelekatan pada permukaan daun, produksi struktur-struktur infeksi oleh patogen, terjadinya proses infeksi patogen pada dinding sel, penyerapan nutrisi serta pembentukan individu baru. Proses ini sudah sesuai dengan pendapat Sumartini dan Sulisty (2016) yang menyatakan bahwa spora *P. sorghi* membutuhkan waktu untuk berkecambah dan membentuk spora baru.

Perkecambahan spora *P. sorghi* membutuhkan kondisi yang basah dan lembab pada permukaan daun. Keadaan daun yang kering menyebabkan spora tidak dapat berkecambah atau bahkan mati. *P. sorghi* mulai menginfeksi tanaman jagung pada bulan Januari pada saat curah hujan ringan yaitu 20,7 mm dengan lama 24 hari, suhu 26,1 - 28,5°C, dan kelembaban 77 - 90%. Kondisi cuaca ini sudah sangat sesuai untuk perkecambahan spora *P. sorghi* membentuk tabung kecambah untuk memulai proses infeksi. Menurut Congly dan Hall (1976) dan Unarttngan *et al.* (2011) suhu optimum untuk perkecambahan *urediniospora* berkisar antara 25°C - 30°C, germinasi *urediniospora* masih dapat terjadi dalam 10°C dan tertinggi terjadi pada 25°C. Namun demikian, gejala akan tampak pada saat jagung berumur 5 minggu setelah tanam (MST) atau 35 hari setelah tanam (penanaman dimulai pada tanggal 1 Januari 2021). Setelah tanaman

menunjukkan gejala infeksi dan penelitian memasuki bulan Februari, kondisi curah hujan meningkat menjadi lebih berat (131 mm) yang berlangsung selama 24 hari dengan suhu berkisar antara 25,7°C - 28,8°C dan kelembaban 73% - 90% intensitas penyakit menjadi lebih tinggi. Komponen-komponen iklim itu dapat berpengaruh pada keparahan penyakit di dalam pertanian jagung yang diteliti.

Intensitas keparahan penyakit

Intensitas keparahan penyakit merupakan ukuran parahnya penyakit pada suatu tanaman. Intensitas keparahan penyakit tersebut dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu iklim atau cuaca dan sifat ketahanan tanaman. Berdasarkan pada Tabel 3, intensitas penyakit pada varietas uji Pertiwi 3, Betras, Bissi 2, Bissi 18, Bima dan Prafi Merah meningkat terus menerus setiap minggu hingga pada pengamatan terakhir 11 MST yang berdasarkan kriteria pada Tabel 2 akhirnya seluruh varietas uji tergolong varietas-varietas Rentan.

Terdapat dua faktor terpadu yang menyebabkan peningkatan nilai keparahan penyakit dan kerentanan yaitu informasi genetik sebagai faktor internal yang dimiliki oleh tanaman dan dukungan faktor eksternal yaitu iklim. Menurut Iwo *et al.* (2012) terdapat lebih dari dua *locus* yang mengendalikan ketahanan terhadap penyakit karat dan *alel* dominan pada tiga resistensi *locus*. Simbol gen pada tiga *locus* dapat diformulasikan sebagai Rsbr1, Rsbr2, Rsbr3. Gen-gen ketahanan tersebut belum mampu menghasilkan senyawa-senyawa fenol yang mampu mengatasi virulensi *P. sorghi* sehingga intensitas keparahan penyakit pada varietas uji terus menerus meningkat sehingga dikategorikan rentan. Dampak tingginya keparahan penyakit daun jagung cepat tua, kering dan gugur sebelum waktunya. Hasil yang sama juga dikemukakan oleh Rusae *et al.* (2018) bahwa penyakit karat menginfeksi berbagai varietas jagung di

Nusa Tenggara Timur (NTT) dengan intensitas keparahan penyakit sebesar 83,73% dan mengalami peningkatan terus-menerus setiap minggu karena kondisi curah hujan dan kelembaban yang tinggi. Puspawati dan Sudarma (2016) juga menemukan bahwa pada kondisi cuaca lembab dan ternaungi intensitas keparahan penyakit karat berkisar antara 26,6 dan 90,91% pada daun bagian bawah sampai atas hingga yang tersisa hanya daun muda saja.

Faktor cuaca merupakan faktor kunci yang menunjang pertumbuhan dan perkembangan patogen. Kondisi cuaca pada saat jagung berumur 5 MST-11 MST atau 35 hari (Februari) dan 77 hari (Maret) adalah kondisi curah hujan yang stabil dan meningkat serta sangat sesuai untuk perkecambahan dan penyebaran spora cendawan. Berdasarkan pada Tabel 4. pada Februari dan Maret curah hujannya tergolong sedang (44,5 mm) sampai berat (131 mm) dengan lama hari hujan 26 hari dengan suhu berkisar antara 25,7°C dan 28,8 °C dan kelembaban 73 dan 90%. Kondisi cuaca dengan hari hujan terus menerus menyebabkan kondisi basah dan memelihara kelembaban di areal penelitian dan dengan demikian menyebabkan peningkatan produksi spora patogen yang berdampak pada naiknya intensitas keparahan penyakit secara kontinyu. Faktor suhu dan kelembaban sangat mempengaruhi laju infeksi karena semakin tinggi suhu maka laju infeksi menurun sedangkan semakin tinggi kelembaban maka laju infeksi semakin meningkat (Semangun 1991; Puspawati dan Sudarma 2016). Ferreira dan Miranda (2020) menyatakan bahwa *P. sorghi* memerlukan kisaran suhu antara 16°C dan 23°C, kelembaban relatif yang lebih tinggi dari 95%.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa semua varietas jagung yang digunakan dalam

pembudidayaan tanaman jagung di desa Copti Satuan Pemukiman (SP) III yaitu Pertiwi 3, Betrass, Bissi 2, Bissi 18, Bima, dan Prafi Merah tergolong varietas jagung yang rentan, sehingga untuk meningkatkan produksi di daerah tersebut diperlukan introduksi varietas jagung yang memiliki gen ketahanan. Selain itu, perlu juga memperbaiki sistem budidaya yang diterapkan saat ini untuk mengantisipasi curah hujan yang berlebihan seperti menaikkan guludan dan melebarkan jarak tanam serta memperbaiki jenis dan dosis pupuk serta menggunakan kompos.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos CJ, Mims CW. 1979. Introductory mycology. Ed. Third. John Wiley and Sons. New York.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Laporan pertanian dan pertambangan. Luas panen, produksi dan produktifitas jagung Kabupaten Manokwari tahun 2021. Papua Barat dalam Angka. [https://papuabarat.bps.go.id.](https://papuabarat.bps.go.id/) [diakses 6 Januari 2022].
- Burhanuddin. 2015. Preferensi penyakit karat daun (*Puccinia polysora* Undrew) pada tanaman jagung. Di dalam: Prosiding Seminar Nasional Serealia; 2015. Maros Sulawesi Selatan (ID): Balai penelitian tanaman serealia, Deptan. hlm 395-405.
- Congly H, Hall R. 1976. Effects of osmotic potential on germination of microsclerotia and growth of colonies of *Verticillium dahliae*. J Botany Canada 54(11): 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1139/b76-13>
- Crouch, JA, Szabo, LJ. 2011. Real-time PCR detection and discrimination of the southern and common corn rust pathogens *Puccinia polysora* and *Puccinia sorghi*. J Plant Dis. 95:624-632. DOI:10.1094/ PDIS-10-10-0745
- Dhena ER, Pu'u YMSW, Wahyuni S. 2011. Inventarisasi dan identifikasi hama dan penyakit utama tanaman jagung (*Zea mays* L.). J Agrica 4(2): 155-165.
- Fausi MT. 2009. Patogenisitas jamur karat (*Puccinia philippinensis* Syd.), pada gulma teki (*Cyperus rotundus* L.). J HPT Tropika. 9(2): 141-148.
- Ferreira NCR, Miranda JH. 2020. Potential occurrence of *Puccinia sorghi* in corn crops in Paraná, under scenarios of climate change. J Biometereologi 64(1-2): 1051-1062. DOI:10.1007/s00484-020-01880-6
- Guerra FA, De Rossi RL, Brücher E, Vuletic E, Plazas MC, Guerra GD, Ducasse DA. 2018. Occurrence of the complete cycle of *Puccinia sorghi* Schw. in Argentina and implications on the common corn rust epidemiology. J Plant Pathology 154: 171-177. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-018-01645-3>
- Iwo GA, Effa EBDF, Ebok EE, Ukoha GO. 2012. Yield performance of popcorn (*Zea mays* L.) under lime and nitrogen fertilization on an acid soil. J Agricultur Science 4 (10): 12
- Levy Y, Tal K. 1985. The effect of water deficiency in corn plants on the development of three corn diseases. J Phytoparasitica 13(2): 141-144. DOI: 10.1007/BF02980892
- Novemprimenta YC, Indriyani S, Prayogo Y. 2013. Respon Beberapa Galur Sorgum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] terhadap Penyakit Karat Daun (*Puccinia sorghi* Schw.). J Biotropika 1(2): 57-61.
- Prasetyo G, Suskandini R, Ivayani, Akin HM. 2017. Efektivitas *Pseudomonas*

- Fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* terhadap keparahan penyakit karat daun, hawar daun serta pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata*). J Agrotek Tropika. 5(2):102-108.
- Puspawati NM, Sudarma IM. Epidemiologi Penyakit Karat pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Denpasar Selatan. 2016. J Agrotrop 6(2): 117-127.
- Rusae A , Metbokib B , Atinic B. 2018. Identifikasi Cendawan Patogen pada Tanaman Sorgum di Timor Tengah Utara. J Savana Cendana 3(4): 69-71. DOI: <https://doi.org/10.32938/sc.v3i04.463>
- Semangun, H. 1991. Penyakit-penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Gajah mada University Press, Yogyakarta.449 hal.
- Sumartini, Sulisty A. 2016. Ketahanan sepuluh genotipe jagung terhadap penyakit karat. Jurnal Fitopatologi Indonesia 12(2): 39-45. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.12.2.39>
- Unarttngan J, Jmruang P, Toanna C. 2011. Genetict Diversity of *Puccinia polysora* in Thailand based on inter simple sequence repear (ISSR) marker analysis. J Agricultural Tekhnology 7(4): 1125-1137.
- Zhu W, Wang J, Wu Q, Wang N, Guo J, Yang Z, Sha Y, Liu L, Li C. 2021. Investigation on types of corn rust in eastern Yunnan ecology and analysis of population genetic structure of its rusts. J Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science 72(1): 485-495, DOI: 10.1080/09064710.2021.2012250.