

Rekap Review dokumentasi korespondensi :

1. Submitted to the journal : Jurnal Ilmiah Pertanian tgl 6 September 2023 [mariana, Mariana ULM JIP Kirim edit 5 sept.docx](#) dan [mariana, supplement artikel mariana ULM.docx](#) September 6, 2023
2. Initial Screening [16042-Initial screening](#) by hanum20 at ; 2023-09-10 02:11 PM
3. Revision base on Initial screening mariana 2023-09-22 03:07 PM [mariana, Mariana Template JIP New 2021 kirim.docx](#)
4. Reverse before review [16042-Revise before review](#) by indra1905 at ; 2023-09-30 10:35 PM
5. Riview I , [REV I 16042-Article Text-62277-1-4-20231017.docx](#) November 22, 2023
6. Review II. [Article Text, revisi - 16042-64419-1-5-20231122 \(1\) rev. 3 ok.docx](#) December 5, 2023
7. Accepted December 9, 2023
8. Revision [Perbaikan artikel berdasarkan hasil reviewer](#) mariana 2023-12-05 04:46 PM
9. Revise before production I indra1905 2023-12-17 06:50 AM [indra1905, 16042-Article Text-65321-1-15-20231205.docx](#)
10. Revision for Revise before production I mariana 2023-12-20 03:00 PM [mariana, 16042-Article Text-66233-1-18-20231217 OK 20 des.docx](#)
11. Copy editing indra1905 2023-12-21 04:38 AM [indra1905, 16042-Article Text-66539-1-18-20231220Rev.docx](#)
12. Revision Revise before production indra1905 2023-12-21 04:38 AM [mariana, 16042-Article Text-66599-1-18-20231221 edit.docx](#)
13. Revision by fisrt Aothor [mariana, EN 16042-Article Text-66815-1-18-20231223 \(1\).docx](#)
14. Copyedited by editor II December 26, 2023 [astrihp, EN 16042-Article Text-66815-1-18-20231223.docx](#)
15. Cek before publish indra1905 2023-12-26 09:41 AM mariana 2023-12-26 11:08 PM [mariana, EN 16042-Article Text-66815-1-18-20231223 \(1\).docx](#)
16. Finish ready to publish indra1905 2023-12-26 09:41 AM [indra1905, 16042- v20i3 - article new.pdf](#)
17. Publish **DOI:** <https://doi.org/10.31849/jip.v20i3> **PUBLISHED:** 2023-12-26 <https://journal.unilak.ac.id/index.php/jip/issue/view/621>

18. Submitted to the journal : Jurnal Ilmiah Pertanian tgl 6 September 2023 [mariana, Mariana ULM JIP Kirim edit 5 sept.docx](#) dan [mariana, supplement artikel mariana ULM.docx](#) September 6, 2023

The screenshot displays the author dashboard for 'Jurnal Ilmiah Pertanian'. The user is 'Ismed Setya Budi, Mariana Mariana, Amalia Fauziah'. The dashboard is divided into two main sections: 'Submission Files' and 'Pre-Review Discussions'.

Submission Files:

ID	File Name	Date	Type
60624-1	mariana, Mariana ULM JIP Kirim edit 5 sept.docx	September 6, 2023	Article Text
60625-1	mariana, supplement artikel mariana ULM.docx	September 6, 2023	Data Analysis

Pre-Review Discussions:

Name	From	Last Reply	Replies
16042:Initial screening	hanum20 2023-09-10 02:11 PM	-	0
Perbaikan artikel berdasarkan hasil reviewer	mariana 2023-09-22 03:07 PM	-	0
16042:Revise before review	indra1905 2023-09-30 10:35 PM	mariana 2023-10-15 04:35 AM	3

19. Initial Screening [16042-Initial screening](#) by hanum20 at ; 2023-09-10 02:11 PM

hanum20

2023-09-10 02:11 PM

16042-Initial screening ✕

Participants

Mariana (mariana)
Indra Purnama (indra1905)
Zulfa Hanum (hanum20)

Messages

Note	From
<p>Salam Ibu Mariana,</p> <p>Sebelumnya terimakasih atas submission yang telah Ibu kirimkan pada Jurnal Ilmiah Pertanian. Namun dengan kondisi naskah saat ini, naskah Ibu belum dapat kami proses lebih lanjut sebelum dilakukan revisi awal, karena:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Uji kesamaan di atas 25%. Pastikan uji kesamaan tidak lebih dari 20%.2. Naskah ditulis tidak sesuai dengan template halaman depan website kami. Pastikan Line Number tidak dihapus.3. Gambar dan Tabel silakan langsung dimasukkan ke dalam naskah utama dan tidak perlu dibuat terpisah.4. Daftar pustaka dan sitasi tidak mengikuti APA style dan tidak menggunakan reference manager. Selain itu et al di Jurnal Ilmiah Pertanian tidak miring.5. Isi naskah sangat ringkas sekali, terutama bagian Pendahuluan. Perlu penambahan beberapa rujukan di Pendahuluan dan Pembahasan. Perlu ada penjelasan terdahulu dan yang membedakan dengan penelitian ini. Pastikan daftar pustaka lebih dari 20 artikel, dimana hanya 10% yang bersumber dari buku atau sumber artikel jurnal di bawah 2013. Disarankan menggunakan dari rujukan artikel ilmiah dari jurnal internasional bereputasi, terutama dalam bagian Metode.6. Penggunaan titik dan koma pada bilangan atau angka mengikuti kaidah internasional, perlu penyesuaian di naskah.7. Setiap metode yang digunakan harus memiliki rujukan dari artikel ilmiah jurnal, terutama jurnal internasional bereputasi.	<p>hanum20 2023-09-10 02:11 PM</p>

[Perbaikan artikel berdasarkan hasil reviewer](#)

mariana

2023-09-22 03:07 PM

Perbaiki artikel berdasarkan hasil reviewer



Participants [Edit](#)

Mariana (mariana)

Indra Purnama (indra1905)

Zulfa Hanum (hanum20)

Messages

Note	From
Terimakasih banyak atas review awalnya, berikut perbaikan yang sudah kami lakukan sesuai review sebelumnya :	mariana 2023-09-22 03:07 PM

1. Kami sudah menguji kesamaan pada naskah artikel perbaikan ini. Hasilnya dibawah 20%.
2. Mohon maaf karena pada naskah awal kami tidak menggunakan template, namun pada naskah perbaikan ini sudah kami gunakan template yang ada di web site Jurnal Ilmiah Pertanian Indonesia.
3. Gambar dan tabel sudah dijadikan satu dengan naskahnya
4. Kami sdh menggunakan format APA untuk Daftar Pustaka (menggunakan Google scholar)
5. Bagian pendahuluan sudah kami perbaiki dan pembahasan juga ditambah rujukan pustakanya

Mohon arahan selanjutnya.

Terimakasih

[16042-Revise before review](#)

indra1905
2023-09-30 10:35 PM

Messages

Note	From
<p>Dear Dr. Mariana,</p> <p>Sebelumnya kami ucapkan terimakasih atas revisi yang telah ibu lakukan. Namun dengan kondisi naskah saat ini, berdasarkan pertimbangan tim editor, kami meminta Ibu dapat melakukan beberapa revisi sebagaimana terlampir di bagian bawah email ini.</p> <p>Revisi dari ibu kami tunggu hingga 15 Oktober 2023. Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.</p> <p>Salam,</p> <p>Dr. Indra Purnama Editor</p> <p>Catatan tim editor: Walaupun topik yang diangkat dalam naskah ini cukup menarik, namun perlu beberapa perbaikan agar dapat diteruskan ke tahapan selanjutnya:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Di bagian Pendahuluan disebutkan salah satu cara untuk mengatasi masalah serangan jamur adalah dengan penerapan kultivar tahan. Tapi kami tidak menemukan metode kultivar lahan dalam metode atau pembahasan. Silakan diperbaiki dengan cara-cara yang relatif mirip dengan yang dilakukan tim penulis, lalu sampaikan apa yang membedakan dengan metode yang dilakukan tim penulis (misal: dengan menguji coba dari berbagai varietas, dsb). Hal ini sangat penting, agar ada kebersinambungan antar bagian artikel.2. Kami masih menemukan penulisan titik dan koma pada angka tidak sesuai standar Jurnal Ilmiah Pertanian., seperti Line 48-51, Line 249, dst, termasuk dalam Tabel.3. Kami masih menemukan beberapa sitasi tidak sesuai APA style, termasuk yang masih menggunakan dkk, contoh Line 76-77. Silakan sesuaikan untuk semua sitasi	<p>indra1905 2023-09-30 10:35 PM</p>

20. Reverse before review [16042-Revise before review](#) by indra1905 at ; 2023-09-30 10:35 PM

RESISTANCE OF CAYENNE PEPPER VARIETIES (*Capsicum frutescens*) TO ANTHRACNOSE DISEASE (*Colletotrichum gloeosporioides*) USING ISOLATE FROM SWAMP LAND

KETAHANAN VARIETAS CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*) TERHADAP PENYAKIT ANTRAKNOSA (*Colletotrichum gloeosporioides*) ISOLAT ASAL LAHAN RAWA

Assessing Resistance Levels of Swamp-Grown Chili (*Capsicum frutescens*) Varieties to *Colletotrichum* sp. for Effective Anthracnose Control

Evaluasi Tingkat Ketahanan Varietas Cabai (*Capsicum frutescens*) di Lahan Rawa terhadap *Colletotrichum* sp. dalam Upaya Pengendalian Antraknosa

Abstract

Anthracnose disease in chili plants is a major disease that is troublesome problem because it attacks the harvest in the form of rotten fruit. The use of resistant cultivars is a superlative approach for early control measures that minimize yield losses and are an important part of integrated disease management. This study examined 10 types of cayenne pepper cultivated in marshes in a greenhouse under fully random conditions. The findings revealed that the Tiung Ulin, Alip, and Sret types were classed as resistant, while the Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9 varieties were moderate. The Hiyung variety was found to be susceptible. The average incubation period for the many cayenne pepper cultivars that have been studied ranges from 3.5 to 5.3 days. The incidence of the illness decreases with lengthier incubation periods, thereby increasing the resistance to anthracnose. The infection rate of anthracnose disease varied in several varieties of cayenne pepper that had been tested, with an average of Bara 0.132 units/day, Hiyung 0.181 units/day, Dewata 43 F1 0.125 units/day, Tiung Tanjung 0.165 units/day, Tiung Ulin 0.109 units/day, Genie 0.113 units/day, Sekar 0.139 units/day, Alip 0.117 units/day, Sret 0.115 units/day and CR-9 0.130 units/day.

Keywords: Varieties, Cayenne pepper, swamp, anthracnose

Abstrak

Antaknosa merupakan penyakit utama pada tanaman cabai yang sangat merugikan karena menyerang hasil panen berupa buah yang busuk, dan penyakit ini juga selalu terdapat di seluruh pertanaman cabai di lahan rawa. Tindakan pengendalian menggunakan pestisida sering dilakukan, namun belum memperoleh hasil pengendalian yang memuaskan. Penggunaan varietas tahan merupakan pendekatan tepat untuk tindakan pengendalian dini yang dapat meminimalkan kehilangan hasil, dan penggunaan varietas tahan merupakan bagian penting dari pengelolaan penyakit terpadu. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca yang disusun dengan rancangan acak lengkap, untuk menguji sepuluh varietas cabai rawit yang biasa ditanam di lahan rawa. Hasil penelitian menunjukkan varietas Hiyung adalah tergolong rentan, sedangkan varietas Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar dan CR-9 adalah moderat, sedangkan varietas Tiung Ulin, Alip, dan varietas Sret tergolong tahan. Masa inkubasi dari beberapa varietas cabai rawit yang sudah diuji berbeda-beda yaitu dengan rata-rata berkisar antara 3,5-5,3 hari. Semakin panjang masa inkubasi semakin tahan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa. Laju infeksi penyakit antraknosa berbeda-beda pada beberapa varietas cabai rawit yang telah diuji, dengan rata-rata yaitu varietas Bara 0,132 unit/hari, Hiyung 0,181 unit/hari, Dewata 43 F1 0,125 unit/hari, Tiung Tanjung 0,165 unit/hari, Tiung Ulin 0,109 unit/hari, Genie 0,113 unit/hari, Sekar 0,139 unit/hari, Alip 0,117 unit/hari, dan Sret 0,115 unit/hari dan CR-9 sekitar 0,130 unit/hari.

Kata kunci : Varietas, Cabai rawit, rawa, antraknosa

Commented [L1]: Belum terlihat tujuan penelitian pada bagian ini

Pendahuluan

Cabai merupakan salah satu produk hortikultura yang banyak dibudidayakan. Ada tiga jenis cabai yang umum ditanam, yaitu; cabai besar (*Capsicum annum* L.), cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.), dan cabai keriting (*Capsicum annum* var. *longum*), dengan produksi dan luas panen terbesar adalah jenis cabai rawit menempati urutan pertama (BPS Indonesia, 2019). Cabai rawit mudah tumbuh, namun serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) tidak dapat dipisahkan dari awal proses budidayanya dan akan menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil akhir yang merugikan petani. Antraknosa merupakan salah satu penyakit penting yang menyerang tanaman cabai dan secara nyata mempengaruhi produksi cabai di dunia, begitu juga di Indonesia gangguan antraknosa menjadi hambatan pertumbuhan ekonomi yang signifikan setiap musim tanam.

Di Indonesia, serangan antraknosa terbukti menyebabkan kehilangan hasil pada pertanaman cabai berkisar antara 10-80% pada musim hujan dan 2-35% pada musim kemarau (Widodo & Hidayat 2018). Selain menyebabkan kehilangan hasil panen yang parah, epidemi antraknosa juga dapat menurunkan kualitas produk (Salotti et al., 2023). Buah yang terserang awalnya membetuk lekukan ke dalam kemudian muncul bintik-bintik abu-abu tua hingga hitam dan pinggirannya berwarna kecoklatan. Pada bagian tengah gejala terdapat aservuli yang berupa bintik-bintik kecil kehitam-hitaman. Serangan yang lebih parah mengakibatkan buah mengkerut, mengering dan busuk (Mariana, et al., 2021).

Colletotrichum sp. merupakan jamur penyebab penyakit busuk buah cabai (de Silva et al. 2019, Sutomo et al., 2022), namun sesungguhnya jamur genus *Colletotrichum* menyebabkan penyakit antraknosa sebelum dan sesudah panen pada tanaman hortikultura, dan juga tanaman buah-buahan di seluruh dunia. Setidaknya 11 spesies *Colletotrichum* yang berbeda bertanggungjawab atas penyakit antraknosa pada cabai di China (Diao et al., 2017), sedangkan 7 spesies asal Indonesia masuk dalam daftar 24 spesies *Colletotrichum* hasil inventarisasi untuk Asia (de Silva et al., 2019). Berdasarkan penelitian Anggrahini et al. (2020), di Yogyakarta berhasil diidentifikasi secara molekuler empat spesies *Colletotrichum* yang berbeda yaitu *C. scovillei*, *C. truncatum*, *C. siamense*, dan *C. makassarii*.

Saat ini tanaman cabai ditanam di lahan rawa lebak maupun di rawa pasang surut. Keunggulan khusus lahan rawa lebak antara lain tanaman cabai dapat dibudidayakan di lahan pertanian saat musim kemarau, pada saat agroekosistem lain kekeringan. Oleh karena itu, di

Commented [L2]: Dapat dilengkapi dengan berapa luasan yang dimaksud

Commented [L3]: Hindari kata ini di awal kalimat

Commented [L4]: Penggunaan istilah kurang ilmiah

Commented [L5]: Cek kembali kalimat ini, upayakan jangan langsung gunakan hasil; terjemahan nama di paraphrase terlebih dahulu dengan Bahasa Indonesia yang tepat

Commented [L6]: Cek penulisan

Commented [L7]: Perhatikan penggunaan kalimat yang efektif, silahkan di tulis kembali

lahan rawa lebak tanaman cabai dapat ditanam di luar musim, sehingga harga jual lebih tinggi. Di kawasan rawa Lebak, cabai biasanya ditanam dengan teknik surjan di atas tukanan (Hayati & Hardarani, 2019). Cabai juga ditanam pada lahan tipe B pada lahan pasang surut, dimana luapan air pasang hanya terjadi pada saat air pasang besar saja (Hartoni & Shafriani, 2023)

Commented [L8]: Konsisten penulisannya huruf besar atau huruf kecil

Di lahan rawa Kalimantan Selatan, penyakit ini terdapat di seluruh pertanaman cabai dan merupakan kendala yang serius bagi petani. Penyakit antraknosa pada cabai juga ditemukan pada cabai rawit lokal varietas Hiyung. Varietas cabai rawit hiyung ini juga sudah ditanam di beberapa lokasi di Kalimantan Selatan (Budi & Mariana, 2016). Kejadian penyakit antraknosa tersebut semakin meningkat pada hasil pengamatan tahun 2020 yaitu 100 % lahan rawa lebak di serang penyakit antraknosa dengan rata-rata tingkat kejadian penyakit 43,7%. Rata-rata angka kejadian penyakit juga lebih besar pada pertanaman cabai di daerah rawa pasang surut di Kecamatan Marabahan yaitu 57,54 %. Ternyata isolat cendawan *Colletotrichum* sp. dari lahan rawa di Desa Hiyung sudah tahan terhadap fungisida yang biasa dipakai oleh petani, seperti Antracol yang berbahan aktif Propineb 70% (Mariana et al., 2021), dan fungisida berbahan aktif Klorotalanil sampai dengan konsentrasi dua tingkat di atas dosis anjuran ternyata juga efektivitas pengendalian masih rendah (Hajjah et al., 2022)

Commented [L9]: Konsisten penulisannya huruf besar atau huruf kecil

Commented [L10]: Cek kalimat, tulis kembali menjadi kalimat yang benar

Potensi perkembangan penyakit antraknosa menjadi lebih tinggi karena selain menular lewat biji, penyebaran penyakit ini juga melalui kontak antar buah di penyimpanan, percikan air hujan, sisa tanaman sakit di tanah, dan aliran air permukaan (Oo & Oh, 2016; Rajasab and Chawda, 1994). Secara epidemiologi penyakit antraknosa mempunyai daur polisiklik dimana spora aseksual (konidia) yang terbawa percikan air yang bertanggung jawab dalam permulaan dan penyebaran epidemi (Salotti et al., 2023). Bahan tanam yang terinfeksi *C. acutatum* walaupun tidak menunjukkan gejala (*symptomless leaves*) dapat menjadi sumber infeksi dan berkorelasi kuat dengan kejadian penyakit baik sebelum maupun pasca panen (Debode et al., 2015)

Commented [L11]: Cek kalimat, tulis kembali menjadi kalimat yang benar

Segala upaya telah dilakukan petani untuk mengelola *Colletotrichum* sp. karena besarnya potensi kerugian yang terjadi. Usaha untuk meminimalkan kerugian, maka petani seringkali memilih untuk mengendalikan penyakit ini dengan pestisida kimia. Mengingat pestisida berbahaya bagi manusia dan lingkungan, maka perlu alternatif cara pengendalian seperti penggunaan jenis tanaman yang tahan sebagai salah satu solusi mengatasi permasalahan penyakit antraknosa di lahan. Pengendalian dengan tanaman tahan dapat dengan mudah dan kompatibel apabila dipadukan dengan teknik pengendalian lainnya. Selain ramah lingkungan, penanaman varietas tahan ini juga mengurangi biaya pengendalian,

Commented [L12]: Cek kalimat, tulis kembali menjadi kalimat yang benar

Commented [L13]: Cek kembali penggunaan kata2 ini untuk artikel ilmiah

Commented [L14]: Cek kalimat, tulis kembali menjadi kalimat yang benar

mengurangi residu kimia pada produk, dan mengurangi bahaya bagi petani pada saat aplikasi (Shahzaman et al., 2015; Rahoo et al., 2017). Gen tahan yang dimiliki oleh varietas tahan membuat tanaman tersebut mampu bertahan disaat terserang **patogen yang ganas** dan lingkungan mendukung untuk penyakit berkembang cepat. Ketahanan PBC932 terhadap *C. acutatum* dikendalikan oleh dua gen dominan pada stadium buah hijau dan dua gen resesif pada stadium buah masak, dan terbukti pewarisan resistensi dominan monogenik terhadap *C. truncatum* (Ridzuan et al., 2018) Penanda HpmsE032 dapat dianggap berguna dalam pemilihan genotipe tahan yang berasal dari galur PBC80 (Rout et al., 2023)

Ketahanan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa telah banyak diteliti, namun beberapa varietas yang telah dibudidayakan petani di lahan rawa perlu dievaluasi terkait dengan menjadi resistennya beberapa fungisida yang digunakan petani dan berkembangnya penyakit antraknosa di lahan rawa seperti yang terjadi di sentra pertanaman cabai rawit banjar varietas Hiyung. (Mariana et al., 2021). Hasil survei varietas cabai rawit yang digunakan oleh petani di lahan rawa adalah varietas Bara, Hiyung, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Tiung Ulin, Genie, Sekar, Alip, Sret, dan CR-9. Cabai Hiyung mulai ditanam di beberapa lokasi, maka dari itu perlu dilakukan evaluasi ketahanan beberapa varietas cabai rawit yang ditanam di lahan rawa terhadap isolat *Colletotrichum* sp. asal cabe Hiyung dari lahan rawa Desa Hiyung.

Materials and methods

Evaluasi ketahanan varietas uji ini dilaksanakan di rumah kaca Fitopatologi Fakultas Pertanian Universitas XX yang terletak pada titik koordinat -3.44064, 114.84545. Tanaman uji yaitu sepuluh varietas cabai rawit yang ditanam di lahan rawa yaitu varietas Tiung Ulin, Alip, Sret, Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, dan CR-9. Masing masing varietas ditanam dan ditanam di dalam polibag. Penelitian dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap. Sepuluh perlakuan diulang tiga kali, dan masing masing satuan percobaan ada dua tanaman. Isolasi dan identifikasi dilakukan di laboratorium Fitopatologi Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lambung MangkuratXX.

Commented [L15]: Tuliskan 10 varietas yang digunakan

Isolasi dan penyiapan inokulum *Colletotrichum* sp. Asal Cabe Hiyung

Sampel gejala diambil dari lokasi pertanaman cabai varietas Hiyung di Kawasan lahan rawa Desa Hiyung di Kabupaten Tapin Tengah Kalimantan Selatan. Buah cabai rawit yang menunjukkan tanda-tanda serangan patogen tahap awal atau belum sepenuhnya menutupi permukaan buah pada gejala tersebut, digunakan sebagai sumber inokulum. Isolasi dan

identifikasi di lakukan di laboratorium Fitopatologi Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lambung MangkuratXX.

Prosedur isolasi *Colletotrichum* mengikuti Hu et al. (2022) yaitu buah cabai yang bergejala penyakit antraknosa dipotong 5 mm x 5 mm pada bagian buah antara yang sakit dan sehat. Setelah itu dicelupkan pada alkohol 70% selama 30 detik untuk menghilangkan kontaminasi di bagian luar dan tiga kali dalam air steril. Pada kertas saring steril, kemudian dikeringkan. Potongan buah cabai yang sudah kering dikulturkan pada media PDA yang telah ditambahkan Streptomisin sulfat (100 mg/L)

Pengamatan mikroskopis dilakukan di bawah mikroskop Leica DM300 *Compound Microscope* (US) dengan melihat karakter makroskopis dan mikroskopis patogen. Morfologi makroskopik meliputi bentuk dan karakter konidia, ada tidaknya setae, sedangkan karakter makroskopik koloni diamati secara visual koloni diamati secara visual meliputi, morfologi kultur (warna, bentuk, dan laju pertumbuhan (de Silva, 2017). Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis tersebut, kemudian divalidasi melalui literatur terkait koloni jamur genus *Colletotrichum* sp. (Lenne et al., 2018).

Formatted: Font: Italic

Commented [L16]: Di deskripsikan sesuai karakter makroskopis apa saja yang di amati, dan karakteristik mikroskopis apa saja agar runut

Uji Katagori Tingkat Ketahanan Cabai

Pada polibag kecil yang telah diisi media tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1, ditanam benih cabai yang telah direndam air selama 24 jam. Pembuatan lubang di tanah dan isi dengan dua biji cabai, lalu ditutup tanah lagi. Bibit cabai tersebut dipelihara hingga tanaman mempunyai empat helai daun atau tanaman berumur 3 minggu.

Commented [L17]: Hindari digunakan di awal kalimat, silahkan di ubah

Tanaman dengan empat daun atau yang berumur tiga minggu dipindahkan ke polybag berukuran 35 x 35 cm. Sebelum dipindahkan, terlebih dahulu media tanam dilubangi dengan kedalaman \pm 5 cm, kemudian dilakukan pemindahan tanam dengan cara memilih bibit cabai yang sehat dan pertumbuhannya seragam serta mengambil tanah yang melekat pada bagian perakaran, lalu tutup kembali dengan media tanam. Bibit yang ditanam langsung disiram dengan air agar tanah tetap basah dan diberi naungan. Selain itu, tanaman cadangan juga disediakan untuk mengganti bila tanaman utama mati atau terserang hama.

Inokulasi *Colletotrichum* sp. diawali dengan membuat suspensi inokulum yaitu dengan cara menambahkan 10 ml air steril ke dalam cawan petri yang berisi biakan *Colletotrichum* sp, kemudian cawan diratakan dengan segitiga perata. Sebanyak 10 ml suspensi tersebut kemudian dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi 90 ml air steril dan dihomogenkan dengan shaker berkecepatan 150 rpm selama 15 menit. Suspensi tersebut dibuat pada konsentrasi 10^6 spora/ml yang dihitung menggunakan Haemocytometer. Buah cabai sehat yang akan

diinokulasi dilukai terlebih dahulu menggunakan jarum steril. Inokulasi dengan menyemprotkan suspensi cendawan sebanyak 10 ml/tanaman ke seluruh permukaan tanaman cabai. Setelah itu pada bagian atas tanah ditutupi dengan kain basah, serta menyungkup tanaman menggunakan plastik bening selama 2 hari, setelah 2 hari sungkup dibuka dan tanaman diletakkan di tempat yang teduh (Dzung et al., 2017 ; Srisapoom et al, 2021)

Parameter yang diamati adalah durasi masa inkubasi, kejadian penyakit, dan laju infeksi. Hari pertama setelah inokulasi hingga timbulnya gejala merupakan masa inkubasi. Pengamatan kejadian penyakit dimulai sehari setelah inokulasi dan berlanjut hingga tanaman rentan menunjukkan gejala terinfeksi antraknosa dan dimasukkan ke dalam kelompok rentan. Rumus yang digunakan untuk menentukan angka Kejadian Penyakit (KP) diukur dengan menggunakan rumus berdasarkan dari Syukur et al. (2009) yaitu sebagai berikut:

$$KP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Catatan :

Kejadian Penyakit = KP

Jumlah buah semua buah yang diamati = N

Jumlah buah yang sakit = n.

Penetapan kriteria derajat ketahanan tanaman cabai terhadap serangan antraknosa dengan observasi kejadian penyakit dijadikan landasan (Andika, 2020). Kriteria ketahanan tanaman cabai terhadap antraknosa didasarkan pada kejadian penyakit (Palupi et al., 2015) (Tabel 1).

Tabel 1. Kriteria Ketahanan Tanaman Cabai Terhadap Antraknosa

Kejadian Penyakit (%)	Kriteria
$0 \leq X \leq 10$	Sangat Tahan
$10 < X \leq 20$	Tahan
$20 < X \leq 40$	Moderat
$40 < X \leq 70$	Rentan
>70	Sangat rentan

Commented [L18]: Maksudnya?

Commented [L19]: Cek penggunaan kalimat

Laju infeksi penyakit merupakan ukuran waktu cepat patogen berkembang seiring berjalannya waktu. Rumus polisiklik digunakan untuk menentukan laju infeksi penyakit (Van der Plank, 1963) dengan rumus perhitungan:

$$r = \frac{2,3}{t_2 - t_1} \log 10 \frac{x_2(1-x_1)}{x_1(1-x_2)}$$

Catatan:

R = Laju infeksi

x1 = Persentase Kejadian Penyakit pada pengamatan pertama

x2 = Persentase Kejadian Penyakit pada pengamatan kedua

t1 = Waktu observasi pertama

t2 = Waktu pengamatan kedua

HASIL DAN PEMBAHASAN

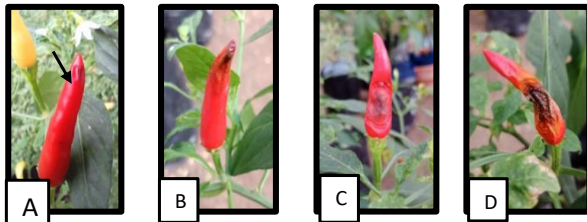
Tanda dan Gejala Antraknosa

Isolat yang ditemukan sebagai penyebab penyakit antraknosa memiliki gejala yang hampir sama yaitu bagian buah cabai yang terinfeksi awalnya mengerut ke bagian dalam (Gambar 1. A), kemudian berubah menjadi bercak coklat (Gambar 1. B) dengan membentuk lingkaran-lingkaran yang tidak beraturan dan pada bagian tengahnya terdapat bintik-bintik kecil berwarna kehitaman (Gambar 1. C) serta lama kelamaan bagian buah yang terinfeksi mengering (Gambar 1. D). Berdasarkan hasil penelitian ini terbukti penyakit antraknosa pada setiap varietas uji mempunyai gejala yang sama, yaitu buah cabai yang terinfeksi awalnya mengerut ke bagian dalam, kemudian berubah menjadi bercak coklat dengan membentuk lingkaran-lingkaran yang tidak beraturan dan pada bagian tengahnya terdapat bintik-bintik kecil berwarna kehitaman serta lama kelamaan buah yang terinfeksi mengering. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Kiran et al. (2021) menyatakan bahwa gejala buah cabai yang terserang penyakit antraknosa buah cabai mempunyai bintik hitam, jaringan nekrotik cekung dengan cincin acervuli yang konsentris. Demikian pula Oo & Oh (2020) menyampaikan bahwa gejala khas penyakit antraknosa pada buah cabai antara lain jaringan nekrotik yang cekung, dengan cincin acervuli yang konsentris dan lesi yang menyatu. diawali dengan timbulnya lekukan-lekukan dan berlanjut dengan munculnya bercak berwarna abu-abu tua hingga hitam dan pinggiran berwarna kecoklatan. Bahkan menurut Soesanto (2019) gejala pada buah cabai ditandai dengan adanya bercak berukuran kecil, bulat, agak tenggelam berwarna kuning tua yang lama-kelamaan menjadi berwarna coklat. Selain itu menurut Almeida et al. (2017) Serangan yang berat dapat menyebabkan buah menyusut dan mengering sepenuhnya, walaupun gejala awalnya terdiri dari lesi kecil berwarna coklat

Commented [L20]: Kalimat ini pengulangan dengan kalimat sebelumnya, silahkan ditulis ulang agar menjadi kalimat efektif

Commented [L21]: Tidak lazim digunakan dalam artikel ilmiah

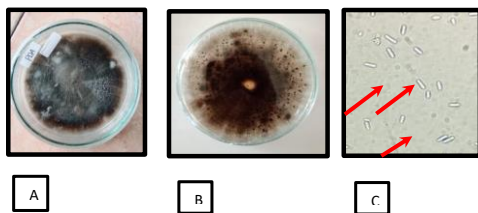
tua, melingkar, tertekan, dengan tepi jelas, berkembang ke tengah dan menjadi abu-abu hingga hitam, dengan lingkaran konsentris.



Gambar 1. ~~Syndrom~~ Gejala penyakit antraknosa ~~hasil setelah~~ diinokulasi dengan *Colletotrichum* sp.

Koloni hasil isolasi dari buah cabai rawit **hiyung** yang bergejala antraknosa dapat dilihat bahwa isolat cendawan *Colletotrichum* sp., pada bagian atas cawan petri berwarna abu-abu kehijauan (Gambar 2. A), dan pada bagian belakang cawan petri terdapat bintik-bintik kehitaman (Gambar 2. B). Sedangkan pada pengamatan secara mikroskopis konidia berbentuk silinder dengan ujung membulat (Gambar 2. C).

Formatted: Highlight



Gambar 2. Isolat hasil isolasi buah cabai Hiyung bergejala antraknosa

Keterangan : A: Isolat *Colletotrichum* sp., pada bagian depan,

B: Isolat *Colletotrichum* sp., pada bagian belakang cawan petri,

C: Konidia *Colletotrichum* sp.

Pertumbuhan isolat cendawan *Colletotrichum* sp. pada cawan petri terlihat koloni berwarna abu-abu kehijauan dan agak kehitaman. Pada bagian belakang cawan petri terdapat bintik-bintik kehitaman. Konidia berbentuk silindris dengan ujung agak tumpul dan transparan, konidia ditemukan

Commented [L22]: Karakteristik yang diamati terlalu sederhana, perlu dibahas lebih banyak lagi karakteristik morfologinya. Untuk spora ditampikan bar yang menyatakan ukuran, sertakan pula karakteristik makroskopis dan mikroskopis dari hasil penelitian lain sebagai referensi pembandingan

diantara seta sehingga diduga cendawan tersebut termasuk *Colletotrichum gloeosporioides*. Dugaan ini diperkuat menurut Sheu (2005), bahwa warna isolat *Colletotrichum gloeosporioides* berkisar dari putih, abu-abu, hingga hijau zaitun tua, dan konidianya berbentuk silinder lurus dengan ujung tumpul di kedua ujungnya. Isolat *Colletotrichum gloeosporioides* memiliki konidia silindris lurus dengan ujung tumpul di kedua ujungnya, berwarna putih hingga abu-abu, dan memiliki sedikit bintik acervuli hitam yang tersebar di seluruh bagiannya, menurut Mariana et al. (2021). Menurut Widodo & Hidayat (2018) isolat cendawan *Colletotrichum gloeosporioides* abu-abu atau abu-abu zaitun dengan bentuk konidia silinder dan kedua ujung membulat. Demikian juga menurut Lenne et al. (2018) konidia *Colletotrichum gloeosporioides* dihasilkan oleh seta.

Commented [L23]: Belum dapat disebutkan hingga tingkatan spesies jika hanya berdasarkan warna koloni dan bentuk spora., karakteristik ini umum dimiliki oleh jamur *Colletotrichum*, sehingga kurang spesifik jika langsung sampai tingkatan spesies. Sebaiknya tetap gunakan istilah *Colletotrichum sp.*

Commented [L24]: Kalimat ini pengulangan kalimat pada paragraf sebelumnya, silakan di sesuaikan kembali

Korelasi Masa inkubasi dengan tingkat ketahanan varietas

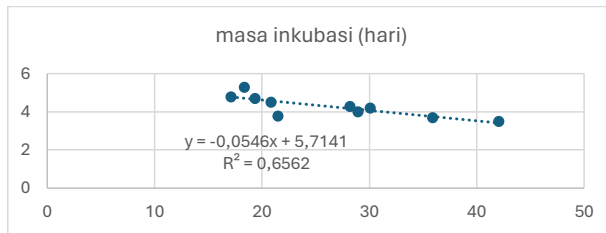
Pengamatan masa inkubasi dilakukan setiap hari mulai dari tanaman diinokulasi hingga munculnya gejala pertama. Berdasarkan data yang diperoleh, setiap jenis cabai rawit yang diteliti, memiliki masa inkubasi jamur *Colletotrichum sp.* yang berbeda beda. Hasil uji pengaruh dari varietas Tiung Tanjung, Sekar, Dewata 43 F1, Bara, dan CR-9 tidak berbeda dengan Hiyung. Sebaliknya, tipe Genie, Alip, Sret, dan Tiung Ulin sangat berbeda dengan Hiyung (Tabel 2).

Varietas Sekar paling lama menunjukkan masa inkubasinya yang paling lama, rata-rata 3,8 hari, disusul varietas Tiung Tanjung 3,7 hari, dan varietas Hiyung 3,5 hari, varietas Dewata 43 F1 pada 4,0 hari, varietas Bara pada 4,2 hari, varietas CR-9 pada 4,3 hari, varietas Genie dan varietas Alip pada 4,5 hari, pada varietas Sret pada 4,8 hari dan varietas Tiung Ulin memiliki masa inkubasi terlama yaitu pada 5,3 hari.

Commented [L25]: Cek kalimat ini., masih belum dapat difahami, restrukturisasi kembali dan pastikan dalam 1 paragraf minimal terdiri dari 2 kalimat

Hasil regresi antara masa inkubasi dan kejadian penyakit yaitu nilai keeratan yang sangat kuat yaitu 0.810076 . $y = -0,0546x + 5,7141$, nilai $R^2 = 0,6562$. Hasil analisis ini juga menunjukkan bahwa masa inkubasi berpengaruh 65% terhadap kejadian penyakit, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai pengaruh yang negatif menunjukkan bahwa semakin lama/panjang waktu yang diperlukan patogen untuk masuk dan menghasilkan gejala pada tanaman maka semakin rendah kejadian penyakitnya. (Gambar 3.)

Commented [L26]: Kalimat ini sult difahami,



Gambar 3. Hubungan regresi antara kejadian penyakit dan masa inkubasi

Commented [L27]: Lengkapi gambar dengan keterangan pada sumbu x dan y nya

Masa inkubasi dipengaruhi oleh kemampuan patogen untuk menyerang tanaman hingga menghasilkan gejala ditentukan oleh varietas tanaman itu sendiri. Sehingga interaksi antara patogen dan varietas tanaman menentukan perbedaan masa inkubasi. Masa inkubasi penyakit antraknosa oleh *Colletotrichum sp. gloeosporioides* pada masing masing varietas berbeda beda dan tingkat ketahanannya juga berbeda beda. Ketahanan dan kerentanan suatu varietas ditentukan oleh tingkat kejadian penyakit yang ditimbulkannya. Penentuan katogori tingkat ketahanan berdasarkan tingkat kejadian penyakitnya. Pada varietas yang lebih rentan masa inkubasinya lebih pendek dan sebaliknya pada varietas yang lebih tahan masa inkubasinya lebih panjang sesuai dengan hasil regresi antara masa inkubasi dan kejadian penyakit yaitu nilai keceratan yang sangat kuat yaitu 0,810076. Hasil analisis ini juga menunjukkan bahwa masa inkubasi berpengaruh 65% terhadap kejadian penyakit, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai pengaruh yang negatif menunjukkan bahwa semakin lama/panjang waktu yang diperlukan patogen untuk masuk dan menghasilkan gejala pada tanaman maka semakin rendah kejadian penyakitnya. Masa inkubasi akan lebih lama jika resistensinya lebih tinggi, dan lebih pendek jika tingkat resistensinya lebih rendah (Mora et al., 2015)

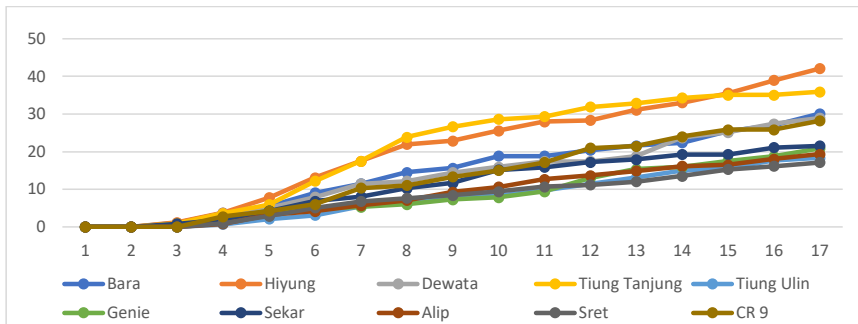
Commented [L28]: Bab ini membahas masa inkubasi, bukan kejadian penyakit

Commented [L29]: Pengulangan dan telah dituliskan pada paragraph sebelumnya

Commented [L30]: Tambahkan referensi pendukung lainnya

Kejadian Penyakit dan Tingkat Ketahanan Tanaman

Semua varietas cabai rawit yang dievaluasi mempunyai kejadian penyakit antraknosa harian yang meningkat setiap harinya. Selain itu, persentase kejadian penyakit bervariasi di semua jenis penyakit yang dievaluasi. Proporsi sebesar 42,08% pada varietas Hiyung mempunyai angka kejadian penyakit tertinggi, sedangkan kejadian penyakit terendah terjadi pada varietas Sret hanya 17,11% (Gambar 4).



Gambar 4. Perkembangan Kejadian Penyakit Antraknosa pada Beberapa Varietas yang Diuji

Commented [L31]: Lengkapi gambar dengan keterangan pada sumbu x dan y nya

Masing-masing spesies cabai rawit yang diteliti mempunyai ketahanan yang berbeda terhadap penyakit antraknosa. Persentase kejadian penyakit pada varietas Tiung Ulin, Alip, dan Sret masing-masing sebesar 18,37%, 19,36%, dan 17,11% termasuk dalam katagori tahan. sedangkan dengan persentase kejadian penyakit masing-masing sebesar 30,11%, kultivar Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, dan CR-9 termasuk dalam kelompok ketahanan moderat dengan kejadian penyakit masing masing berturut turut, 28,94%, 35,93%, 20,87%, 21,52% dan 28,20%. Sedangkan pada varietas Hiyung memiliki kategori ketahanan rentan dengan persentase kejadian penyakit sebesar 42,08%. Hasil pengamatan di lahan petani memang Tiung Tanjung dan Hiyung merupakan varietas cabai rawit yang paling banyak ditemukan pada pertanaman cabai di lahan rawa, sehingga tidak aneh bila varietas tersebut memiliki tingkat perkembangan penyakit yang lebih tinggi dibanding lainnya karena pathogen sudah ada/tif dengan kedua varietas tersebut di lahan rawa. (Tabel 2.)

Tabel 2. Rata-Rata Kejadian Penyakit, Kategori Ketahanan, masa inkubasi, dan rata rata laju infeksi

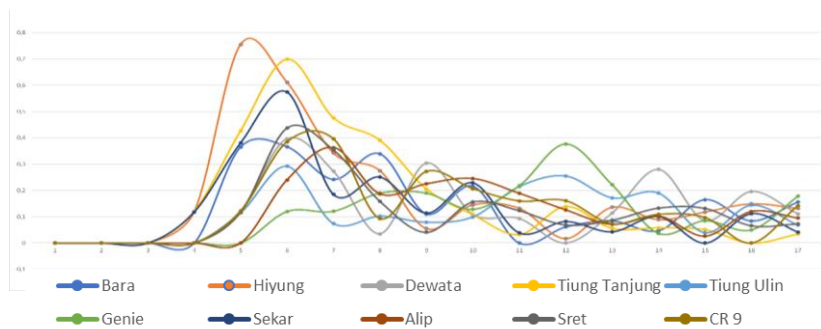
Varietas	Persentase Kejadian Penyakit (%)	Tingkat ketahanan	Masa inkubasi	Rata rata Laju Infeksi
Bara	30,11	Moderat	4,2 ^{abc}	0,132
Hiyung	42,08	Rentan	3,5 ^a	0,181
Dewata 43 F1	28,94	Moderat	4,0 ^{abc}	0,125
Tiung Tanjung	35,93	Moderat	3,7 ^{ab}	0,165
Tiung Ulin	18,37	Tahan	5,3 ^d	0,109
Genie	20,87	Moderat	4,5 ^{bc}	0,113
Sekar	21,52	Moderat	3,8 ^{ab}	0,139

Alip	19,36	Tahan	4,7 ^{cd}	0,117
Sret	17,11	Tahan	4,8 ^{cd}	0,115
CR-9	28,20	Moderat	4,3 ^{abc}	0,13

Pada penelitian ini terbukti setiap varietas memiliki kategori ketahanan yang berbeda-beda. Hal ini diduga karena adanya sistem pertahanan dari tanaman baik sebelum patogen berhasil masuk maupun setelah masuk yang diatur oleh gen yang dimiliki oleh masing masing varietas. Dalam interaksi yang tidak kompatibel *C. annuum* cv. Nokkwang dengan *C. siamense*, enam gen yang responsif terhadap pertahanan, termasuk gen cytochrome P450, gen PepCYP, gen thionin-like gen PepThi, gen defensin (J1-1), gen pepper thaumatin-like (PepTLP), gen MADS-box (PepMADS), and gen pepper esterase (PepEST) (Cui et al., 2023). Hasil penelitian Perdani et al., (2021) dari enam varietas cabai yang diuji memiliki tingkat ketahanan yang berbeda terhadap *C. acutatum* dan *C. gloeosporioides*. Ketahanan terhadap spesies *Colletotrichum* sangat diatur oleh keluarga gen spesifik dan interaksi biokimia yang terjadi melalui enzim spesifik dan metabolit sekunder yang dihasilkan pada interaksi inang-patogen (de Silva, 2017). Keterlibatan gen-gen ini dalam resistensi antraknosa yang dikendalikan oleh gen yang menghasilkan banyak peptida antimikroba seperti defensin, protein transfer lipid, dan protease inhibitor. Kuantifikasi metabolit sekunder yang dihasilkan selama interaksi antara aksesori *C. annuum* yang resisten, GBUEL104 dan *C. siamense*, menunjukkan bahwa dihasilkan konsentrasi asam caffeic dan asam klorogenat yang tinggi, dan ekspresi diferensialnya bergantung pada tahap perkembangan buah dan waktu setelah inokulasi (masa inkubasi) (Cui et al., 2023). Menurut Prasath dan Ponnuswami (2008), genotipe cabai yang tahan antraknosa memiliki kandungan fenol dan enzim aktif yang lebih besar dibandingkan genotipe cabai yang tidak tahan (seperti orto dihidroksi fenol, peroksidase, polifenol oksidase, dan fenilalanin amonia-lyase). Enzim Phenylalanine Ammonis Lyase (PAL), yang penting untuk pembentukan senyawa fitoaleksin dan fenolik, dikaitkan dengan peningkatan kandungan senyawa fenolik tanaman. Prekursor dalam produksi asam salisilat termasuk senyawa yang berasal dari PAL, seperti asam sinamat yang berperan dalam pengimbasan ketahanan sistemik (Nakkeeran et al., 2006). Resistensi buah cabai terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* disebabkan oleh reaksi hipersensitif (HR) (Kim et al., 2004). Perbedaan kategori ketahanan tanaman cabai juga diduga karena faktor ketahanan mekanis/ regulasi morfologi struktur oleh gen yang diekspresikan berupa ketebalan lapisan kutikula. Peningkatan ketahanan karena aplikasi Silika menyebabkan penebalan dinding sel dan kutikula. Selain itu juga karena terjadinya peningkatan kadar fenol atau hasil gabungan dari beberapa mekanisme (Jayawardana et al., 2016)

Laju Infeksi Penyakit pada Ketahanan Tanaman Berbeda

Tiap varietas cabai rawit yang diuji memiliki laju infeksi penyakit antraknosa yang berbeda-beda yaitu pada cabai rawit varietas Bara 0,132 unit/hari, varietas Hiyung 0,181 unit/hari, varietas Dewata 43 F1 0,125 unit/hari, varietas Tiung Tanjung 0,165 unit/hari, varietas Tiung Ulin 0,109 unit/hari, varietas Genie 0,113 unit/hari, varietas Sekar 0,139 unit/hari, varietas Alip 0,117 unit/hari, varietas Sret 0,115 unit/hari dan varietas 0,130 units/day for CR-9 (Table 4). Laju infeksi tercepat terjadi pada varietas Hiyung 0,181 unit/hari, sedangkan laju infeksi yang terlambat terjadi pada varietas Tiung Ulin 0,109 unit, artinya pada varietas Hiyung terjadi peningkatan penyakit rata-rata 0,181 buah pada setiap harinya dan varietas Tiung Ulin 0,109 buah setiap harinya (Gambar 5).



Gambar 5. Perkembangan Laju Infeksi Penyakit Antraknosa pada Beberapa Varietas Cabai Rawit Uji

Commented [L32]: Lengkapi gambar dengan keterangan pada sumbu x dan y nya

Gen resistensi dapat menargetkan satu atau beberapa sifat patogenisitas (pengurangan laju infeksi, laju sporulasi atau durasi sporulasi, pemanjangan durasi periode laten) dengan efisiensi penuh atau sebagian. Kultivar tahan mempunyai resistensi yang menargetkan laju infeksi, durasi periode laten, laju sporulasi, atau durasi sporulasi patogen yang dibatasi. Berdasarkan data hasil penelitian menunjukkan bahwa laju infeksi pada beberapa varietas cabai rawit yang sudah diuji berbeda-beda (Tabel 1). Perbedaan laju infeksi penyakit pada tiap-tiap varietas cabai rawit uji ini sejalan dengan perbedaan tingkat kejadian penyakit dan tingkat ketahanan tanaman. Menurut Nutter (2007) Perhitungan sederhana ini memberikan perkiraan bagaimana laju infeksi menunda waktu yang diperlukan untuk mencapai tingkat intensitas penyakit tertentu (misalnya timbulnya penyakit). Pada varietas Hiyung laju infeksi penyakit lebih tinggi bila dibanding dengan varietas cabai rawit uji lainnya. Ini memiliki makna semakin tinggi laju infeksi penyakit maka semakin cepat juga perkembangan populasi patogen per unit persatuan waktu sehingga berakibat semakin rentan varietas tersebut. Hal ini terlihat dari hasil analisis regresi (Gambar 5) menunjukkan bahwa semakin cepat laju

Commented [L33]: Kalimat ini membingungkan, tidak dapat inti atau poin yang ingin didiskusikan

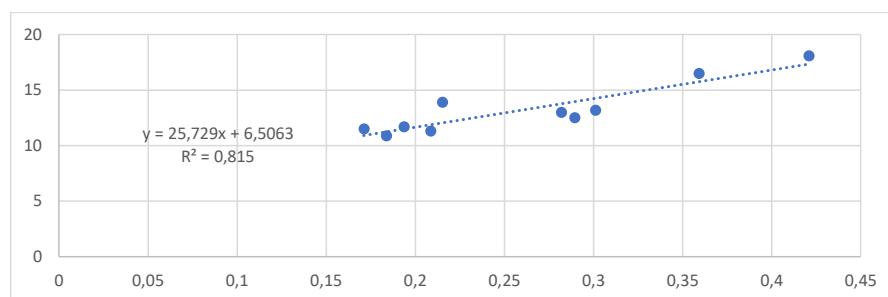
Commented [L34]: Apa dasar menetapkan pernyataan ini ? apakah ada informasi awal terkait ketahanan masing2 kultivar atau varietas yang digunakan ?

Formatted: Highlight

infeksi maka semakin tinggi kejadian penyakitnya dengan nilai keeratan yang tinggi yaitu $R^2 = 0,815$ yang menunjukkan bahwa 81,5% kejadian penyakit dipengaruhi oleh laju infeksi patogennya. Oka (1993) menyatakan bahwa salah satu faktor yang berpengaruh terhadap r (laju infeksi penyakit) yaitu ketahanan tanaman inang. Laju infeksi penyakit adalah ukuran laju perkembangan populasi patogen per satuan waktu atau laju berkembangnya populasi patogen. Berdasarkan data penelitian, setiap kultivar cabai rawit yang dievaluasi memiliki tingkat infeksi antraknosa yang berbeda. Varietas yang resisten dapat menurunkan kejadian infeksi. Persamaan regresi pengaruh kejadian penyakit terhadap laju infeksi adalah $y = 25,729x + 6,5063$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi laju infeksi maka semakin tinggi kejadian penyakitnya dan semakin rentan varietas tersebut. Apabila tanaman tahan maka kejadian penyakit yang rendah, sehingga semakin berkurang laju infeksinya. Menurut Meena et al. (2011) pada tanaman Indian mustard (*Brassica juncea*) kultivar Varuna lebih rentan dibandingkan dengan kultivar Rohini, karena laju infeksi pada daun dan polong lebih tinggi pada kultivar Rohini.

Commented [L35]: Referensi terlalu lama

Commented [L36]: Cek kalimat ini, penulisannya membingungkan



Gambar 6. Hubungan regresi antara kejadian penyakit dan laju infeksi

Commented [L37]: Lengkapi gambar dengan keterangan pada sumbu x dan y nya

Pada penelitian ini laju infeksi pada pengamatan awal pada masing masing varietas uji lebih tinggi kemudian menurun (Gambar 5), hal ini sejalan dengan hasil penelitian Hong and Hwang (1998) bahwa umur berpengaruh terhadap ketahanan tanaman cabai. Tanaman cabai yang tua lebih tahan terhadap penyakit antraknosa. Namun berbeda dengan penyakit hawar daun (Chang and Kwang, 2003) bahwa tingkat keparahan penyakit hawar daun jauh lebih besar pada tahap pertumbuhan akhir dibandingkan tahap awal ketika diinokulasi secara bersamaan di rumah kaca. Laju infeksi antraknosa pada berbagai varietas cabai rawit pada penelitian ini yaitu berkisar antara 0,109 unit/ hari pada varietas Tiung Ulin dengan kejadian penyakit 18,17% lebih rendah dibanding laju infeksi pada varietas Hiyung 0,18 unit/hari dengan kejadian penyakit 42,08 %. Ini lebih rendah dibanding hasil

Commented [L38]: Referensi terlalu lama

penelitian Prihatiningsih (2020) laju infeksi antraknosa pada cabai di desa Kemutug Lor mempunyai ketinggian tempat 350 m dpl menunjukkan intensitas penyakit antraknosa tertinggi (76%) dengan laju infeksi 0,345 unit per hari

KESIMPULAN

Kategori ketahanan sepuluh varietas cabai rawit yang di usahakan di lahan rawa terhadap penyakit antraknosa yaitu varietas Hiyung tergolong rentan, varietas Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar dan CR-9 adalah moderat, varietas Tiung ulin, Alip, dan Sret tergolong tahan. Masa inkubasi dari beberapa varietas cabai rawit yang sudah diuji berbeda-beda yaitu dengan rata-rata berkisar antara 3,5-5,3 hari. Semakin panjang masa inkubasi semakin tahan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa. Laju infeksi penyakit antraknosa berbeda-beda pada beberapa varietas cabai rawit yang telah diuji berfluktuasi. Diawal timbulnya penyakit, laju infeksi relatif lebih tinggi kemudian menurun, dengan rata rata berkisar antara 0,109 unit/hari pada varietas Tiung Ulin sampai dengan 0,181 unit/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, L. D., Matos, K. S., Assis, L. A. G., Hanada, R. E., & Silva, G. F. D. (2017). First report of anthracnose of *Capsicum chinense* in Brazil caused by *Colletotrichum brevisporum*. *Plant Disease*, 101(6), 1035. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-17-0099-PDN>
- Anggrahini, D. S., Wibowo, A., & Subandiyah, S. (2020). Morphological and molecular identification of *Colletotrichum* spp. associated with chili anthracnose disease in Yogyakarta Region. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 24(2), 161-174. <https://doi.org/10.22146/jpti.58955>
- BPS (Badan Pusat Statistik) Indonesia. (2019). Statistik Tanaman Sayuran Dan Buah-Buahan Semusim Indonesia, 2018. BPS-Statistics Indonesia
- Budi, I. S., & Mariana, M. (2016). Controlling Anthracnose Disease of Locally Chili in Marginal Wetland using Endophytic Indigenous Microbes and Kalakai (*Stenochlaena palustris*) Leaf Extract. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 4(1), 28-34. <http://dx.doi.org/10.20527/jwem.v4i1.51>
- Chang, S. W., & Hwang, B. K. (2003). Effects of plant age, leaf position, inoculum density, and wetness period on *Bipolaris coicis* infection in adlays of differing resistance. *Plant disease*, 87(7), 821-826. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.7.821>
- Cui, L., van den Munckhof, M. C., Bai, Y., & Voorrips, R. E. (2023). Resistance to Anthracnose Rot Disease in *Capsicum*. *Agronomy*, 13(5), 1434. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051434>

- Diao, Y. Z., Zhang, C., Liu, F., Wang, W. Z., Liu, L., Cai, L., & Liu, X. L. (2017). *Colletotrichum* species causing anthracnose disease of chili in China. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 38(1), 20-37.
- Debode, J., Van Hemelrijck, W., Xu, X. M., Maes, M., Creemers, P., & Heungens, K. (2015). Latent entry and spread of *Colletotrichum acutatum* (species complex) in strawberry fields. *Plant pathology*, 64(2), 385-395. <https://doi.org/10.3767/003158517x692788>
- de Silva, D. D., Groenewald, J. Z., Crous, P. W., Ades, P. K., Nasruddin, A., Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. (2019). Identification, prevalence and pathogenicity of *Colletotrichum* species causing anthracnose of *Capsicum annuum* in Asia. *IMA fungus*, 10(1), 1-32. <https://doi.org/10.1186/s43008-019-0001-y>
- de Silva, D. D., Crous, P. W., Ades, P. K., Hyde, K. D., & Taylor, P. W. (2017). Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. *Fungal Biology Reviews*, 31(3), 155-168. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2017.05.001>
- de Silva, D. D., Ades, P. K., Crous, P. W., & Taylor, P. W. J. (2017). *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Australia. *Plant Pathology*, 66(2), 254-267. <https://doi.org/10.1111/ppa.12572>
- Dzung, P. D., Hiet, H. D., Van Le, B., Thang, N. T., Van Phu, D., Duy, N. N., & Hien, N. Q. (2017). Induction of anthracnose disease resistance on chili fruit by treatment of oligochitosan—nanosilica hybrid material. *Agricultural Sciences*, 8(10), 1105-1113. <https://doi.org/10.4236/as.2017.810080>
- Forcelini, B. B., Gonçalves, F. P., & Peres, N. A. (2017). Effect of inoculum concentration and interrupted wetness duration on the development of anthracnose fruit rot of strawberry. *Plant disease*, 101(2), 372-377. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1175-RE>
- Jayawardana, H. A. R. K., Weerahewa, H. L. D., & Saparamadu, M. D. J. S. (2016). The mechanisms underlying the anthracnose disease reduction by rice hull as a silicon source in capsicum (*Capsicum annuum* L.) grown in simplified hydroponics. *Procedia food science*, 6, 147-150. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.035>
- Hajijah, H., Mariana, M., & Pramudi, M. I. (2022). Uji Resistensi *Colletotrichum* sp. Asal Cabai Hiyung Terhadap Fungisida Berbahan Aktif Klorotalonil dan Mankozeb. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 5(2), 455-465. <http://dx.doi.org/10.20527/jppt.v5i2.1250>
- Hartoni & Shafriani, K. A. (2023). Efisiensi Teknis Usahatani Cabai Besar Pada Lahan Pasang Surut Kecamatan Cerbon Kabupaten Barito Kuala (Pendekatan Data Envelopment Analysis). In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah 8* (2), 39-45.
- Hayati, A., & Hardarani, N. (2019). Karakteristik lahan dan budidaya cabai rawit hiyung: Informasi dasar untuk peningkatan produksi cabai rawit hiyung di lahan rawa lebak. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah 4* (1), 57-59.
- Hong, J. K., & Hwang, B. K. (1998). Influence of inoculum density, wetness duration, plant age, inoculation method, and cultivar resistance on infection of pepper plants by *Colletotrichum coccodes*. *Plant Disease*, 82(10), 1079-1083.
- Hu, S., Zhang, Y., Yu, H., Zhou, J., Hu, M., Liu, A., Wu, J., Wang, H. & Zhang, C. (2022). *Colletotrichum* spp. diversity between leaf anthracnose and crown rot from the same strawberry plant. *Frontiers in Microbiology*, 13, 860694. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.860694>

- Kim, K. H., Yoon, J. B., Park, H. G., Park, E. W., & Kim, Y. H. (2004). Structural modifications and programmed cell death of chili pepper fruit related to resistance responses to *Colletotrichum gloeosporioides* infection. *Phytopathology*, *94*(12), 1295-1304. <https://doi.org/10.1094/PHTO.2004.94.12.1295>
- Kiran, R., Akhtar, J., Kumar, P., & Shekhar, M. (2020). Anthracnose of chilli: Status, diagnosis, and management. In *Capsicum*. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.93614>
- Lenné, J. M., Sonoda, R. M., & Parbery, D. G. (2018). Production of conidia by setae of *Colletotrichum* species. *Mycologia*, *76*(2), 359-362.
- Mora, M. L., Capó, Y. A., Suárez, M. A., Martín, M. C., Roque, B., & Méndez, E. M. (2015). Components of resistance to assess Black Sigatoka response in artificially inoculated *Musa* genotypes. *Revista de Protección Vegetal*, *30*(1), 60. <https://doi.org/10.1080/00275514.1984.12023847>
- Mariana, M., Liestiany, E., Cholís, F. R., & Hasbi, N. S. (2021). Penyakit antraknosa cabai oleh *Colletotrichum* sp. di lahan rawa Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, *23*(1), 30-36. <https://doi.org/10.31186/jipi.23.1.30-36>
- Mariana, M., Liestiany, E., Cholís, F. R., Adiyatama, M. D., Adhni, A. L., & Hasbi, N. S. (2021). Ketahanan jamur *Colletotrichum* spp. penyebab antraknosa buah cabai terhadap fungisida di lahan rawa. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 6, No. 2).
- Meena, P. D., Chattopadhyay, C., Meena, S. S., & Kumar, A. (2011). Area under disease progress curve and apparent infection rate of *Alternaria* blight disease of Indian mustard (*Brassica juncea*) at different plant age. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, *44*(7), 684-693. <https://doi.org/10.1080/03235400903345281>
- Nutter, F. F. (2007). The role of plant disease epidemiology in developing successful integrated disease management programs. In *General concepts in integrated pest and disease management* (pp. 45-79). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6061-8_3
- Oo, M. M., & Oh, S. K. (2016). Chilli anthracnose (*Colletotrichum* spp.) disease and its management approach. *Korean Journal of Agricultural Science*, *43*(2), 153-162.
- Oo, M. M., & Oh, S. K. (2020). First report of anthracnose of chili pepper fruit caused by *Colletotrichum truncatum* in Korea. *Plant Disease*, *104*(2), 564. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20160018>
- Palupi, H., Yulianah, I., & Respatijarti, R. (2015). Uji Ketahanan 14 Galur Cabai Besar (*Capsicum annum L.*) Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum Spp*) Dan Layu Bakteri (*Ralstonia Solanacearum*) (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Perdani, A. Y., Paradisa, Y. B., Wahyuni, W., Indrayani, S., Sulistyowati, Y., & Cahyani, Y. (2021). Response of Six Chili Varieties to Anthracnose Disease Caused By *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, *21*(2), 144-150. <https://doi.org/10.23960/jhptt.221144-150>
- Prasath, D., & Ponnuswami, V. (2008). Screening of chilli (*Capsicum annum L.*) genotypes against *Colletotrichum capsici* and analysis of biochemical and enzymatic activities in inducing resistance. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, *68*(03), 344-346. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3098.4328>

- Prihatiningsih, N., Djatmiko, H. A., & Erminawati, E. (2020). Komponen epidemi penyakit antraknosa pada tanaman cabai di kecamatan baturaden kabupaten Banyumas. *Jurnal Agro*, 7(2), 203-212. <http://dx.doi.org/10.15575/8000>
- Rahoo, A. M., Mukhtar, T., Gowen, S. R., Rahoo, R. K., & Abro, S. I. (2017). Reproductive potential and host searching ability of entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(1), 229-234. <https://doi.org/10.21307%2Fjofnem-2021-083>
- Rajasab, A. H., & Chawda, H. T. (1994). Dispersal of the conidia of *Colletotrichum gloeosporioides* by rain and the development of anthracnose on onion. *Grana*, 33(3), 162-165. <https://doi.org/10.1080/00173139409428994>
- Ridzuan, R., Rafii, M. Y., Ismail, S. I., Mohammad Yusoff, M., Miah, G., & Usman, M. (2018). Breeding for Anthracnose Disease Resistance in Chili: Progress and Prospects. *International journal of molecular sciences*, 19(10), 3122. <https://doi.org/10.3390/ijms19103122>
- Rout, S. S., Rout, P., Uzair, M., Kumar, G., & Nanda, S. (2023). Genome-wide identification and expression analysis of CRK gene family in chili pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to *Colletotrichum truncatum* infection. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 98(2), 194-206. <https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2117654>
- Salotti, I., Liang, Y. J., Ji, T., & Rossi, V. (2023). Development of a model for *Colletotrichum* diseases with calibration for phylogenetic clades on different host plants. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1069092. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1069092>
- Saxena, A., Raghuvanshi, R., Gupta, V. K., & Singh, H. B. (2016). Chilli anthracnose: the epidemiology and management. *Frontiers in microbiology*, 7, 1527. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01527>
- Semangun, H. (2001). *Pengantar ilmu penyakit tumbuhan*. Gadjah Mada University Press.
- Sheu, Z. M., & Wang, T. C. (2005). Evaluation of phenotypic and molecular criteria for the identification of *Colletotrichum* species causing pepper anthracnose in Taiwan. In *The second Asian conference on plant pathology 2005* (No. AVRDC Staff Publication). Faculty of Science, National University of Singapore.
- Soesanto, L. 2019. *Kompendium Penyakit-Penyakit Cabai*. Lily Publisher.
- Sutomo, R. C., Subandiyah, S., Wibowo, A., & Widiastuti, A. (2022). Description and Pathogenicity of *Colletotrichum* species causing chili anthracnose in Yogyakarta, Indonesia. *Agrivita, Journal of Agricultural Science*, 44(2), 312-321. <http://dx.doi.org/10.17503/agrivita.v44i2.3705>
- Shahzaman, S., Inam-ul-Haq, M., Mukhtar, T., & Naeem, M. (2015). Isolation, identification of antagonistic rhizobacterial strains obtained from chickpea (*Cicer arietinum* L.) field and their in-vitro evaluation against fungal root pathogens. *Pak. J. Bot*, 47(4), 1553-1558.
- Sharma, M., & Kulshrestha, S. (2015). *Colletotrichum gloeosporioides*: an anthracnose causing pathogen of fruits and vegetables. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 12(2), 1233-1246.
- Srisapoom, T., Saksirat, W., Mongkoltharuk, W. and Niamsanit, S. (2021). Avirulent *Colletotrichum* strain for controlling anthracnose disease in chilli caused by *Colletotrichum capsici*. *International Journal of Agricultural Technology* 17(5), 1943-1956

- Susanto, A., Prasetyo, A. E., & Wening, S. (2013). Laju infeksi Ganoderma pada empat kelas tekstur tanah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(2), 39-39. <https://doi.org/10.14692/jfi.9.2.39>
- Syukur, M., Sujiprihati, S., & Koswara, J. (2007). Pewarisan Ketahanan Cabai (*Capsicum annum* L.) terhadap Antraknosa yang Disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 35(2), 112–117. <https://doi.org/10.24831/jai.v35i2.1319>
- Van der Plank, J.E. (1963). *Plant Disease Epidemics and Control*. Academic Press
- Widodo & Hidayat, S. H. (2018). Identification of *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Indonesia by morphological characteristics and species-specific primers. *Asian Journal of Plant Pathology*, 12(1), 7-15.

[16042-Revise before review](#)

mariana
2023-10-02 09:22 AM

6. Silakan pada bagian Hasil dan Pembahasan dibuat jadi satu kesatuan, tidak dipisah, dengan tulisan yang mengalir.
7. Diperlukan penjelasan lokasi penelitian beserta kondisi lingkungan dan koordinat di bagian metode.

Dear Editor

mariana
2023-10-02 09:22
AM

Terimakasih banyak atas respon nya, Segera akan kami perbaiki

Salam

Mariana

Dear Dr. Indra Purnama

mariana
2023-10-15 04:35
AM

Terimakasih atas respon dan perbaikan artikel kami.

Sesuai dengan review dari editor kami sampaikan sebagai berikut

1. Pada pendahuluan sudah kami tambahkan beberapa referensi tentang kelebihan pengendalian penyakit menggunakan tanaman tahan terutama bila dibandingkan dengan pengendalian dengan pestisida kimia. Juga disampaikan mengapa penelitian ini dilakukan
2. Konsistensi penulisan titik dan koma sudah dirubah
3. Penulisan referensi sudah kami perbaiki
4. Pemakaian kata imbuhan dan nama ilmiah sudah diperbaiki
5. Alat utama yang digunakan adalah mikroskop sudah ditambahkan merek, nama perusahaan dan negaranya.
6. Hasil dan pembahasan sudah dijadikan Satu
7. Lokasi penelitian kami ada di rumah kaca fakultas pertanian Universitas Lambung Mangkurat sudah kami tambahkan titik koordinatnya.

Terimakasih banyak atas perhatiannya

21. Reverse before review [16042-Revise before review](#) by indra1905 at ; 2023-09-30 10:35 PM

RESISTANCE OF CAYENNE PEPPER VARIETIES (*Capsicum frutescens*) TO ANTHRACNOSE DISEASE (*Colletotrichum gloeosporioides*) USING ISOLATE FROM SWAMP LAND

KETAHANAN VARIETAS CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*) TERHADAP PENYAKIT ANTRAKNOSA (*Colletotrichum gloeosporioides*) ISOLAT ASAL LAHAN RAWA

Assessing Resistance Levels of Swamp-Grown Chili (*Capsicum frutescens*) Varieties to *Colletotrichum* sp. for Effective Anthracnose Control

Evaluasi Tingkat Ketahanan Varietas Cabai (*Capsicum frutescens*) di Lahan Rawa terhadap *Colletotrichum* sp. dalam Upaya Pengendalian Antraknosa

Abstract

Anthracnose disease in chili plants is a major disease that is troublesome problem because it attacks the harvest in the form of rotten fruit. The use of resistant cultivars is a superlative approach for early control measures that minimize yield losses and are an important part of integrated disease management. This study examined 10 types of cayenne pepper cultivated in marshes in a greenhouse under fully random conditions. The findings revealed that the Tiung Ulin, Alip, and Sret types were classed as resistant, while the Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9 varieties were moderate. The Hiyung variety was found to be susceptible. The average incubation period for the many cayenne pepper cultivars that have been studied ranges from 3.5 to 5.3 days. The incidence of the illness decreases with lengthier incubation periods, thereby increasing the resistance to anthracnose. The infection rate of anthracnose disease varied in several varieties of cayenne pepper that had been tested, with an average of Bara 0.132 units/day, Hiyung 0.181 units/day, Dewata 43 F1 0.125 units/day, Tiung Tanjung 0.165 units/day, Tiung Ulin 0.109 units/day, Genie 0.113 units/day, Sekar 0.139 units/day, Alip 0.117 units/day, Sret 0.115 units/day and CR-9 0.130 units/day.

Keywords: Varieties, Cayenne pepper, swamp, anthracnose

Abstrak

Antaknosa merupakan penyakit utama pada tanaman cabai yang sangat merugikan karena menyerang hasil panen berupa buah yang busuk, dan penyakit ini juga selalu terdapat di seluruh pertanaman cabai di lahan rawa. Tindakan pengendalian menggunakan pestisida sering dilakukan, namun belum memperoleh hasil pengendalian yang memuaskan. Penggunaan varietas tahan merupakan pendekatan tepat untuk tindakan pengendalian dini yang dapat meminimalkan kehilangan hasil, dan penggunaan varietas tahan merupakan bagian penting dari pengelolaan penyakit terpadu. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca yang disusun dengan rancangan acak lengkap, untuk menguji sepuluh varietas cabai rawit yang biasa ditanam di lahan rawa. Hasil penelitian menunjukkan varietas Hiyung adalah tergolong rentan, sedangkan varietas Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar dan CR-9 adalah moderat, sedangkan varietas Tiung Ulin, Alip, dan varietas Sret tergolong tahan. Masa inkubasi dari beberapa varietas cabai rawit yang sudah diuji berbeda-beda yaitu dengan rata-rata berkisar antara 3,5-5,3 hari. Semakin panjang masa inkubasi semakin tahan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa. Laju infeksi penyakit antraknosa berbeda-beda pada beberapa varietas cabai rawit yang telah diuji, dengan rata-rata yaitu varietas Bara 0,132 unit/hari, Hiyung 0,181 unit/hari, Dewata 43 F1 0,125 unit/hari, Tiung Tanjung 0,165 unit/hari, Tiung Ulin 0,109 unit/hari, Genie 0,113 unit/hari, Sekar 0,139 unit/hari, Alip 0,117 unit/hari, dan Sret 0,115 unit/hari dan CR-9 sekitar 0,130 unit/hari.

Kata kunci : Varietas, Cabai rawit, rawa, antraknosa

Commented [L39]: Belum terlihat tujuan penelitian pada bagian ini

Pendahuluan

Cabai merupakan salah satu produk hortikultura yang banyak dibudidayakan. Ada tiga jenis cabai yang umum ditanam, yaitu; cabai besar (*Capsicum annum* L.), cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.), dan cabai keriting (*Capsicum annum* var. *longum*), dengan produksi dan luas panen terbesar adalah jenis cabai rawit menempati urutan pertama (BPS Indonesia, 2019). Cabai rawit mudah tumbuh, namun serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) tidak dapat dipisahkan dari awal proses budidayanya dan akan menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil akhir yang merugikan petani. Antraknosa merupakan salah satu penyakit penting yang menyerang tanaman cabai dan secara nyata mempengaruhi produksi cabai di dunia, begitu juga di Indonesia gangguan antraknosa menjadi hambatan pertumbuhan ekonomi yang signifikan setiap musim tanam.

Di Indonesia, serangan antraknosa terbukti menyebabkan kehilangan hasil pada pertanaman cabai berkisar antara 10-80% pada musim hujan dan 2-35% pada musim kemarau (Widodo & Hidayat 2018). Selain menyebabkan kehilangan hasil panen yang parah, epidemi antraknosa juga dapat menurunkan kualitas produk (Salotti et al., 2023). Buah yang terserang awalnya membetuk lekukan ke dalam kemudian muncul bintik-bintik abu-abu tua hingga hitam dan pinggirannya berwarna kecoklatan. Pada bagian tengah gejala terdapat aservuli yang berupa bintik-bintik kecil kehitam-hitaman. Serangan yang lebih parah mengakibatkan buah mengkerut, mengering dan busuk (Mariana, et al., 2021).

Colletotrichum sp. merupakan jamur penyebab penyakit busuk buah cabai (de Silva et al. 2019, Sutomo et al., 2022), namun sesungguhnya jamur genus *Colletotrichum* menyebabkan penyakit antraknosa sebelum dan sesudah panen pada tanaman hortikultura, dan juga tanaman buah-buahan di seluruh dunia. Setidaknya 11 spesies *Colletotrichum* yang berbeda bertanggungjawab atas penyakit antraknosa pada cabai di China (Diao et al., 2017), sedangkan 7 spesies asal Indonesia masuk dalam daftar 24 spesies *Colletotrichum* hasil inventarisasi untuk Asia (de Silva et al., 2019). Berdasarkan penelitian Anggrahini et al. (2020), di Yogyakarta berhasil diidentifikasi secara molekuler empat spesies *Colletotrichum* yang berbeda yaitu *C. scovillei*, *C. truncatum*, *C. siamense*, dan *C. makassarii*.

Saat ini tanaman cabai ditanam di lahan rawa lebak maupun di rawa pasang surut. Keunggulan khusus lahan rawa lebak antara lain tanaman cabai dapat dibudidayakan di lahan pertanian saat musim kemarau, pada saat agroekosistem lain kekeringan. Oleh karena itu, di

Commented [L40]: Dapat dilengkapi dengan berapa luasan yang dimaksud

Commented [L41]: Hindari kata ini di awal kalimat

Commented [L42]: Penggunaan istilah kurang ilmiah

Commented [L43]: Cek kembali kalimat ini, upayakan jangan langsung gunakan hasi; terjemahan namur di paraphrase terlebih dahulu dengan Bahasa Indonesia yang tepat

Commented [L44]: Cek penulisan

Commented [L45]: Perhatikan penggunaan kalimat yang efektif, silahkan di tulis kembali

lahan rawa lebak tanaman cabai dapat ditanam di luar musim, sehingga harga jual lebih tinggi. Di kawasan rawa Lebak, cabai biasanya ditanam dengan teknik surjan di atas tukanan (Hayati & Hardarani, 2019). Cabai juga ditanam pada lahan tipe B pada lahan pasang surut, dimana luapan air pasang hanya terjadi pada saat air pasang besar saja (Hartoni & Shafriani, 2023)

Commented [L46]: Konsisten penulisannya huruf besar atau huruf kecil

Di lahan rawa Kalimantan Selatan, penyakit ini terdapat di seluruh pertanaman cabai dan merupakan kendala yang serius bagi petani. Penyakit antraknosa pada cabai juga ditemukan pada cabai rawit lokal varietas Hiyung. Varietas cabai rawit hiyung ini juga sudah ditanam di beberapa lokasi di Kalimantan Selatan (Budi & Mariana, 2016). Kejadian penyakit antraknosa tersebut semakin meningkat pada hasil pengamatan tahun 2020 yaitu 100 % lahan rawa lebak di serang penyakit antraknosa dengan rata-rata tingkat kejadian penyakit 43,7%. Rata-rata angka kejadian penyakit juga lebih besar pada pertanaman cabai di daerah rawa pasang surut di Kecamatan Marabahan yaitu 57,54 %. Ternyata isolat cendawan *Colletotrichum* sp. dari lahan rawa di Desa Hiyung sudah tahan terhadap fungisida yang biasa dipakai oleh petani, seperti Antracol yang berbahan aktif Propineb 70% (Mariana et al., 2021), dan fungisida berbahan aktif Klorotalanil sampai dengan konsentrasi dua tingkat di atas dosis anjuran ternyata juga efektivitas pengendalian masih rendah (Hajjah et al., 2022)

Commented [L47]: Konsisten penulisannya huruf besar atau huruf kecil

Commented [L48]: Cek kalimat, tulis kembali menjadi kalimat yang benar

Potensi perkembangan penyakit antraknosa menjadi lebih tinggi karena selain menular lewat biji, penyebaran penyakit ini juga melalui kontak antar buah di penyimpanan, percikan air hujan, sisa tanaman sakit di tanah, dan aliran air permukaan (Oo & Oh, 2016 ; Rajasab and Chawda, 1994). Secara epidemiologi penyakit antraknosa mempunyai daur polisiklik dimana spora aseksual (konidia) yang terbawa percikan air yang bertanggung jawab dalam permulaan dan penyebaran epidemi (Salotti et al., 2023). Bahan tanam yang terinfeksi *C. acutatum* walaupun tidak menunjukkan gejala (*symptomless leaves*) dapat menjadi sumber infeksi dan berkorelasi kuat dengan kejadian penyakit baik sebelum maupun pasca panen (Debode et al., 2015)

Commented [L49]: Cek kalimat, tulis kembali menjadi kalimat yang benar

Segala upaya telah dilakukan petani untuk mengelola *Colletotrichum* sp. karena besarnya potensi kerugian yang terjadi. Usaha untuk meminimalkan kerugian, maka petani seringkali memilih untuk mengendalikan penyakit ini dengan pestisida kimia. Mengingat pestisida berbahaya bagi manusia dan lingkungan, maka perlu alternatif cara pengendalian seperti penggunaan jenis tanaman yang tahan sebagai salah satu solusi mengatasi permasalahan penyakit antraknosa di lahan. Pengendalian dengan tanaman tahan dapat dengan mudah dan kompatibel apabila dipadukan dengan teknik pengendalian lainnya. Selain ramah lingkungan, penanaman varietas tahan ini juga mengurangi biaya pengendalian,

Commented [L50]: Cek kalimat, tulis kembali menjadi kalimat yang benar

Commented [L51]: Cek kembali penggunaan kata2 ini untuk artikel ilmiah

Commented [L52]: Cek kalimat, tulis kembali menjadi kalimat yang benar

mengurangi residu kimia pada produk, dan mengurangi bahaya bagi petani pada saat aplikasi (Shahzaman et al., 2015; Rahoo et al., 2017). Gen tahan yang dimiliki oleh varietas tahan membuat tanaman tersebut mampu bertahan disaat terserang **patogen yang ganas** dan lingkungan mendukung untuk penyakit berkembang cepat. Ketahanan PBC932 terhadap *C. acutatum* dikendalikan oleh dua gen dominan pada stadium buah hijau dan dua gen resesif pada stadium buah masak, dan terbukti pewarisan resistensi dominan monogenik terhadap *C. truncatum* (Ridzuan et al., 2018) Penanda HpmsE032 dapat dianggap berguna dalam pemilihan genotipe tahan yang berasal dari galur PBC80 (Rout et al., 2023)

Ketahanan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa telah banyak diteliti, namun beberapa varietas yang telah dibudidayakan petani di lahan rawa perlu dievaluasi terkait dengan menjadi resistennya beberapa fungisida yang digunakan petani dan berkembangnya penyakit antraknosa di lahan rawa seperti yang terjadi di sentra pertanaman cabai rawit banjar varietas Hiyung. (Mariana et al., 2021). Hasil survei varietas cabai rawit yang digunakan oleh petani di lahan rawa adalah varietas Bara, Hiyung, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Tiung Ulin, Genie, Sekar, Alip, Sret, dan CR-9. Cabai Hiyung mulai ditanam di beberapa lokasi, maka dari itu perlu dilakukan evaluasi ketahanan beberapa varietas cabai rawit yang ditanam di lahan rawa terhadap isolat *Colletotrichum* sp. asal cabe Hiyung dari lahan rawa Desa Hiyung.

Materials and methods

Evaluasi ketahanan varietas uji ini dilaksanakan di rumah kaca Fitopatologi Fakultas Pertanian Universitas XX yang terletak pada titik koordinat -3.44064, 114.84545. Tanaman uji yaitu sepuluh varietas cabai rawit yang ditanam di lahan rawa yaitu varietas Tiung Ulin, Alip, Sret, Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, dan CR-9. Masing masing varietas ditanam dan ditanam di dalam polibag. Penelitian dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap. Sepuluh perlakuan diulang tiga kali, dan masing masing satuan percobaan ada dua tanaman. Isolasi dan identifikasi dilakukan di laboratorium Fitopatologi Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lambung MangkuratXX.

Commented [L53]: Tuliskan 10 varietas yang digunakan

Isolasi dan penyiapan inokulum *Colletotrichum* sp. Asal Cabe Hiyung

Sampel gejala diambil dari lokasi pertanaman cabai varietas Hiyung di Kawasan lahan rawa Desa Hiyung di Kabupaten Tapin Tengah Kalimantan Selatan. Buah cabai rawit yang menunjukkan tanda-tanda serangan patogen tahap awal atau belum sepenuhnya menutupi permukaan buah pada gejala tersebut, digunakan sebagai sumber inokulum. Isolasi dan

identifikasi di lakukan di laboratorium Fitopatologi Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lambung MangkuratXX.

Prosedur isolasi *Colletotrichum* mengikuti Hu et al. (2022) yaitu buah cabai yang bergejala penyakit antraknosa dipotong 5 mm x 5 mm pada bagian buah antara yang sakit dan sehat. Setelah itu dicelupkan pada alkohol 70% selama 30 detik untuk menghilangkan kontaminasi di bagian luar dan tiga kali dalam air steril. Pada kertas saring steril, kemudian dikeringkan. Potongan buah cabai yang sudah kering dikulturkan pada media PDA yang telah ditambahkan Streptomisin sulfat (100 mg/L)

Pengamatan mikroskopis dilakukan di bawah mikroskop Leica DM300 *Compound Microscope* (US) dengan melihat karakter makroskopis dan mikroskopis patogen. Morfologi makroskopik meliputi bentuk dan karakter konidia, ada tidaknya setae, sedangkan karakter makroskopik koloni diamati secara visual koloni diamati secara visual meliputi, morfologi kultur (warna, bentuk, dan laju pertumbuhan (de Silva, 2017). Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis tersebut, kemudian divalidasi melalui literatur terkait koloni jamur genus *Colletotrichum* sp. (Lenne et al., 2018).

Formatted: Font: Italic

Commented [L54]: Di deskripsikan sesuai karakter makroskopis apa saja yang di amati, dan karakteristik mikroskopis apa saja agar runut

Uji Katagori Tingkat Ketahanan Cabai

Pada polibag kecil yang telah diisi media tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1, ditanam benih cabai yang telah direndam air selama 24 jam. Pembuatan lubang di tanah dan isi dengan dua biji cabai, lalu ditutup tanah lagi. Bibit cabai tersebut dipelihara hingga tanaman mempunyai empat helai daun atau tanaman berumur 3 minggu.

Commented [L55]: Hindari digunakan di awal kalimat, silahkan di ubah

Tanaman dengan empat daun atau yang berumur tiga minggu dipindahkan ke polybag berukuran 35 x 35 cm. Sebelum dipindahkan, terlebih dahulu media tanam dilubangi dengan kedalaman \pm 5 cm, kemudian dilakukan pemindahan tanam dengan cara memilih bibit cabai yang sehat dan pertumbuhannya seragam serta mengambil tanah yang melekat pada bagian perakaran, lalu tutup kembali dengan media tanam. Bibit yang ditanam langsung disiram dengan air agar tanah tetap basah dan diberi naungan. Selain itu, tanaman cadangan juga disediakan untuk mengganti bila tanaman utama mati atau terserang hama.

Inokulasi *Colletotrichum* sp. diawali dengan membuat suspensi inokulum yaitu dengan cara menambahkan 10 ml air steril ke dalam cawan petri yang berisi biakan *Colletotrichum* sp, kemudian cawan diratakan dengan segitiga perata. Sebanyak 10 ml suspensi tersebut kemudian dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi 90 ml air steril dan dihomogenkan dengan shaker berkecepatan 150 rpm selama 15 menit. Suspensi tersebut dibuat pada konsentrasi 10^6 spora/ml yang dihitung menggunakan Haemocytometer. Buah cabai sehat yang akan

diinokulasi dilukai terlebih dahulu menggunakan jarum steril. Inokulasi dengan menyemprotkan suspensi cendawan sebanyak 10 ml/tanaman ke seluruh permukaan tanaman cabai. Setelah itu pada bagian atas tanah ditutupi dengan kain basah, serta menyungkup tanaman menggunakan plastik bening selama 2 hari, setelah 2 hari sungkup dibuka dan tanaman diletakkan di tempat yang teduh (Dzung et al., 2017 ; Srisapoom et al, 2021)

Parameter yang diamati adalah durasi masa inkubasi, kejadian penyakit, dan laju infeksi. Hari pertama setelah inokulasi hingga timbulnya gejala merupakan masa inkubasi. Pengamatan kejadian penyakit dimulai sehari setelah inokulasi dan berlanjut hingga tanaman rentan menunjukkan gejala terinfeksi antraknosa dan dimasukkan ke dalam kelompok rentan. Rumus yang digunakan untuk menentukan angka Kejadian Penyakit (KP) diukur dengan menggunakan rumus berdasarkan dari Syukur et al. (2009) yaitu sebagai berikut:

$$KP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Catatan :

Kejadian Penyakit = KP

Jumlah buah semua buah yang diamati = N

Jumlah buah yang sakit = n.

Penetapan kriteria derajat ketahanan tanaman cabai terhadap serangan antraknosa dengan observasi kejadian penyakit dijadikan landasan (Andika, 2020). Kriteria ketahanan tanaman cabai terhadap antraknosa didasarkan pada kejadian penyakit (Palupi et al., 2015) (Tabel 1).

Tabel 1. Kriteria Ketahanan Tanaman Cabai Terhadap Antraknosa

Kejadian Penyakit (%)	Kriteria
$0 \leq X \leq 10$	Sangat Tahan
$10 < X \leq 20$	Tahan
$20 < X \leq 40$	Moderat
$40 < X \leq 70$	Rentan
>70	Sangat rentan

Commented [L56]: Maksudnya?

Commented [L57]: Cek penggunaan kalimat

Laju infeksi penyakit merupakan ukuran waktu cepat patogen berkembang seiring berjalannya waktu. Rumus polisiklik digunakan untuk menentukan laju infeksi penyakit (Van der Plank, 1963) dengan rumus perhitungan:

$$r = \frac{2,3}{t_2 - t_1} \log 10 \frac{x_2(1-x_1)}{x_1(1-x_2)}$$

Catatan:

R = Laju infeksi

x1 = Persentase Kejadian Penyakit pada pengamatan pertama

x2 = Persentase Kejadian Penyakit pada pengamatan kedua

t1 = Waktu observasi pertama

t2 = Waktu pengamatan kedua

HASIL DAN PEMBAHASAN

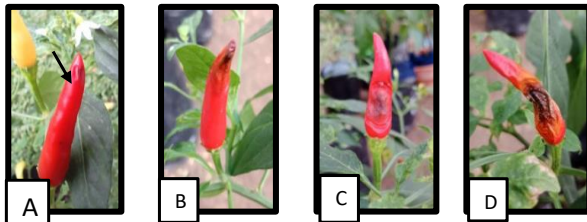
Tanda dan Gejala Antraknosa

Isolat yang ditemukan sebagai penyebab penyakit antraknosa memiliki gejala yang hampir sama yaitu bagian buah cabai yang terinfeksi awalnya mengerut ke bagian dalam (Gambar 1. A), kemudian berubah menjadi bercak coklat (Gambar 1. B) dengan membentuk lingkaran-lingkaran yang tidak beraturan dan pada bagian tengahnya terdapat bintik-bintik kecil berwarna kehitaman (Gambar 1. C) serta lama kelamaan bagian buah yang terinfeksi mengering (Gambar 1. D). Berdasarkan hasil penelitian ini terbukti penyakit antraknosa pada setiap varietas uji mempunyai gejala yang sama, yaitu buah cabai yang terinfeksi awalnya mengerut ke bagian dalam, kemudian berubah menjadi bercak coklat dengan membentuk lingkaran-lingkaran yang tidak beraturan dan pada bagian tengahnya terdapat bintik-bintik kecil berwarna kehitaman serta lama kelamaan buah yang terinfeksi mengering. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Kiran et al. (2021) menyatakan bahwa gejala buah cabai yang terserang penyakit antraknosa buah cabai mempunyai bintik hitam, jaringan nekrotik cekung dengan cincin acervuli yang konsentris. Demikian pula Oo & Oh (2020) menyampaikan bahwa gejala khas penyakit antraknosa pada buah cabai antara lain jaringan nekrotik yang cekung, dengan cincin acervuli yang konsentris dan lesi yang menyatu. diawali dengan timbulnya lekukan-lekukan dan berlanjut dengan munculnya bercak berwarna abu-abu tua hingga hitam dan pinggiran berwarna kecoklatan. Bahkan menurut Soesanto (2019) gejala pada buah cabai ditandai dengan adanya bercak berukuran kecil, bulat, agak tenggelam berwarna kuning tua yang lama-kelamaan menjadi berwarna coklat. Selain itu menurut Almeida et al. (2017) Serangan yang berat dapat menyebabkan buah menyusut dan mengering sepenuhnya, walaupun gejala awalnya terdiri dari lesi kecil berwarna coklat

Commented [L58]: Kalimat ini pengulangan dengan kalimat sebelumnya, silahkan ditulis ulang agar menjadi kalimat efektif

Commented [L59]: Tidak lazim digunakan dalam artikel ilmiah

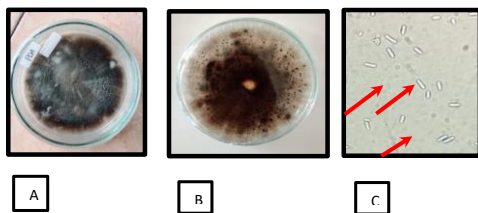
tua, melingkar, tertekan, dengan tepi jelas, berkembang ke tengah dan menjadi abu-abu hingga hitam, dengan lingkaran konsentris.



Gambar 1. ~~Syndrom~~ Gejala penyakit antrakanosa ~~hasil setelah~~ diinokulasi dengan *Colletotrichum* sp.

Koloni hasil isolasi dari buah cabai rawit **hiyung** yang bergejala antrakanosa dapat dilihat bahwa isolat cendawan *Colletotrichum* sp., pada bagian atas cawan petri berwarna abu-abu kehijauan (Gambar 2. A), dan pada bagian belakang cawan petri terdapat bintik-bintik kehitaman (Gambar 2. B). Sedangkan pada pengamatan secara mikroskopis konidia berbentuk silinder dengan ujung membulat (Gambar 2. C).

Formatted: Highlight



Gambar 2. Isolat hasil isolasi buah cabai Hiyung bergejala antrakanosa

Keterangan : A: Isolat *Colletotrichum* sp., pada bagian depan,

B: Isolat *Colletotrichum* sp., pada bagian belakang cawan petri,

C: Konidia *Colletotrichum* sp.

Pertumbuhan isolat cendawan *Colletotrichum* sp. pada cawan petri terlihat koloni berwarna abu-abu kehijauan dan agak kehitaman. Pada bagian belakang cawan petri terdapat bintik-bintik kehitaman. Konidia berbentuk silindris dengan ujung agak tumpul dan transparan, konidia ditemukan

Commented [L60]: Karakteristik yang diamati terlalu sederhana., perlu dibahas lebih banyak lagi karakteristik morfologinya. Untuk spora ditampilkan bar yang menyatakan ukuran, sertakan pula karakteristik makroskopis dan mikroskopis dari hasil penelitian lain sebagai referensi pembandingan

diantara seta sehingga diduga cendawan tersebut termasuk *Colletotrichum gloeosporioides*. Dugaan ini diperkuat menurut Sheu (2005), bahwa warna isolat *Colletotrichum gloeosporioides* berkisar dari putih, abu-abu, hingga hijau zaitun tua, dan konidianya berbentuk silinder lurus dengan ujung tumpul di kedua ujungnya. Isolat *Colletotrichum gloeosporioides* memiliki konidia silindris lurus dengan ujung tumpul di kedua ujungnya, berwarna putih hingga abu-abu, dan memiliki sedikit bintik acervuli hitam yang tersebar di seluruh bagiannya, menurut Mariana et al. (2021). Menurut Widodo & Hidayat (2018) isolat cendawan *Colletotrichum gloeosporioides* abu-abu atau abu-abu zaitun dengan bentuk konidia silinder dan kedua ujung membulat. Demikian juga menurut Lenne et al. (2018) konidia *Colletotrichum gloeosporioides* dihasilkan oleh seta.

Commented [L61]: Belum dapat disebutkan hingga tingkatan spesies jika hanya berdasarkan warna koloni dan bentuk spora., karakteristik ini umum dimiliki oleh jamur *Colletotrichum*, sehingga kurang spesifik jika langsung sampai tingkatan spesies. Sebaiknya tetap gunakan istilah *Colletotrichum sp.*

Commented [L62]: Kalimat ini pengulangan kalimat pada paragraf sebelumnya, silakan di sesuaikan kembali

Korelasi Masa inkubasi dengan tingkat ketahanan varietas

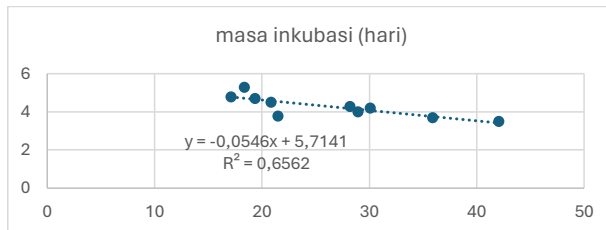
Pengamatan masa inkubasi dilakukan setiap hari mulai dari tanaman diinokulasi hingga munculnya gejala pertama. Berdasarkan data yang diperoleh, setiap jenis cabai rawit yang diteliti, memiliki masa inkubasi jamur *Colletotrichum sp.* yang berbeda beda. Hasil uji pengaruh dari varietas Tiung Tanjung, Sekar, Dewata 43 F1, Bara, dan CR-9 tidak berbeda dengan Hiyung. Sebaliknya, tipe Genie, Alip, Sret, dan Tiung Ulin sangat berbeda dengan Hiyung (Tabel 2).

Varietas Sekar paling lama menunjukkan masa inkubasinya yang paling lama, rata-rata 3,8 hari, disusul varietas Tiung Tanjung 3,7 hari, dan varietas Hiyung 3,5 hari, varietas Dewata 43 F1 pada 4,0 hari, varietas Bara pada 4,2 hari, varietas CR-9 pada 4,3 hari, varietas Genie dan varietas Alip pada 4,5 hari, pada varietas Sret pada 4,8 hari dan varietas Tiung Ulin memiliki masa inkubasi terlama yaitu pada 5,3 hari.

Commented [L63]: Cek kalimat ini., masih belum dapat difahami, restrukturisasi kembali dan pastikan dalam 1 paragraf minimal terdiri dari 2 kalimat

Hasil regresi antara masa inkubasi dan kejadian penyakit yaitu nilai keeratan yang sangat kuat yaitu 0.810076 . $y = -0,0546x + 5,7141$, nilai $R^2 = 0,6562$. Hasil analisis ini juga menunjukkan bahwa masa inkubasi berpengaruh 65% terhadap kejadian penyakit, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai pengaruh yang negatif menunjukkan bahwa semakin lama/panjang waktu yang diperlukan patogen untuk masuk dan menghasilkan gejala pada tanaman maka semakin rendah kejadian penyakitnya. (Gambar 3.)

Commented [L64]: Kalimat ini sult difahami,



Gambar 3. Hubungan regresi antara kejadian penyakit dan masa inkubasi

Commented [L65]: Lengkapi gambar dengan keterangan pada sumbu x dan y nya

Masa inkubasi dipengaruhi oleh kemampuan patogen untuk menyerang tanaman hingga menghasilkan gejala ditentukan oleh varietas tanaman itu sendiri. Sehingga interaksi antara patogen dan varietas tanaman menentukan perbedaan masa inkubasi. Masa inkubasi penyakit antraknosa oleh *Colletotrichum sp. gloeosporioides* pada masing masing varietas berbeda beda dan tingkat ketahanannya juga berbeda beda. Ketahanan dan kerentanan suatu varietas ditentukan oleh tingkat kejadian penyakit yang ditimbulkannya. Penentuan katogori tingkat ketahanan berdasarkan tingkat kejadian penyakitnya. Pada varietas yang lebih rentan masa inkubasinya lebih pendek dan sebaliknya pada varietas yang lebih tahan masa inkubasinya lebih panjang sesuai dengan hasil regresi antara masa inkubasi dan kejadian penyakit yaitu nilai keceratan yang sangat kuat yaitu 0,810076. Hasil analisis ini juga menunjukkan bahwa masa inkubasi berpengaruh 65% terhadap kejadian penyakit, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai pengaruh yang negatif menunjukkan bahwa semakin lama/panjang waktu yang diperlukan patogen untuk masuk dan menghasilkan gejala pada tanaman maka semakin rendah kejadian penyakitnya. Masa inkubasi akan lebih lama jika resistensinya lebih tinggi, dan lebih pendek jika tingkat resistensinya lebih rendah (Mora et al., 2015)

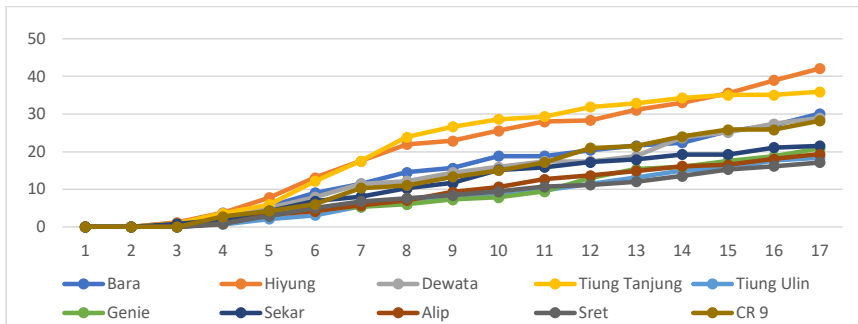
Commented [L66]: Bab ini membahas masa inkubasi, bukan kejadian penyakit

Commented [L67]: Pengulangan dan telah dituliskan pada paragraph sebelumnya

Commented [L68]: Tambahkan referensi pendukung lainnya

Kejadian Penyakit dan Tingkat Ketahanan Tanaman

Semua varietas cabai rawit yang dievaluasi mempunyai kejadian penyakit antraknosa harian yang meningkat setiap harinya. Selain itu, persentase kejadian penyakit bervariasi di semua jenis penyakit yang dievaluasi. Proporsi sebesar 42,08% pada varietas Hiyung mempunyai angka kejadian penyakit tertinggi, sedangkan kejadian penyakit terendah terjadi pada varietas Sret hanya 17,11% (Gambar 4).



Gambar 4. Perkembangan Kejadian Penyakit Antraknosa pada Beberapa Varietas yang Diuji

Commented [L69]: Lengkapi gambar dengan keterangan pada sumbu x dan y nya

Masing-masing spesies cabai rawit yang diteliti mempunyai ketahanan yang berbeda terhadap penyakit antraknosa. Persentase kejadian penyakit pada varietas Tiung Ulin, Alip, dan Sret masing-masing sebesar 18,37%, 19,36%, dan 17,11% termasuk dalam katagori tahan. sedangkan dengan persentase kejadian penyakit masing-masing sebesar 30,11%, kultivar Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, dan CR-9 termasuk dalam kelompok ketahanan moderat dengan kejadian penyakit masing masing berturut turut, 28,94%, 35,93%, 20,87%, 21,52% dan 28,20%. Sedangkan pada varietas Hiyung memiliki kategori ketahanan rentan dengan persentase kejadian penyakit sebesar 42,08%. Hasil pengamatan di lahan petani memang Tiung Tanjung dan Hiyung merupakan varietas cabai rawit yang paling banyak ditemukan pada pertanaman cabai di lahan rawa, sehingga tidak aneh bila varietas tersebut memiliki tingkat perkembangan penyakit yang lebih tinggi dibanding lainnya karena pathogen sudah adaktif dengan kedua varietas tersebut di lahan rawa. (Tabel 2.)

Tabel 2. Rata-Rata Kejadian Penyakit, Kategori Ketahanan, masa inkubasi, dan rata rata laju infeksi

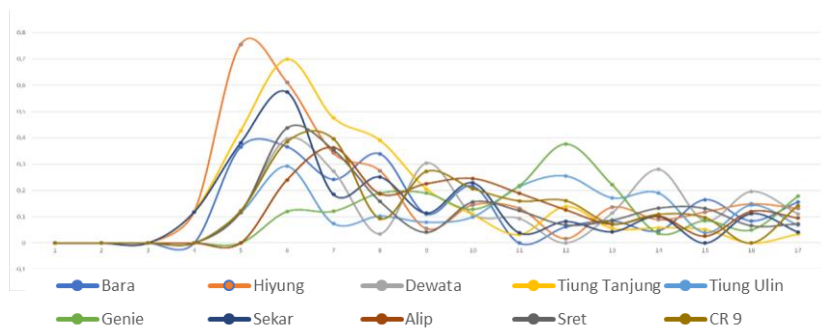
Varietas	Persentase Kejadian Penyakit (%)	Tingkat ketahanan	Masa inkubasi	Rata rata Laju Infeksi
Bara	30,11	Moderat	4,2 ^{abc}	0,132
Hiyung	42,08	Rentan	3,5 ^a	0,181
Dewata 43 F1	28,94	Moderat	4,0 ^{abc}	0,125
Tiung Tanjung	35,93	Moderat	3,7 ^{ab}	0,165
Tiung Ulin	18,37	Tahan	5,3 ^d	0,109
Genie	20,87	Moderat	4,5 ^{bc}	0,113
Sekar	21,52	Moderat	3,8 ^{ab}	0,139

Alip	19,36	Tahan	4,7 ^{cd}	0,117
Sret	17,11	Tahan	4,8 ^{cd}	0,115
CR-9	28,20	Moderat	4,3 ^{abc}	0,13

Pada penelitian ini terbukti setiap varietas memiliki kategori ketahanan yang berbeda-beda. Hal ini diduga karena adanya sistem pertahanan dari tanaman baik sebelum patogen berhasil masuk maupun setelah masuk yang diatur oleh gen yang dimiliki oleh masing masing varietas. Dalam interaksi yang tidak kompatibel *C. annuum* cv. Nokkwang dengan *C. siamense*, enam gen yang responsif terhadap pertahanan, termasuk gen cytochrome P450, gen PepCYP, gen thionin-like gen PepThi, gen defensin (J1-1), gen pepper thaumatin-like (PepTLP), gen MADS-box (PepMADS), and gen pepper esterase (PepEST) (Cui et al., 2023). Hasil penelitian Perdani et al., (2021) dari enam varietas cabai yang diuji memiliki tingkat ketahanan yang berbeda terhadap *C. acutatum* dan *C. gloeosporioides*. Ketahanan terhadap spesies *Colletotrichum* sangat diatur oleh keluarga gen spesifik dan interaksi biokimia yang terjadi melalui enzim spesifik dan metabolit sekunder yang dihasilkan pada interaksi inang-patogen (de Silva, 2017). Keterlibatan gen-gen ini dalam resistensi antraknosa yang dikendalikan oleh gen yang menghasilkan banyak peptida antimikroba seperti defensin, protein transfer lipid, dan protease inhibitor. Kuantifikasi metabolit sekunder yang dihasilkan selama interaksi antara aksesori *C. annuum* yang resisten, GBUEL104 dan *C. siamense*, menunjukkan bahwa dihasilkan konsentrasi asam caffeic dan asam klorogenat yang tinggi, dan ekspresi diferensialnya bergantung pada tahap perkembangan buah dan waktu setelah inokulasi (masa inkubasi) (Cui et al., 2023). Menurut Prasath dan Ponnuswami (2008), genotipe cabai yang tahan antraknosa memiliki kandungan fenol dan enzim aktif yang lebih besar dibandingkan genotipe cabai yang tidak tahan (seperti orto dihidroksi fenol, peroksidase, polifenol oksidase, dan fenilalanin amonia-lyase). Enzim Phenylalanine Ammonis Lyase (PAL), yang penting untuk pembentukan senyawa fitoaleksin dan fenolik, dikaitkan dengan peningkatan kandungan senyawa fenolik tanaman. Prekursor dalam produksi asam salisilat termasuk senyawa yang berasal dari PAL, seperti asam sinamat yang berperan dalam pengimbasan ketahanan sistemik (Nakkeeran et al., 2006). Resistensi buah cabai terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* disebabkan oleh reaksi hipersensitif (HR) (Kim et al., 2004). Perbedaan kategori ketahanan tanaman cabai juga diduga karena faktor ketahanan mekanis/ regulasi morfologi struktur oleh gen yang diekspresikan berupa ketebalan lapisan kutikula. Peningkatan ketahanan karena aplikasi Silika menyebabkan penebalan dinding sel dan kutikula. Selain itu juga karena terjadinya peningkatan kadar fenol atau hasil gabungan dari beberapa mekanisme (Jayawardana et al., 2016)

Laju Infeksi Penyakit pada Ketahanan Tanaman Berbeda

Tiap varietas cabai rawit yang diuji memiliki laju infeksi penyakit antraknosa yang berbeda-beda yaitu pada cabai rawit varietas Bara 0,132 unit/hari, varietas Hiyung 0,181 unit/hari, varietas Dewata 43 F1 0,125 unit/hari, varietas Tiung Tanjung 0,165 unit/hari, varietas Tiung Ulin 0,109 unit/hari, varietas Genie 0,113 unit/hari, varietas Sekar 0,139 unit/hari, varietas Alip 0,117 unit/hari, varietas Sret 0,115 unit/hari dan varietas 0,130 units/day for CR-9 (Table 4). Laju infeksi tercepat terjadi pada varietas Hiyung 0,181 unit/hari, sedangkan laju infeksi yang terlambat terjadi pada varietas Tiung Ulin 0,109 unit, artinya pada varietas Hiyung terjadi peningkatan penyakit rata-rata 0,181 buah pada setiap harinya dan varietas Tiung Ulin 0,109 buah setiap harinya (Gambar 5).



Gambar 5. Perkembangan Laju Infeksi Penyakit Antraknosa pada Beberapa Varietas Cabai Rawit Uji

Commented [L70]: Lengkapi gambar dengan keterangan pada sumbu x dan y nya

Gen resistensi dapat menargetkan satu atau beberapa sifat patogenisitas (pengurangan laju infeksi, laju sporulasi atau durasi sporulasi, pemanjangan durasi periode laten) dengan efisiensi penuh atau sebagian. Kultivar tahan mempunyai resistensi yang menargetkan laju infeksi, durasi periode laten, laju sporulasi, atau durasi sporulasi patogen yang dibatasi. Berdasarkan data hasil penelitian menunjukkan bahwa laju infeksi pada beberapa varietas cabai rawit yang sudah diuji berbeda-beda (Tabel 1). Perbedaan laju infeksi penyakit pada tiap-tiap varietas cabai rawit uji ini sejalan dengan perbedaan tingkat kejadian penyakit dan tingkat ketahanan tanaman. Menurut Nutter (2007) Perhitungan sederhana ini memberikan perkiraan bagaimana laju infeksi menunda waktu yang diperlukan untuk mencapai tingkat intensitas penyakit tertentu (misalnya timbulnya penyakit). Pada varietas Hiyung laju infeksi penyakit lebih tinggi bila dibanding dengan varietas cabai rawit uji lainnya. Ini memiliki makna semakin tinggi laju infeksi penyakit maka semakin cepat juga perkembangan populasi patogen per unit persatuan waktu sehingga berakibat semakin rentan varietas tersebut. Hal ini terlihat dari hasil analisis regresi (Gambar 5) menunjukkan bahwa semakin cepat laju

Commented [L71]: Kalimat ini membingungkan, tidak dapat inti atau poin yang ingin didiskusikan

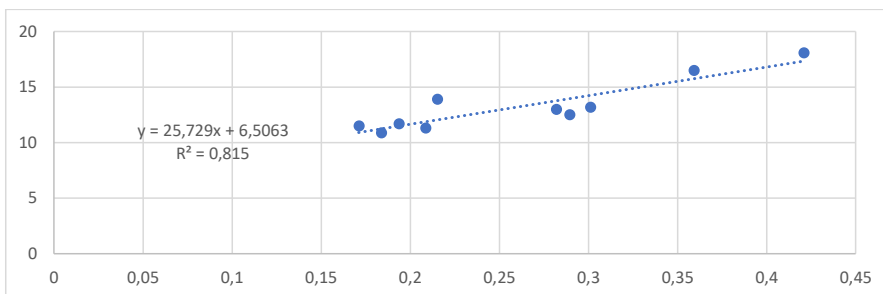
Commented [L72]: Apa dasar menetapkan pernyataan ini ? apakah ada informasi awal terkait ketahanan masing2 kultivar atau varietas yang digunakan ?

Formatted: Highlight

infeksi maka semakin tinggi kejadian penyakitnya dengan nilai keeratan yang tinggi yaitu $R^2 = 0,815$ yang menunjukkan bahwa 81,5% kejadian penyakit dipengaruhi oleh laju infeksi patogennya. Oka (1993) menyatakan bahwa salah satu faktor yang berpengaruh terhadap r (laju infeksi penyakit) yaitu ketahanan tanaman inang. Laju infeksi penyakit adalah ukuran laju perkembangan populasi patogen per satuan waktu atau laju berkembangnya populasi patogen. Berdasarkan data penelitian, setiap kultivar cabai rawit yang dievaluasi memiliki tingkat infeksi antraknosa yang berbeda. Varietas yang resisten dapat menurunkan kejadian infeksi. Persamaan regresi pengaruh kejadian penyakit terhadap laju infeksi adalah $y = 25,729x + 6,5063$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi laju infeksi maka semakin tinggi kejadian penyakitnya dan semakin rentan varietas tersebut. Apabila tanaman tahan maka kejadian penyakit yang rendah, sehingga semakin berkurang laju infeksinya. Menurut Meena et al. (2011) pada tanaman Indian mustard (*Brassica juncea*) kultivar Varuna lebih rentan dibandingkan dengan kultivar Rohini, karena laju infeksi pada daun dan polong lebih tinggi pada kultivar Rohini.

Commented [L73]: Referensi terlalu lama

Commented [L74]: Cek kalimat ini, penulisannya membingungkan



Gambar 6. Hubungan regresi antara kejadian penyakit dan laju infeksi

Commented [L75]: Lengkapi gambar dengan keterangan pada sumbu x dan y nya

Pada penelitian ini laju infeksi pada pengamatan awal pada masing masing varietas uji lebih tinggi kemudian menurun (Gambar 5), hal ini sejalan dengan hasil penelitian Hong and Hwang (1998) bahwa umur berpengaruh terhadap ketahanan tanaman cabai. Tanaman cabai yang tua lebih tahan terhadap penyakit antraknosa. Namun berbeda dengan penyakit hawar daun (Chang and Kwang, 2003) bahwa tingkat keparahan penyakit hawar daun jauh lebih besar pada tahap pertumbuhan akhir dibandingkan tahap awal ketika diinokulasi secara bersamaan di rumah kaca. Laju infeksi antraknosa pada berbagai varietas cabai rawit pada penelitian ini yaitu berkisar antara 0,109 unit/ hari pada varietas Tiung Ulin dengan kejadian penyakit 18,17% lebih rendah dibanding laju infeksi pada varietas Hiyung 0,18 unit/hari dengan kejadian penyakit 42,08 %. Ini lebih rendah dibanding hasil

Commented [L76]: Referensi terlalu lama

penelitian Prihatiningsih (2020) laju infeksi antraknosa pada cabai di desa Kemutug Lor mempunyai ketinggian tempat 350 m dpl menunjukkan intensitas penyakit antraknosa tertinggi (76%) dengan laju infeksi 0,345 unit per hari

KESIMPULAN

Kategori ketahanan sepuluh varietas cabai rawit yang di usahakan di lahan rawa terhadap penyakit antraknosa yaitu varietas Hiyung tergolong rentan, varietas Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar dan CR-9 adalah moderat, varietas Tiung ulin, Alip, dan Sret tergolong tahan. Masa inkubasi dari beberapa varietas cabai rawit yang sudah diuji berbeda-beda yaitu dengan rata-rata berkisar antara 3,5-5,3 hari. Semakin panjang masa inkubasi semakin tahan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa. Laju infeksi penyakit antraknosa berbeda-beda pada beberapa varietas cabai rawit yang telah diuji berfluktuasi. Diawal timbulnya penyakit, laju infeksi relatif lebih tinggi kemudian menurun, dengan rata rata berkisar antara 0,109 unit/hari pada varietas Tiung Ulin sampai dengan 0,181 unit/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, L. D., Matos, K. S., Assis, L. A. G., Hanada, R. E., & Silva, G. F. D. (2017). First report of anthracnose of *Capsicum chinense* in Brazil caused by *Colletotrichum brevisporum*. *Plant Disease*, 101(6), 1035. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-17-0099-PDN>
- Anggrahini, D. S., Wibowo, A., & Subandiyah, S. (2020). Morphological and molecular identification of *Colletotrichum* spp. associated with chili anthracnose disease in Yogyakarta Region. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 24(2), 161-174. <https://doi.org/10.22146/jpti.58955>
- BPS (Badan Pusat Statistik) Indonesia. (2019). Statistik Tanaman Sayuran Dan Buah-Buahan Semusim Indonesia, 2018. BPS-Statistics Indonesia
- Budi, I. S., & Mariana, M. (2016). Controlling Anthracnose Disease of Locally Chili in Marginal Wetland using Endophytic Indigenous Microbes and Kalakai (*Stenochlaena palustris*) Leaf Extract. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 4(1), 28-34. <http://dx.doi.org/10.20527/jwem.v4i1.51>
- Chang, S. W., & Hwang, B. K. (2003). Effects of plant age, leaf position, inoculum density, and wetness period on *Bipolaris coicis* infection in adlays of differing resistance. *Plant disease*, 87(7), 821-826. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.7.821>
- Cui, L., van den Munckhof, M. C., Bai, Y., & Voorrips, R. E. (2023). Resistance to Anthracnose Rot Disease in *Capsicum*. *Agronomy*, 13(5), 1434. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051434>

- Diao, Y. Z., Zhang, C., Liu, F., Wang, W. Z., Liu, L., Cai, L., & Liu, X. L. (2017). *Colletotrichum* species causing anthracnose disease of chili in China. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 38(1), 20-37.
- Debode, J., Van Hemelrijck, W., Xu, X. M., Maes, M., Creemers, P., & Heungens, K. (2015). Latent entry and spread of *Colletotrichum acutatum* (species complex) in strawberry fields. *Plant pathology*, 64(2), 385-395. <https://doi.org/10.3767/003158517x692788>
- de Silva, D. D., Groenewald, J. Z., Crous, P. W., Ades, P. K., Nasruddin, A., Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. (2019). Identification, prevalence and pathogenicity of *Colletotrichum* species causing anthracnose of *Capsicum annuum* in Asia. *IMA fungus*, 10(1), 1-32. <https://doi.org/10.1186/s43008-019-0001-y>
- de Silva, D. D., Crous, P. W., Ades, P. K., Hyde, K. D., & Taylor, P. W. (2017). Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. *Fungal Biology Reviews*, 31(3), 155-168. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2017.05.001>
- de Silva, D. D., Ades, P. K., Crous, P. W., & Taylor, P. W. J. (2017). *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Australia. *Plant Pathology*, 66(2), 254-267. <https://doi.org/10.1111/ppa.12572>
- Dzung, P. D., Hiet, H. D., Van Le, B., Thang, N. T., Van Phu, D., Duy, N. N., & Hien, N. Q. (2017). Induction of anthracnose disease resistance on chili fruit by treatment of oligochitosan—nanosilica hybrid material. *Agricultural Sciences*, 8(10), 1105-1113. <https://doi.org/10.4236/as.2017.810080>
- Forcelini, B. B., Gonçalves, F. P., & Peres, N. A. (2017). Effect of inoculum concentration and interrupted wetness duration on the development of anthracnose fruit rot of strawberry. *Plant disease*, 101(2), 372-377. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1175-RE>
- Jayawardana, H. A. R. K., Weerahewa, H. L. D., & Saparamadu, M. D. J. S. (2016). The mechanisms underlying the anthracnose disease reduction by rice hull as a silicon source in capsicum (*Capsicum annuum* L.) grown in simplified hydroponics. *Procedia food science*, 6, 147-150. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.035>
- Hajijah, H., Mariana, M., & Pramudi, M. I. (2022). Uji Resistensi *Colletotrichum* sp. Asal Cabai Hiyung Terhadap Fungisida Berbahan Aktif Klorotalonil dan Mankozeb. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 5(2), 455-465. <http://dx.doi.org/10.20527/jppt.v5i2.1250>
- Hartoni & Shafriani, K. A. (2023). Efisiensi Teknis Usahatani Cabai Besar Pada Lahan Pasang Surut Kecamatan Cerbon Kabupaten Barito Kuala (Pendekatan Data Envelopment Analysis). In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah 8* (2), 39-45.
- Hayati, A., & Hardarani, N. (2019). Karakteristik lahan dan budidaya cabai rawit hiyung: Informasi dasar untuk peningkatan produksi cabai rawit hiyung di lahan rawa lebak. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah 4* (1), 57-59.
- Hong, J. K., & Hwang, B. K. (1998). Influence of inoculum density, wetness duration, plant age, inoculation method, and cultivar resistance on infection of pepper plants by *Colletotrichum coccodes*. *Plant Disease*, 82(10), 1079-1083.
- Hu, S., Zhang, Y., Yu, H., Zhou, J., Hu, M., Liu, A., Wu, J., Wang, H. & Zhang, C. (2022). *Colletotrichum* spp. diversity between leaf anthracnose and crown rot from the same strawberry plant. *Frontiers in Microbiology*, 13, 860694. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.860694>

- Kim, K. H., Yoon, J. B., Park, H. G., Park, E. W., & Kim, Y. H. (2004). Structural modifications and programmed cell death of chili pepper fruit related to resistance responses to *Colletotrichum gloeosporioides* infection. *Phytopathology*, *94*(12), 1295-1304. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.12.1295>
- Kiran, R., Akhtar, J., Kumar, P., & Shekhar, M. (2020). Anthracnose of chilli: Status, diagnosis, and management. In *Capsicum*. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.93614>
- Lenné, J. M., Sonoda, R. M., & Parbery, D. G. (2018). Production of conidia by setae of *Colletotrichum* species. *Mycologia*, *76*(2), 359-362.
- Mora, M. L., Capó, Y. A., Suárez, M. A., Martín, M. C., Roque, B., & Méndez, E. M. (2015). Components of resistance to assess Black Sigatoka response in artificially inoculated *Musa* genotypes. *Revista de Protección Vegetal*, *30*(1), 60. <https://doi.org/10.1080/00275514.1984.12023847>
- Mariana, M., Liestiany, E., Cholís, F. R., & Hasbi, N. S. (2021). Penyakit antraknosa cabai oleh *Colletotrichum* sp. di lahan rawa Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, *23*(1), 30-36. <https://doi.org/10.31186/jipi.23.1.30-36>
- Mariana, M., Liestiany, E., Cholís, F. R., Adiyatama, M. D., Adhni, A. L., & Hasbi, N. S. (2021). Ketahanan jamur *Colletotrichum* spp. penyebab antraknosa buah cabai terhadap fungisida di lahan rawa. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 6, No. 2).
- Meena, P. D., Chattopadhyay, C., Meena, S. S., & Kumar, A. (2011). Area under disease progress curve and apparent infection rate of *Alternaria* blight disease of Indian mustard (*Brassica juncea*) at different plant age. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, *44*(7), 684-693. <https://doi.org/10.1080/03235400903345281>
- Nutter, F. F. (2007). The role of plant disease epidemiology in developing successful integrated disease management programs. In *General concepts in integrated pest and disease management* (pp. 45-79). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6061-8_3
- Oo, M. M., & Oh, S. K. (2016). Chilli anthracnose (*Colletotrichum* spp.) disease and its management approach. *Korean Journal of Agricultural Science*, *43*(2), 153-162.
- Oo, M. M., & Oh, S. K. (2020). First report of anthracnose of chili pepper fruit caused by *Colletotrichum truncatum* in Korea. *Plant Disease*, *104*(2), 564. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20160018>
- Palupi, H., Yulianah, I., & Respatijarti, R. (2015). Uji Ketahanan 14 Galur Cabai Besar (*Capsicum annum* L.) Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* Spp) Dan Layu Bakteri (*Ralstonia Solanacearum*) (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Perdani, A. Y., Paradisa, Y. B., Wahyuni, W., Indrayani, S., Sulistyowati, Y., & Cahyani, Y. (2021). Response of Six Chili Varieties to Anthracnose Disease Caused By *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, *21*(2), 144-150. <https://doi.org/10.23960/jhptt.221144-150>
- Prasath, D., & Ponnuswami, V. (2008). Screening of chilli (*Capsicum annum* L.) genotypes against *Colletotrichum capsici* and analysis of biochemical and enzymatic activities in inducing resistance. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, *68*(03), 344-346. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3098.4328>

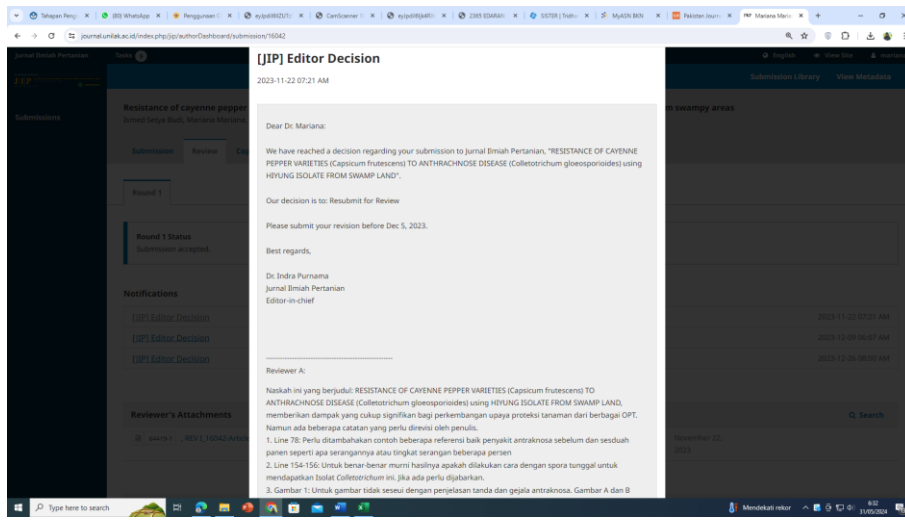
- Prihatiningsih, N., Djatmiko, H. A., & Erminawati, E. (2020). Komponen epidemi penyakit antraknosa pada tanaman cabai di kecamatan baturaden kabupaten Banyumas. *Jurnal Agro*, 7(2), 203-212. <http://dx.doi.org/10.15575/8000>
- Rahoo, A. M., Mukhtar, T., Gowen, S. R., Rahoo, R. K., & Abro, S. I. (2017). Reproductive potential and host searching ability of entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(1), 229-234. <https://doi.org/10.21307%2Fjofnem-2021-083>
- Rajasab, A. H., & Chawda, H. T. (1994). Dispersal of the conidia of *Colletotrichum gloeosporioides* by rain and the development of anthracnose on onion. *Grana*, 33(3), 162-165. <https://doi.org/10.1080/00173139409428994>
- Ridzuan, R., Rafii, M. Y., Ismail, S. I., Mohammad Yusoff, M., Miah, G., & Usman, M. (2018). Breeding for Anthracnose Disease Resistance in Chili: Progress and Prospects. *International journal of molecular sciences*, 19(10), 3122. <https://doi.org/10.3390/ijms19103122>
- Rout, S. S., Rout, P., Uzair, M., Kumar, G., & Nanda, S. (2023). Genome-wide identification and expression analysis of CRK gene family in chili pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to *Colletotrichum truncatum* infection. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 98(2), 194-206. <https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2117654>
- Salotti, I., Liang, Y. J., Ji, T., & Rossi, V. (2023). Development of a model for *Colletotrichum* diseases with calibration for phylogenetic clades on different host plants. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1069092. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1069092>
- Saxena, A., Raghuvanshi, R., Gupta, V. K., & Singh, H. B. (2016). Chilli anthracnose: the epidemiology and management. *Frontiers in microbiology*, 7, 1527. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01527>
- Semangun, H. (2001). *Pengantar ilmu penyakit tumbuhan*. Gadjah Mada University Press.
- Sheu, Z. M., & Wang, T. C. (2005). Evaluation of phenotypic and molecular criteria for the identification of *Colletotrichum* species causing pepper anthracnose in Taiwan. In *The second Asian conference on plant pathology 2005* (No. AVRDC Staff Publication). Faculty of Science, National University of Singapore.
- Soesanto, L. 2019. *Kompendium Penyakit-Penyakit Cabai*. Lily Publisher.
- Sutomo, R. C., Subandiyah, S., Wibowo, A., & Widiastuti, A. (2022). Description and Pathogenicity of *Colletotrichum* species causing chili anthracnose in Yogyakarta, Indonesia. *Agrivita, Journal of Agricultural Science*, 44(2), 312-321. <http://dx.doi.org/10.17503/agrivita.v44i2.3705>
- Shahzaman, S., Inam-ul-Haq, M., Mukhtar, T., & Naeem, M. (2015). Isolation, identification of antagonistic rhizobacterial strains obtained from chickpea (*Cicer arietinum* L.) field and their in-vitro evaluation against fungal root pathogens. *Pak. J. Bot*, 47(4), 1553-1558.
- Sharma, M., & Kulshrestha, S. (2015). *Colletotrichum gloeosporioides*: an anthracnose causing pathogen of fruits and vegetables. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 12(2), 1233-1246.
- Srisapoom, T., Saksirat, W., Mongkoltharuk, W. and Niamsanit, S. (2021). Avirulent *Colletotrichum* strain for controlling anthracnose disease in chilli caused by *Colletotrichum capsici*. *International Journal of Agricultural Technology* 17(5), 1943-1956

- Susanto, A., Prasetyo, A. E., & Wening, S. (2013). Laju infeksi Ganoderma pada empat kelas tekstur tanah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(2), 39-39. <https://doi.org/10.14692/jfi.9.2.39>
- Syukur, M., Sujiprihati, S., & Koswara, J. (2007). Pewarisan Ketahanan Cabai (*Capsicum annum* L.) terhadap Antraknosa yang Disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 35(2), 112–117. <https://doi.org/10.24831/jai.v35i2.1319>
- Van der Plank, J.E. (1963). *Plant Disease Epidemics and Control*. Academic Press
- Widodo & Hidayat, S. H. (2018). Identification of *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Indonesia by morphological characteristics and species-specific primers. *Asian Journal of Plant Pathology*, 12(1), 7-15.

22. Accepted December 9, 2023

[JIP] Editor Decision

2023-11-22 07:21 AM



6. Kesimpulan: Disesuaikan kembali dengan hasil dan pembahasan di atas.

Recommendation: Resubmit for Review

Reviewer B:

Catatan Penulisan :

1. Cek konsistensi penulisan nama varietas atau kultivar
2. Banyak kalimat yang ditulis membingungkan karena tidak memiliki struktur yang tepat, masih ditemukan adanya pengulangan kalimat yang sama
3. Beberapa masih ditemukan istilah-istilah yang tidak ilmiah dalam penulisan kalimat
4. Jika menggunakan referensi berbahasa asing, jangan langsung dituliskan setelah di alih bahasa, namun di parafrase terlebih dahulu
5. lengkapi gambar grafik dengan keterangan pada sumbu x dan y nya
6. Paragraf pada line 402 - 428 terlalu panjang untuk dijadikan 1 paragraf

Catatan Isi Artikel :

1. dalam karakterisasi patogen yang digunakan, belum terlihat karakteristik morfologi baik mikro dan makro yang memadai, gambar koloni dan spora yang kurang jelas, dan harus disertakan contoh isolat pembandingnya berdasarkan referensi lain
2. karakterisasi dan identifikasi belum bisa sampai tingkatan spesies jika hanya secara morfologi, sehingga belum kuat jika dinyatakan isolat patogen merupakan *Colletotrichum gloeosporioides*
3. referensi tentang ketahanan masing-masing varietas yang digunakan masih kurang perlu dilengkapi
4. beberapa referensi digunakan terlalu tua, perlu diperkaya dengan referensi terbaru dalam hasil dan pembahasan

Recommendation: Revisions Required

23. Revise before production | indra1905 2023-12-17 06:50 AM [indra1905, 16042-Article Text-65321-1-15-20231205.docx](#)

RESISTANCE OF CAYENNE PEPPER VARIETIES (*Capsicum frutescens*) TO ANTHRACHNOSE DISEASE (*Colletotrichum gloeosporioidessp*) USING ISOLATE FROM SWAMP LAND

KETAHANAN VARIETAS CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*) TERHADAP PENYAKIT ANTRAKNOSA (*Colletotrichum gloeosporioidessp.*) ISOLAT ASAL LAHAN RAWA

Abstract

Chilli fruit anthracnose is a major disease in the pre- and postharvest phase caused by *Colletotrichum* sp, results in serious yield loss and affects crop quality in many countries, making it a disease of economic consequence.

~~Anthracnose disease in chili plants is a major disease that is troublesome problem because it attacks the harvest in the form of rotten fruit. Farmers' reliance on repeated chemical sprays raises environmental and food safety concerns and can potentially lead to emergence of new chemical resistant pathogen strains. Utilization of host disease resistance is considered the most sustainable approach to protect plants against various pathogen. The use of resistant cultivars is a superlative approach for early control measures that minimize yield losses and are an important part of integrated disease management. This study examined 10 types of cayenne pepper which were cultivated in swamps in a greenhouse under completely random conditions. This study examined 10 types of cayenne pepper cultivated in marshes in a greenhouse under fully random conditions. The results of this research show that The findings revealed that the Tiung Ulin, Alip, and Sret types were classed as resistant, while the Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9 varieties were moderate. The HiyungHiyung variety was found to be susceptible. The average incubation period for the many cayenne pepper cultivars that have been studied ranges from 3.5 to 5.3 days. The incidence of this disease decreases as the incubation period increases, thereby increasing resistance to anthracnose. The incidence of the illness decreases with lengthier incubation periods, thereby increasing the resistance to anthracnose.~~ The infection rate of anthracnose disease varied in several varieties of cayenne pepper that had been tested, with an average of Bara 0.132 units/day, HiyungHiyung 0.181 units/day, Dewata 43 F1 0.125 units/day, Tiung Tanjung 0.165 units/day, Tiung Ulin 0.109 units/day, Genie 0.113 units/day, Sekar 0.139 units/day, Alip 0.117 units/day, Sret 0.115 units/day and CR-9 0.130 units/day.

Keywords: Varieties, Cayenne pepper, swamp, anthracnose

Abstrak

Antaknosa merupakan penyakit utama pada tanaman cabai yang sangat merugikan karena menyerang hasil panen berupa buah yang busuk, dan penyakit ini juga selalu terdapat di seluruh pertanaman cabai di lahan rawa. Tindakan pengendalian menggunakan pestisida sering dilakukan, namun belum memperoleh hasil pengendalian yang memuaskan. Penggunaan varietas tahan merupakan pendekatan tepat untuk tindakan pengendalian dini yang dapat meminimalkan kehilangan hasil, dan penggunaan varietas tahan merupakan bagian penting dari pengelolaan penyakit terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari tingkat ketahanan berbagai varietas cabai yang biasa ditanam di lahan rawa terhadap isolat *Colletotrichum gloeosporioides* sp. spesifik lokasi lahan rawa. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca yang disusun dengan rancangan acak lengkap, untuk menguji sepuluh varietas cabai rawit yang biasa ditanam di lahan rawa. Hasil penelitian menunjukkan varietas HiyungHiyung adalah tergolong rentan, sedangkan varietas Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar dan CR-9 adalah moderat, sedangkan varietas Tiung Ulin, Alip, dan varietas Sret tergolong tahan. Masa inkubasi dari beberapa varietas cabai rawit yang sudah diuji berbeda-beda yaitu dengan rata-rata berkisar antara 3,5-5,3 hari. Semakin panjang masa inkubasi semakin tahan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa, dan sebaliknya: semakin tinggi laju infeksi maka semakin tinggi kejadian penyakitnya dan

Formatted: Line spacing: single

Commented [L77]: Belum terlihat tujuan penelitian pada bagian ini

semakin rentan varietas tersebut. Laju infeksi penyakit antraknosa berbeda-beda pada beberapa varietas cabai rawit yang telah diuji, dengan rata-rata yaitu varietas Bara 0,132 unit/hari, Hiyung 0,181 unit/hari, Dewata 43 F1 0,125 unit/hari, Tiung Tanjung 0,165 unit/hari, Tiung Ulin 0,109 unit/hari, Genie 0,113 unit/hari, Sekar 0,139 unit/hari, Atip 0,117 unit/hari, dan Sret 0,115 unit/hari dan CR-9 sekitar 0,130 unit/hari.

Kata kunci : Varietas, Cabai rawit, rawa, antraknosa

Pendahuluan

Cabai merupakan salah satu produk hortikultura yang banyak dibudidayakan. Ada tiga jenis cabai yang umum ditanam, yaitu; cabai besar (*Capsicum annum* L.), cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.), dan cabai keriting (*Capsicum annum* var. *longum*), dengan produksi dan luas panen terbesar adalah jenis cabai rawit menempati urutan pertama, yakni mencapai 1.394 juta ton (BPS Indonesia, 2021) (BPS Indonesia, 2019). Cabai rawit mudah tumbuh, namun serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) tidak dapat dipisahkan dari awal proses budidayanya dan akan menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil akhir yang merugikan petani. Antraknosa merupakan salah satu penyakit penting yang menyerang tanaman cabai dan secara nyata mempengaruhi produksi cabai di dunia, begitu juga di Indonesia gangguan antraknosa menjadi hambatan pertumbuhan ekonomi yang signifikan setiap musim tanam.

Commented [L78]: Dapat dilengkapi dengan berapa luasan yang dimaksud

Di Indonesia, serangan antraknosa terbukti menyebabkan kehilangan hasil pada pertanaman cabai berkisar antara 10-80% pada musim hujan dan 2-35% pada musim kemarau (Widodo & Hidayat 2018). Selain menyebabkan kehilangan hasil panen yang parah, epidemi antraknosa juga dapat menurunkan kualitas produk (Salotti et al., 2023). Buah yang terserang awalnya membetuk lekukan ke dalam kemudian muncul bintik-bintik abu-abu tua hingga hitam dan pinggirannya berwarna kecoklatan. Pada bagian tengah gejala terdapat aservuli yang berupa bintik-bintik kecil kehitam-hitaman. Serangan yang lebih parah mengakibatkan buah mengkerut, mengering dan busuk (Mariana, et al., 2021). Kerugian yang tinggi disebabkan oleh keterlibatan patogen pada masa pasca dan pra panen yang menyebabkan hilangnya 10-80% hasil buah cabai yang dapat dipasarkan (Than et al., 2008). Dilapang saat pra panen, jamur

Commented [L79]: Hindari kata ini di awal kalimat

patogen terutama disebarkan oleh angin. Hujan yang berangin sangat membantu perkembangan penyakit antraknosa. Penyakit akan terus berkembang pada saat pascapanen karena menular dari buah yang sehat ke buah yang sakit dengan adanya kontak antar buah. Penyakit akan semakin parah bila terjadi pelukaan.

Colletotrichum sp. bukan hanya merupakan bukan hanya jamur penyebab penyakit busuk buah cabai (de Silva et al. 2019, Sutomo et al., 2022), tapi juga terbukti menjadi penyebab penyakit berbagai tanaman hortikultura dan buah-buahan di seluruh dunia. namun sesungguhnya jamur genus *Colletotrichum* menyebabkan penyakit antraknosa sebelum dan sesudah panen pada tanaman hortikultura, dan juga tanaman buah-buahan di seluruh dunia. Ditemukan 11 spesies *Colletotrichum* berbeda yang menjadi penyebab penyakit antraknosa pada tanaman cabai di China (Diao et al., 2017). Di Indonesia juga sudah ditemukan 7 spesies dari 24 spesies yang pernah dilaporkan ada di Asia (de Silva et al., 2019) Setidaknya 11 spesies *Colletotrichum* yang berbeda bertanggung jawab atas penyakit antraknosa pada cabai di China (Diao et al., 2017), sedangkan 7 spesies asal Indonesia masuk dalam daftar 24 spesies *Colletotrichum* hasil inventarisasi untuk Asia (de Silva et al., 2019). Berdasarkan penelitian Anggrahini et al. (2020), di Yogyakarta berhasil diidentifikasi secara molekuler empat spesies *Colletotrichum* yang berbeda yaitu *C. scovillei*, *C. truncatum*, *C. siamense*, dan *C. makassarii*.

Saat ini tanaman cabai ditanam di lahan rawa lebak maupun di rawa pasang surut. Keunggulan khusus lahan rawa lebak antara lain tanaman cabai dapat dibudidayakan di lahan pertanian saat musim kemarau, pada saat agroekosistem lain kekeringan. Oleh karena itu, di lahan rawa lebak tanaman cabai dapat ditanam di luar musim, sehingga harga jual lebih tinggi. Di kawasan rawa lebak lebak, cabai biasanya ditanam dengan teknik surjan di atas tukanan (Hayati & Hardarani, 2019). Cabai juga ditanam pada lahan tipe B pada lahan pasang surut, dimana luapan air pasang hanya terjadi pada saat air pasang besar saja (Hartoni & Shafriani, 2023).

Di Antraknosa merupakan penyakit yang selalu ada di lahan rawa Kalimantan Selatan, sehingga selalu menjadi masalah serius yang dialami petani setiap musim tanam. lahan rawa Kalimantan Selatan, penyakit ini terdapat di seluruh pertanaman cabai dan merupakan kendala yang serius bagi petani. Penyakit antraknosa pada cabai juga ditemukan pada cabai rawit lokal varietas Hiyung Hiyung. Varietas cabai rawit Hiyung Hiyung ini juga sudah ditanam di beberapa lokasi di Kalimantan Selatan (Budi & Mariana, 2016). Pada tahun 2020 tanaman terserang penyakit antraknosa di lahan rawa lebak mencapai 100% dengan rata-rata tingkat keparahan penyakit mencapai 43,7%. Kejadian penyakit antraknosa tersebut semakin meningkat pada

Commented [L80]: Penggunaan istilah kurang ilmiah

Commented [L81]: Cek kembali kalimat ini, upayakan jangan langsung gunakan hasi; terjemahan namur di paraphrase terlebih dahulu dengan Bahasa Indonesia yang tepat

Commented [L82]: Cek penulisan

Commented [L83]: Perhatikan penggunaan kalimat yang efektif, silahkan di tulis kembali

Commented [L84]: Konsisten penulisannya huruf besar atau huruf kecil

Commented [L85]: Konsisten penulisannya huruf besar atau huruf kecil

hasil pengamatan tahun 2020 yaitu 100 % lahan rawa lebak di serang penyakit antraknosa dengan rata-rata tingkat kejadian penyakit 43,7%. Rata-rata angka kejadian penyakit juga lebih besar pada pertanaman cabai di daerah rawa pasang surut di Kecamatan Marabahan yaitu 57,54 %. Hasil penelitian Mariana et al. (2021) membuktikan isolat *Colletotrichum* asal lahan rawa di Desa Hiyung Hiyung tahan terhadap fungisida Antracol berbahan aktif Propineb 70% yang biasa dipakai petani bila mulai ada timbul gejala tanaman terserang. Petani juga sering menggunakan fungisida berbahan aktif Klorotalanil dengan konsentrasi dua tingkat di atas dosis anjuran tapi terbukti masih tidak mampu mengatasi gangguan antraknosa pada cabai (Hajijah et al., 2022). Ternyata isolat cendawan *Colletotrichum* sp. dari lahan rawa di Desa Hiyung sudah tahan terhadap fungisida yang biasa dipakai oleh petani, seperti Antracol yang berbahan aktif Propineb 70% (Mariana et al., 2021), dan fungisida berbahan aktif Klorotalanil sampai dengan konsentrasi dua tingkat di atas dosis anjuran ternyata juga efektivitas pengendalian masih rendah (Hajijah et al., 2022)

Commented [L86]: Cek kalimat, tulis kembali menjadi kalimat yang benar

Formatted: Font: Italic

Potensi perkembangan penyakit antraknosa menjadi lebih tinggi karena selain menular lewat biji, penyebaran penyakit ini juga melalui kontak antar buah di penyimpanan, percikan air hujan, sisa tanaman sakit di tanah, dan aliran air permukaan (Oo & Oh, 2016 ; Rajasab and Chawda, 1994).

Commented [L87]: Cek kalimat, tulis kembali menjadi kalimat yang benar

Secara epidemiologi penyakit antraknosa mempunyai daur polisiklik dimana spora aseksual (konidia) yang terbawa percikan air yang bertanggung jawab dalam permulaan dan penyebaran epidemi (Salotti et al., 2023). Bahan tanam yang terinfeksi *C. acutatum* walaupun tidak menunjukkan gejala (*symptomless leaves*) dapat menjadi sumber infeksi dan berkorelasi kuat dengan kejadian penyakit baik sebelum maupun pasca panen (Debode et al., 2015)

Commented [L88]: Cek kalimat, tulis kembali menjadi kalimat yang benar

Berbagai cara pengendalian sudah dilakukan petani. Segala upaya telah dilakukan petani untuk mengelola *Colletotrichum* sp. karena besarnya potensi kerugian yang terjadi. Usaha untuk meminimalkan kerugian, maka petani seringkali memilih untuk mengendalikan penyakit ini dengan pestisida kimia. Padahal harusnya penggunaan pestisida kimia semakin dibatasi karena pestisida kimia berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Mengingat pestisida berbahaya bagi manusia dan lingkungan, maka perlu alternatif cara pengendalian seperti penggunaan jenis tanaman yang tahan sebagai salah satu solusi mengatasi permasalahan penyakit antraknosa di lahan.

Commented [L89]: Cek kembali penggunaan kata2 ini untuk artikel ilmiah

Commented [L90]: Cek kalimat, tulis kembali menjadi kalimat yang benar

Pengendalian dengan tanaman tahan dapat dengan mudah dan kompatibel apabila dipadukan dengan teknik pengendalian lainnya. Selain ramah lingkungan, penanaman varietas tahan ini juga mengurangi biaya pengendalian, mengurangi residu kimia pada produk, dan

mengurangi bahaya bagi petani pada saat aplikasi (Shahzaman et al., 2015; Rahoo et al., 2017). Gen tahan yang dimiliki oleh varietas tahan membuat tanaman tersebut mampu bertahan disaat terserang patogen yang ganas dengan den lingkungan yang mendukung penyakit berkembang cepat. Ketahanan PBC932 terhadap *C. acutatum* dikendalikan oleh dua gen dominan pada stadium buah hijau dan dua gen resesif pada stadium buah masak, dan terbukti pewarisan resistensi dominan monogenik terhadap *C. truncatum* (Ridzuan et al., 2018) Penanda HpmsE032 dapat dianggap berguna dalam pemilihan genotipe tahan yang berasal dari galur PBC80 (Rout et al., 2023)

Ketahanan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa telah banyak diteliti, namun beberapa varietas yang telah dibudidayakan petani di lahan rawa perlu dievaluasi terkait dengan menjadi resistennya beberapa fungisida yang digunakan petani dan berkembangnya penyakit antraknosa di lahan rawa seperti yang terjadi di sentra pertanaman cabai rawit banjar varietas HiyungHiyung. (Mariana et al., 2021). Hasil survei varietas cabai rawit yang digunakan oleh petani di lahan rawa adalah varietas Bara, HiyungHiyung, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Tiung Ulin, Genie, Sekar, Alip, Sret, dan CR-9. Cabai HiyungHiyung mulai ditanam di beberapa lokasi, maka dari itu perlu dilakukan evaluasi ketahanan beberapa varietas cabai rawit yang ditanam di lahan rawa terhadap isolat *Colletotrichum* sp. asal cabe HiyungHiyung dari lahan rawa Desa HiyungHiyung.

Materials and methods

Evaluasi ketahanan varietas uji ini dilaksanakan di rumah kaca Fitopatologi Fakultas Pertanian Universitas XX yang terletak pada titik koordinat -3.44064, 114.84545. Tanaman uji yaitu sepuluh varietas cabai rawit (Tiung Ulin, Alip, Sret, Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, dan CR-9) yang ditanam di lahan rawa dan ditanam di dalam polibag. Penelitian dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap. Sepuluh perlakuan diulang tiga kali, dan masing masing satuan percobaan ada dua tanaman. Isolasi dan identifikasi dilakukan di laboratorium Fitopatologi Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas ~~XX~~, Lambung Mangkurat

Commented [L91]: Tuliskan 10 varietas yang digunakan

Formatted: Not Strikethrough

Isolasi dan penyiapan inokulum *Colletotrichum* sp. Asal Cabe HiyungHiyung

Sampel gejala diambil dari lokasi pertanaman cabai varietas HiyungHiyung di Kawasan lahan rawa Desa HiyungHiyung di Kabupaten Tapin Tengah Kalimantan Selatan. Buah cabai rawit yang menunjukkan tanda-tanda serangan patogen tahap awal atau belum sepenuhnya menutupi permukaan buah pada gejala tersebut, digunakan sebagai sumber inokulum. Isolasi

dan identifikasi di [lakukan di](#) laboratorium Fitopatologi Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas XX.

Prosedur isolasi *Colletotrichum* mengikuti Hu et al. (2022) yaitu buah cabai yang bergejala penyakit antraknosa dipotong 5 mm x 5 mm pada bagian buah antara yang sakit dan sehat. Setelah itu dicelupkan pada alkohol 70% selama 30 detik untuk menghilangkan kontaminasi di bagian luar dan tiga kali dalam air steril. Pada kertas saring steril, kemudian dikeringkan. Potongan buah cabai yang sudah kering dikulturkan pada media PDA yang telah ditambahkan Streptomisin sulfat (100 mg/L)

~~Karakter makroskopik yaitu Pengamatan mikroskopis dilakukan di bawah mikroskop Leica DM300 Compound Microscope (US) dengan melihat karakter koloni diamati secara visual meliputi, morfologi kultur seperti warna koloni dan bentuk tepian koloni, karakter permukaan koloni, warna acervulus serta laju pertumbuhan koloni.~~ ~~karakter makroskopis seperti warna koloni dan bentuk koloni.~~ ~~Pengamatan mikroskopis dilakukan di bawah mikroskop Leica DM300 Compound Microscope (US).~~ ~~dan~~ ~~Karakter morfologi mikroskopis patogen yang diamati adalah, seperti~~ ~~Morfologi meliputi~~ bentuk dan karakter konidia, ada tidaknya setae, ~~sedangkan karakter koloni diamati secara visual meliputi, morfologi kultur dan laju pertumbuhan (de Silva, 2017).~~ Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis tersebut, kemudian divalidasi melalui literatur terkait koloni jamur genus *Colletotrichum* sp. (de Silva, 2019). (Lenne et al., 2018).

Uji Katagori Tingkat Ketahanan Cabai

~~Pada~~ ~~P~~polybag kecil yang telah diisi media tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1, ditanam benih cabai yang telah direndam air selama 24 jam. ~~Pembuatan lubang di tanah~~ Tanah dilubangi dan diisi dengan dua biji cabai, lalu ditutup tanah lagi. Bibit cabai tersebut dipelihara hingga tanaman mempunyai empat helai daun atau tanaman berumur 3 minggu.

Tanaman dengan empat daun atau yang berumur tiga minggu dipindahkan ke polybag berukuran 35 x 35 cm. Sebelum dipindahkan, terlebih dahulu media tanam dilubangi dengan kedalaman \pm 5 cm, kemudian dilakukan pemindahan tanam dengan cara memilih bibit cabai yang sehat dan pertumbuhannya seragam serta mengambil tanah yang melekat pada bagian perakaran, lalu tutup kembali dengan media tanam. Bibit yang ditanam langsung disiram dengan air agar tanah tetap basah dan diberi naungan. Selain itu, tanaman cadangan juga disediakan untuk mengganti bila tanaman utama mati atau terserang hama.

Commented [L92]: Di deskripsikan sesuai karakter makroskopis apa saja yang di amati, dan karakteristik mikroskopis apa saja agar runut

Commented [L93]: Di deskripsikan sesuai karakter makroskopis apa saja yang di amati, dan karakteristik mikroskopis apa saja agar runut

Commented [L94]: Hindari digunakan di awal kalimat, silahkan di ubah

Inokulasi *Colletotrichum* sp. diawali dengan membuat suspensi inokulum yaitu dengan cara menambahkan 10 ml air steril ke dalam cawan petri yang berisi biakan *Colletotrichum* sp, kemudian cawan diratakan dengan segitiga perata. Sebanyak 10 ml suspensi tersebut kemudian dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi 90 ml air steril dan dihomogenkan dengan shaker berkecepatan 150 rpm selama 15 menit. Suspensi tersebut dibuat pada konsentrasi 10^6 spora/ml yang dihitung menggunakan Haemocytometer. Buah cabai sehat yang akan diinokulasi dilukai terlebih dahulu menggunakan jarum steril. Inokulasi dengan menyemprotkan suspensi cendawan sebanyak 10 ml/tanaman ke seluruh permukaan tanaman cabai. Setelah itu pada bagian atas tanah ditutupi dengan kain basah, serta menyungkup tanaman menggunakan plastik bening selama 2 hari, setelah 2 hari sungkup dibuka dan tanaman diletakkan di tempat yang teduh (Dzung et al., 2017 ; Srisapoom et al, 2021)

Parameter yang diamati adalah durasi masa inkubasi, kejadian penyakit, dan laju infeksi. Hari pertama setelah inokulasi hingga timbulnya gejala merupakan masa inkubasi. Pengamatan kejadian penyakit dimulai sehari setelah inokulasi dan pengamatan terus berlanjut hingga tanaman cek rentan (varietas Hiyung) menunjukkan gejala terinfeksi antraknosa dengan tingkat intensitasnya dimasukkan ke dalam kelompok rentan (diatas 40%). Rumus yang digunakan untuk menentukan angka Kejadian Penyakit (KP) diukur dengan menggunakan rumus berdasarkan dari Syukur et al. (2009) yaitu sebagai berikut:

$$KP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Catatan :

Kejadian Penyakit = KP

Jumlah buah semua buah yang diamati = N

Jumlah buah yang sakit = n.

Penetapan kriteria/derajat ketahanan tanaman cabai terhadap serangan antraknosa dengan observasi berdasarkan kejadian penyakit dijadikan landasan (Andika, 2020). Kriteria ketahanan tanaman cabai terhadap antraknosa didasarkan pada kejadian penyakit (Palupi et al., 2015) (Tabel 1).

Tabel 1. Kriteria Ketahanan Tanaman Cabai Terhadap Antraknosa

Kejadian Penyakit (%)	Kriteria
-----------------------	----------

Commented [L95]: Maksudnya?

Commented [L96]: Cek penggunaan kalimat

$0 \leq X \leq 10$	Sangat Tahan
$10 < X \leq 20$	Tahan
$20 < X \leq 40$	Moderat
$40 < X \leq 70$	Rentan
>70	Sangat rentan

Laju infeksi penyakit merupakan ukuran waktu cepat patogen berkembang seiring berjalannya waktu. Rumus polisiklik digunakan untuk menentukan laju infeksi penyakit (Van der Plank, 1963) dengan rumus perhitungan:

$$r = \frac{2,3}{t_2 - t_1} \log 10 \frac{X_2(1 - X_1)}{X_1(1 - X_2)}$$

Catatan:

R = Laju infeksi

x1 = Persentase Kejadian Penyakit pada pengamatan pertama

x2 = Persentase Kejadian Penyakit pada pengamatan kedua

t1 = Waktu observasi pertama

t2 = Waktu pengamatan kedua

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanda dan Gejala Antraknosa

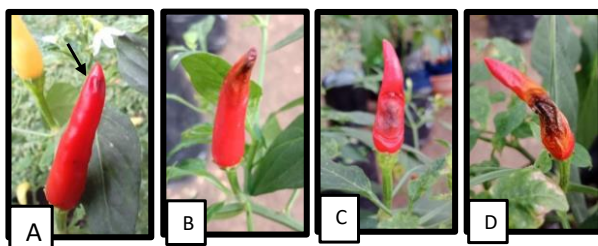
Isolat yang ditemukan sebagai penyebab penyakit antraknosa memiliki gejala yang hampir sama yaitu bagian buah cabai yang terinfeksi awalnya mengkerut ke bagian dalam (Gambar 1. A), kemudian berubah menjadi bercak coklat (Gambar 1. B) dengan membentuk lingkaran-lingkaran yang tidak beraturan dan pada bagian tengahnya terdapat bintik-bintik kecil berwarna kehitaman (Gambar 1. C) serta lama kelamaan bagian buah yang terinfeksi mengering (Gambar 1. D). Berdasarkan hasil penelitian ini terbukti penyakit antraknosa pada setiap varietas uji mempunyai gejala yang sama, yaitu buah cabai yang terinfeksi awalnya mengkerut ke bagian dalam, kemudian berubah menjadi bercak coklat dengan membentuk lingkaran-lingkaran yang tidak beraturan dan pada bagian tengahnya terdapat bintik-bintik kecil berwarna kehitaman serta lama kelamaan buah yang terinfeksi mengering. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Kiran et al. (2021) menyatakan bahwa gejala buah cabai yang terserang penyakit antraknosa buah cabai mempunyai bintik hitam, jaringan nekrotik cekung dengan cincin acervuli yang konsentris. Hasil penelitian Demikian pula Oo & Oh (2020) menyampaikan bahwa gejala khas penyakit antraknosa pada buah cabai antara lain jaringan nekrotik yang cekung,

Commented [L97]: Kalimat ini pengulangan dengan kalimat sebelumnya, silahkan ditulis ulang agar menjadi kalimat efektif

Commented [L98]: Tidak lazim digunakan dalam artikel ilmiah

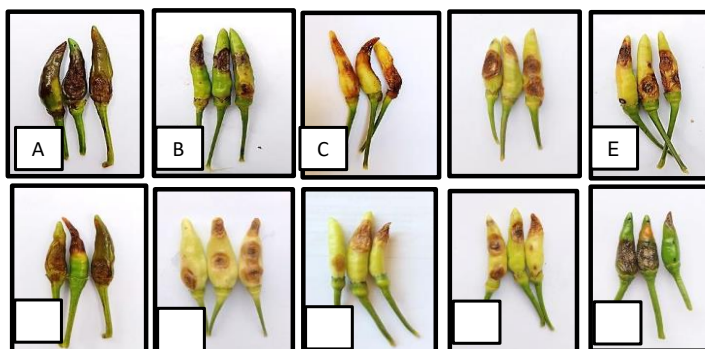
dengan cincin acervuli yang konsentris dan lesi yang menyatu. diawali dengan timbulnya lekukan- lekukan dan berlanjut dengan munculnya bercak berwarna abu-abu tua hingga hitam dan pinggiran berwarna kecoklatan. Bahkan menurut Soesanto (2019) gejala pada buah cabai ditandai dengan adanya bercak berukuran kecil, bulat, agak tenggelam berwarna kuning tua yang lama-kelamaan menjadi berwarna coklat. Selain itu menurut Almeida et al. (2017) Serangan yang berat dapat menyebabkan buah menyusut dan mengering sepenuhnya, walaupun gejala awalnya terdiri dari lesi kecil berwarna coklat tua, melingkar, tertekan, dengan tepi jelas, berkembang ke tengah dan menjadi abu-abu hingga hitam, dengan lingkaran konsentris.

Gejala yang terdapat di desa Hiyung diawali dengan terbentuknya lekukan kemudian muncul bercak berwarna abu abu tua sampai hitam. Di bagian tengah gejala terdapat bintik bintik kecil yang berwarna kehitam-hitaman. Serangan lebih lanjut mengakibatkan buah mengkerut, kering dan membusuk. Bercak dikelilingi oleh pinggiran yang berwarna coklat (Gambar 3a).



Formatted: Centered

Gambar 1. Syndrom gUrutan gGejala penyakit antraknosa hasil- setelah diinokulasi dengan Colletotrichum sp.



D

Gambar 2. Gejala Antraknosa hasil inokulasi pada Buah Cabai Rawit Uji

Keterangan : Varietas Uji, A. Hiyung, B. Dewata 43 F1, C. Bara. D. Tiung Tanjung. E. Genie. G. Alip. H. Stret. I. Tiung Ulin.

Koloni hasil isolasi dari buah cabai rawit **hiyung** yang bergejala antraknosa dapat dilihat bahwa isolat cendawan *Colletotrichum sp.*, pada bagian atas cawan petri berwarna abu-abu kehijauan (Gambar 2. A), dan pada bagian belakang cawan petri terdapat titik-titik kehitaman (Gambar 2. B). Sedangkan pada pengamatan secara mikroskopis konidia berbentuk silinder dengan ujung membulat (Gambar 2. C). Pengamatan mikroskopik menunjukkan konidia tumbuh dari konidiofor yang terdapat pada acervuli (Gambar 3c dan 3 d). Konidia berbentuk silinder, lurus dengan kedua ujung yang tumpul (Gambar 3e). Berdasarkan deskripsi gejala oleh Liu *et al.* (2016) gejala Hiyung merupakan gejala tipe I yaitu gejala berwarna coklat tua sampai hitam, bercak cekung dengan banyak acervuli hitam di permukaan, massa konidia berwarna putih kotor yang banyak dalam kondisi lembab. Berbeda dengan hasil pengamatan Liu *et al.* (2016) yang menyebutkan bahwa konidia yang dihasilkan oleh gejala tersebut berbentuk sabit, sedangkan hasil pengamatan pada penelitian ini konidia berbentuk silinder, kedua ujungnya tumpul. Hal ini sesuai dengan pendapat Weir *et al.* (2012) yang menghubungkan antara karakter koloni dengan morfologi konidia untuk *C. gloeosporioides kompleks*. Koloni tumbuh lebih cepat pada PDA mencapai diameter 85 mm setelah 10 hari. Pada penelitian ini *C. gloeosporioides* menunjukkan pertumbuhan yang cepat. pertumbuhan koloni mencapai 90 mm setelah rata-rata 9 sampai 10 hari. Koloni sering kali pada bagian pinggir seperti kapas, miselium udara abu-abu dengan banyak acervuli berbasis gelap dan cairan konidial oranye terlihat melalui miselium; bagian tengah miselium padat, kapas hingga terasa, lebih sedikit acervuli dan ini tersembunyi

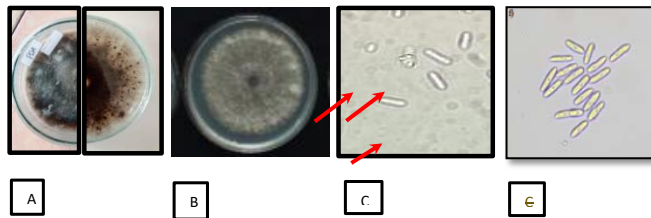
Formatted: English (United States)

Formatted: Centered

Formatted: Indent: First line: 1,09 cm, Right: 0,02 cm, Space Before: 0,15 pt, Line spacing: 1,5 lines

Commented [L99]: Kalimat ini pengulangan kalimat pada paragraph sebelumnya, silakan di sesuaikan kembali

oleh miselium padat. Pada sebalik cawan Petri, bercak abu-abu gelap tidak teratur dan menutupi pigmentasi berwarna oranye pucat.



Gambar 3.2. Isolasi hasil isolasi buah cabai Hiyung bergejala antraknosa

Keterangan : A: Isolasi *Colletotrichum* sp., pada bagian depan, dan belakang

B: Isolasi *Colletotrichum gloeosporioides* Widodo & Hidayat (2018) sp., pada bagian belakang cawan petri,

C: Konidia *Colletotrichum* sp.

D: Konidia *Colletotrichum gloeosporioides* Widodo & Hidayat (2018).

Koloni hasil isolasi dari buah cabai rawit Hiyung yang bergejala antraknosa berwarna abu-abu kehijauan, miselium berbentuk seperti kapas. Pada sebalik cawan petri nampak adanya zonasi diurnal sehingga tampak seperti cincin yang konsentris, dan nampak adanya miselium udara (Gambar 3 A). Awalnya koloni tersebut berwarna putih yang lama kelamaan akan menjadi abu abu muda kemudian abu abu tua kehijauan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Widodo & Hidayat (2018) bahwa dari 3 tipe isolat *Colletotrichum* asal cabai, karakter koloni morphotype 2 adalah miselium berbentuk seperti kapas, berwarna abu-abu dengan warna dasar abu-abu zaitun hingga abu-abu tua (Gambar 3B). Hasil karakterisasi secara molekuler, morphotype 2 tersebut adalah *C. gloeosporioides*. Hal yang sama dikemukakan oleh Than et al. (2008) Koloni *C. gloeosporioides* dari tanaman cabai, bervariasi dari putih keabu-abuan hingga abu-abu tua; beberapa isolat (Ku1, Ku2, Ku3, Ku4, Ku5 dan Ku8) menunjukkan zonasi diurnal miselium udara berwarna abu-abu pucat hingga hitam, sementara isolat lain (Ku6, Ku9, dan Ku10) menghasilkan miselium udara dalam lapisan yang rata dan terasa. Dugaan ini diperkuat menurut Sheu (2005), bahwa warna isolat *C. gloeosporioides* yang berasal dari cabai berkisar dari putih, abu-abu, hingga hijau zaitun tua. Pertumbuhan koloni cepat dalam waktu 9 sampai 10 hari sudah mencapai 90 mm dengan rata rata 9.95 mm hari⁻¹. Hal ini sesuai dengan penelitian Than et al. (2008) bahwa isolat *C. gloeosporioides* dari kelompok 1 (11.0 mm hari⁻¹) dan

Formatted: Justified

Formatted: English (United States)

Commented [L100]: Karakteristik yang diamati terlalu sederhana, perlu dibahas lebih banyak lagi karakteristik morfologinya. Untuk spora ditampilkan bar yang menyatakan ukuran, sertakan pula karakteristik makroskopis dan mikroskopis dari hasil penelitian lain sebagai referensi pembandingan

Formatted: English (United States)

Formatted: Font: Italic

Formatted: Superscript

Formatted: Font: Italic

Formatted: Superscript

dari kelompok 2 (11.2 mm hari⁻¹) tumbuh secara signifikan lebih cepat dibandingkan kelompok lainnya (P = 0.001) diikuti oleh isolat *C. capsici* dari kelompok 5 (7.1 mm hari⁻¹) dan isolat *C. acutatum* dari kelompok 3 (5.8 mm hari⁻¹) dan kelompok 4 (5.8 mm hari⁻¹).

Hasil pengamatan morfologi mikroskopik, pertumbuhan isolat cendawan *Colletotrichum* sp. pada cawan petri terlihat koloni berwarna abu-abu kehijauan dan agak kehitaman. Pada bagian belakang cawan petri terdapat bintik-bintik kehitaman. Berdasarkan konidia berbentuk silindris dengan ujung agak tumpul dan transparan, tidak konidia ditemukan diantara seta sehingga diduga cendawan tersebut termasuk *Colletotrichum gloeosporioides*. Menurut de Silva (2019) bentuk konidia merupakan karakter untuk menentukan spesies dari *Colletotrichum*. *C. gloeosporioides* memiliki bentuk konidia lurus dengan ujung tumpul yang berbeda dengan *C. acutatum* (konidia lurus dengan ujung lancip), dan *C. truncatum* (konidia falcate). Selain bentuk konidia, pada spesies *C. Gloeosporioides* jarang ditemukan adanya seta. Dugaan ini diperkuat menurut Sheu (2005), bahwa warna isolat *Colletotrichum gloeosporioides* berkisar dari putih, abu-abu, hingga hijau zaitun tua, dan konidianya berbentuk silinder lurus dengan ujung tumpul di kedua ujungnya. Isolat *Colletotrichum gloeosporioides* memiliki konidia silindris lurus dengan ujung tumpul di kedua ujungnya, berwarna putih hingga abu-abu, dan memiliki sedikit bintik acervuli hitam yang tersebar di seluruh bagiannya. menurut Mariana et al. (2021). Menurut Widodo & Hidayat (2018) isolat cendawan konidia jamur *Colletotrichum gloeosporioides* abu-abu atau abu-abu zaitun dengan berbentuk konidia silinder dan kedua ujung membulat. Demikian juga menurut Lenne et al. (2018) konidia *Colletotrichum gloeosporioides* dihasilkan oleh seta.

Korelasi Masa inkubasi dengan tingkat ketahanan varietas

Pengamatan masa inkubasi dilakukan setiap hari mulai dari tanaman diinokulasi hingga munculnya gejala pertama. Berdasarkan data yang diperoleh, setiap jenis cabai rawit yang diteliti, memiliki masa inkubasi terhadap jamur *Colletotrichum* sp. yang berbeda-beda. Hasil uji pengaruh dari varietas Tiung Tanjung, Sekar, Dewata 43 F1, Bara, dan CR-9 tidak berbeda dengan Hiyung-Hiyung. Sebaliknya, tipe Genie, Alip, Sret, dan Tiung Ulin sangat berbeda dengan Hiyung-Hiyung (Tabel 2).

Varietas Sekar paling lama menunjukkan masa inkubasinya yang paling lama, rata-rata 3,8 hari, disusul varietas Tiung Tanjung 3,7 hari, dan varietas Hiyung-Hiyung 3,5 hari, varietas Dewata 43 F1 pada 4,0 hari, varietas Bara pada 4,2 hari, varietas CR-9 pada 4,3 hari, varietas Genie dan varietas Alip pada 4,5 hari, pada varietas Sret pada 4,8 hari dan varietas Tiung Ulin memiliki masa inkubasi terlama yaitu pada 5,3 hari.

Formatted: Superscript

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Superscript

Formatted: Font: Italic

Formatted: Superscript

Formatted: Superscript

Commented [L101]: Belum dapat disebutkan hingga tingkatan spesies jika hanya berdasarkan warna koloni dan bentuk spora, karakteristik ini umum dimiliki oleh jamur *Colletotrichum*, sehingga kurang spesifik jika langsung sampai tingkatan spesies. Sebaiknya tetap gunakan istilah *Colletotrichum* sp.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Commented [L102]: Kalimat ini pengulangan kalimat pada paragraf sebelumnya, silakan di sesuaikan kembali

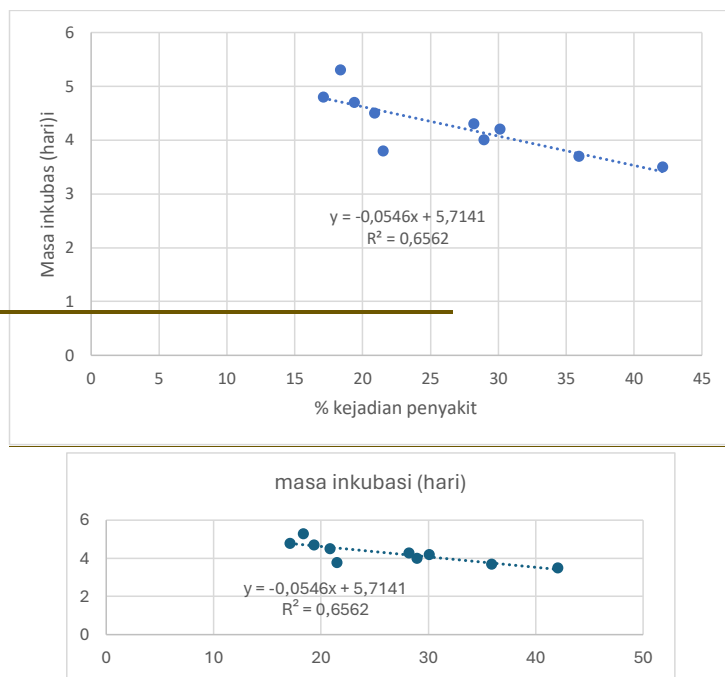
Formatted: Font: Not Italic

Commented [L103]: Cek kalimat ini, masih belum dapat difahami, restrukturisasi kembali dan pastikan dalam 1 paragraf minimal terdiri dari 2 kalimat

Hasil uji regresi tampak Hasil regresi antara masa inkubasi dan kejadian penyakit yaitu memiliki nilai keeratan yang sangat kuat yaitu 0.810076. $y = -0,0546x + 5,7141$, nilai $R^2 = 0,6562$.

Commented [L104]: Kalimat ini sult difahami,

Hasil analisis ini juga menunjukkan bahwa masa inkubasi berpengaruh 65% terhadap kejadian penyakit, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai pengaruh yang negatif menunjukkan bahwa semakin lama/panjang waktu yang diperlukan patogen untuk masuk dan menghasilkan gejala pada tanaman maka semakin rendah kejadian penyakitnya. (Gambar 3.)



Gambar 3. Hubungan regresi antara kejadian penyakit dan masa inkubasi

Commented [L105]: Lengkapi gambar dengn keterangan pada sumbu x dan y nya

Masa inkubasi dipengaruhi oleh kemampuan patogen untuk menyerang tanaman hingga menghasilkan gejala ditentukan oleh varietas tanaman itu sendiri. Sehingga interaksi antara patogen dan varietas tanaman menentukan perbedaan masa inkubasi. Masa inkubasi penyakit antraknosa oleh *Colletotrichum sp. gloeosporioides* pada masing masing varietas berbeda beda dan tingkat ketahanannya juga berbeda beda. Ketahanan dan kerentanan suatu varietas ditentukan oleh tingkat kejadian penyakit yang ditimbulkannya. Semakin pendek masa inkubasi menunjukkan semakin rentan tanaman terhadap serangan patogen, maka dengan demikian Penentuan katogori tingkat ketahanan bisa berdasarkan tingkat kejadian penyakitnya. Pada varietas yang lebih rentan masa inkubasinya

Commented [L106]: Bab ini membahas masa inkubasi, bukan kejadian penyakit

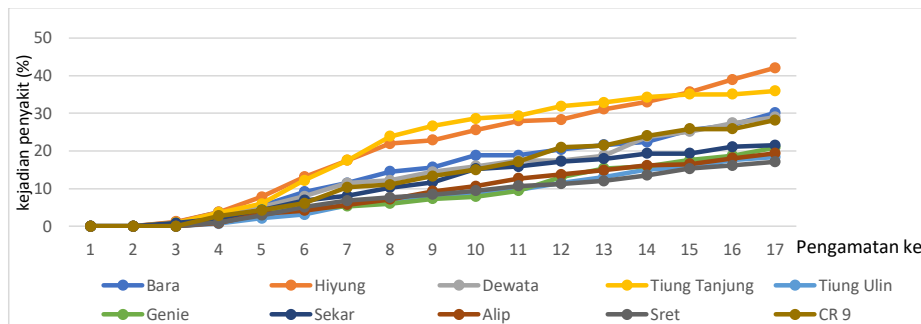
lebih pendek dan sebaliknya pada varietas yang lebih tahan masa inkubasinya lebih panjang sesuai dengan hasil regresi antara masa inkubasi dan kejadian penyakit yaitu nilai keceratan yang sangat kuat yaitu 0,810076. Hasil analisis ini juga menunjukkan bahwa masa inkubasi berpengaruh 65% terhadap kejadian penyakit, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai pengaruh yang negatif menunjukkan bahwa semakin lama/panjang waktu yang diperlukan patogen untuk masuk dan menghasilkan gejala pada tanaman maka semakin rendah kejadian penyakitnya. Masa inkubasi akan lebih lama jika resistensinya lebih tinggi, dan lebih pendek jika tingkat resistensinya lebih rendah (Mora et al., 2015). Masa inkubasi ini dihubungkan dengan sumber nutrisi patogen. Patogen yang biotrof dan hemi biotrof mungkin memerlukan lebih banyak waktu dibandingkan nekrotrof untuk mengembangkan struktur interaksi yang tahan seperti haustoria dan matriks ekstraseluler tegangan permukaan (Gamica et al. 2014; Perfect dan Green 2001; Yi dan Valent 2013).

Commented [L107]: Pengulangan dan telah dituliskan pada paragraph sebelumnya

Commented [L108]: Tambahkan referensi pendukung lainnya

Kejadian Penyakit dan Tingkat Ketahanan Tanaman

Semua varietas cabai rawit yang dievaluasi mempunyai kejadian penyakit antraknosa harian yang meningkat setiap harinya. Selain itu, persentase kejadian penyakit bervariasi di semua jenis penyakit yang dievaluasi. Proporsi sebesar 42,08% pada varietas HiyungHiyung mempunyai angka kejadian penyakit tertinggi, sedangkan kejadian penyakit terendah terjadi pada varietas Sret hanya 17,11% (Gambar 4).



Gambar 4. Perkembangan Kejadian Penyakit Antraknosa pada Beberapa Varietas yang Diuji

Commented [L109]: Lengkapi gambar dengan keterangan pada sumbu x dan y nya

Masing-masing spesies cabai rawit yang diteliti mempunyai ketahanan yang berbeda terhadap penyakit antraknosa. Persentase kejadian penyakit pada varietas Tiung Ulin, Alip, dan Sret masing-masing sebesar 18,37%, 19,36%, dan 17,11% termasuk dalam katagori tahan. sedangkan

dengan persentase kejadian penyakit masing-masing sebesar 30,11%, ~~kultivar-varietas~~ Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, dan CR-9 termasuk dalam kelompok ketahanan moderat dengan kejadian penyakit masing masing berturut turut, 28,94%, 35,93%, 20,87%, 21,52% dan 28,20%. Sedangkan pada varietas ~~HiyungHiyung~~ memiliki kategori ketahanan rentan dengan persentase kejadian penyakit sebesar 42,08%. Hasil pengamatan di lahan petani memang Tiung Tanjung dan ~~HiyungHiyung~~ merupakan varietas cabai rawit yang paling banyak ditemukan pada pertanaman cabai di lahan rawa, sehingga tidak aneh bila varietas tersebut memiliki tingkat perkembangan penyakit yang lebih tinggi dibanding lainnya karena pathogen sudah adaptif dengan kedua varietas tersebut di lahan rawa.(Tabel 2.)

Tabel 2. Rata-Rata Kejadian Penyakit, Kategori Ketahanan, masa inkubasi, dan rata rata laju infeksi

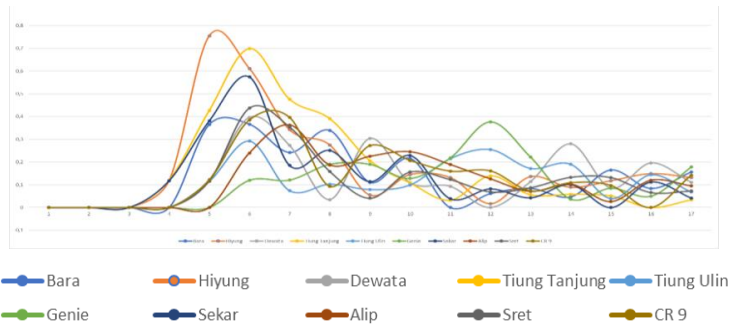
Varietas	Persentase Kejadian Penyakit (%)	Tingkat ketahanan	Masa inkubasi	Rata rata Laju Infeksi
Bara	30,11	Moderat	4,2 ^{abc}	0,132
HiyungHiyung	42,08	Rentan	3,5 ^a	0,181
Dewata 43 F1	28,94	Moderat	4,0 ^{abc}	0,125
Tiung Tanjung	35,93	Moderat	3,7 ^{ab}	0,165
Tiung Ulin	18,37	Tahan	5,3 ^d	0,109
Genie	20,87	Moderat	4,5 ^{bc}	0,113
Sekar	21,52	Moderat	3,8 ^{ab}	0,139
Alip	19,36	Tahan	4,7 ^{cd}	0,117
Sret	17,11	Tahan	4,8 ^{cd}	0,115
CR-9	28,20	Moderat	4,3 ^{abc}	0,13

Pada penelitian ini terbukti setiap varietas memiliki kategori ketahanan yang berbeda-beda. Hal ini diduga karena adanya sistem pertahanan dari tanaman baik sebelum patogen berhasil masuk maupun setelah masuk yang diatur oleh gen yang dimiliki oleh masing masing varietas. Dalam interaksi yang tidak kompatibel *C. annuum* cv. Nokkwang dengan *C. siamense*, enam gen yang responsif terhadap pertahanan, termasuk gen cytochrome P450, gen PepCYP, gen thionin-like gen PepThi), gen defensin (J1-1), gen pepper thaumatin-like (PepTLP), gen MADS-box (PepMADS), and gen pepper esterase (PepEST) (Cui et al., 2023). Hasil penelitian Perdani et al., (2021) dari enam varietas cabai yang diuji memiliki tingkat ketahanan yang berbeda terhadap *C. acutatum* dan *C. gloeosporioides*. Ketahanan terhadap spesies *Colletotrichum* sangat diatur oleh keluarga gen spesifik dan interaksi biokimia yang terjadi melalui enzim spesifik dan metabolit sekunder yang dihasilkan pada interaksi inang-patogen (de Silva, 2017). Keterlibatan gen-gen ini dalam ~~resistensi-ketahanan~~

varietas cabai terhadap penyakit antraknosa yang dikendalikan oleh gen yang menghasilkan banyak peptida antimikroba seperti defensin, protein transfer lipid, dan protease inhibitor. Kuantifikasi metabolit sekunder yang dihasilkan selama interaksi antara aksesori *C. annuum* yang resisten, GBUEL104 dan *C. siamense*, menunjukkan bahwa dihasilkan konsentrasi asam caffeic dan asam klorogenat yang tinggi, dan ekspresi diferensialnya bergantung pada tahap perkembangan buah dan waktu setelah inokulasi (masa inkubasi) (Cui et al., 2023). Menurut Prasath dan Ponnuswami (2008), genotipe cabai yang tahan antraknosa memiliki kandungan fenol dan enzim aktif yang lebih besar dibandingkan genotipe cabai yang tidak tahan (seperti orto dihidroksi fenol, peroksidase, polifenol oksidase, dan fenilalanin amonia-lyase). Enzim Phenylalanine Ammonis Lyase (PAL), yang penting untuk pembentukan senyawa fitoaleksin dan fenolik, dikaitkan dengan peningkatan kandungan senyawa fenolik tanaman. Prekursor dalam produksi asam salisilat termasuk senyawa yang berasal dari PAL, seperti asam sinamat yang berperan dalam pengimbasan ketahanan sistemik (Nakkeeran et al., 2006). Resistensi buah cabai terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* disebabkan oleh reaksi hipersensitif (HR) (Kim et al., 2004). Perbedaan kategori ketahanan tanaman cabai juga diduga karena faktor ketahanan mekanis/ regulasi morfologi struktur oleh gen yang diekspresikan berupa ketebalan lapisan kutikula. Peningkatan ketahanan karena aplikasi Silika menyebabkan penebalan dinding sel dan kutikula. Selain itu juga karena terjadinya peningkatan kadar fenol atau hasil gabungan dari beberapa mekanisme (Jayawardana et al., 2016)

Laju Infeksi Penyakit pada Ketahanan Tanaman Berbeda

Tiap varietas cabai rawit yang diuji memiliki laju infeksi penyakit antraknosa yang berbeda-beda yaitu pada cabai rawit varietas Bara 0,132 unit/hari, varietas HiyungHiyung 0,181 unit/hari, varietas Dewata 43 F1 0,125 unit/hari, varietas Tiung Tanjung 0,165 unit/hari, varietas Tiung Ulin 0,109 unit/hari, varietas Genie 0,113 unit/hari, varietas Sekar 0,139 unit/hari, varietas Alip 0,117 unit/hari, varietas Sret 0,115 unit/hari dan varietas 0,130 units/day for CR-9 (Table 4). Laju infeksi tercepat terjadi pada varietas HiyungHiyung 0,181 unit/hari, sedangkan laju infeksi yang terlambat terjadi pada varietas Tiung Ulin 0,109 unit, artinya pada varietas HiyungHiyung terjadi peningkatan penyakit rata-rata 0,181 buah pada setiap harinya dan varietas Tiung Ulin 0,109 buah setiap harinya (Gambar 5).



Gambar 5. Perkembangan Laju Infeksi Penyakit Antraknosa pada Beberapa Varietas Cabai Rawit Uji

Commented [L110]: Lengkapi gambar dengan keterangan pada sumbu x dan y nya

Laju infeksi dipengaruhi gen tahan yang dimiliki oleh inang yang digunakan inang dalam melawan gen virulensi patogen. Gen tersebut mengendalikan satu atau beberapa sifat patogenisitas diantaranya adalah laju infeksi. Gen resistensi dapat menargetkan satu atau beberapa sifat patogenisitas (pengurangan laju infeksi, laju sporulasi atau durasi sporulasi, pemanjangan durasi periode laten) dengan efisiensi penuh atau sebagian. Kultivar tahan mempunyai resistensi yang menargetkan mampu mengurangi laju infeksi, durasi periode laten, laju sporulasi, atau durasi sporulasi patogen yang dibatasi. Berdasarkan data hasil penelitian menunjukkan bahwa laju infeksi pada beberapa varietas cabai rawit yang sudah diuji berbeda-beda (Tabel 1). Perbedaan laju infeksi penyakit pada tiap-tiap varietas cabai rawit uji ini sejalan dengan perbedaan tingkat kejadian penyakit dan tingkat ketahanan tanaman. (Gambar 6 dan Tabel 2.) dan Menurut Menurut Nutter (2007) Perhitungan sederhana ini memberikan perkiraan bagaimana laju infeksi menunda waktu yang diperlukan untuk mencapai tingkat intensitas penyakit tertentu (misalnya timbulnya penyakit). Pada varietas HiyungHiyung laju infeksi penyakit lebih tinggi bila dibanding dengan varietas cabai rawit uji lainnya. Ini memiliki makna semakin tinggi laju infeksi penyakit maka semakin cepat juga perkembangan populasi patogen per unit persatuan waktu sehingga berakibat semakin rentan varietas tersebut. Hal ini terlihat dari hasil analisis regresi (Gambar 6) menunjukkan bahwa semakin cepat laju infeksi maka semakin tinggi kejadian penyakitnya dengan nilai keeratan yang tinggi yaitu $R^2 = 0.815$ yang menunjukkan bahwa 81,5% kejadian penyakit dipengaruhi oleh laju infeksi patogennya. Nutter (2007), Oka (1993) menyatakan bahwa salah satu faktor yang berpengaruh terhadap r (laju infeksi penyakit) yaitu ketahanan tanaman inang. Laju infeksi penyakit adalah ukuran laju perkembangan populasi patogen per satuan waktu atau laju berkembangnya populasi patogen. Berdasarkan data penelitian, setiap kultivarvarietas cabai rawit yang dievaluasi memiliki tingkat infeksi antraknosa yang berbeda. Varietas yang resisten dapat menurunkan kejadian infeksi penyakit. Persamaan regresi

Commented [L111]: Kalimat ini membingungkan, tidak dapat inti atau poin yang ingin didiskusikan

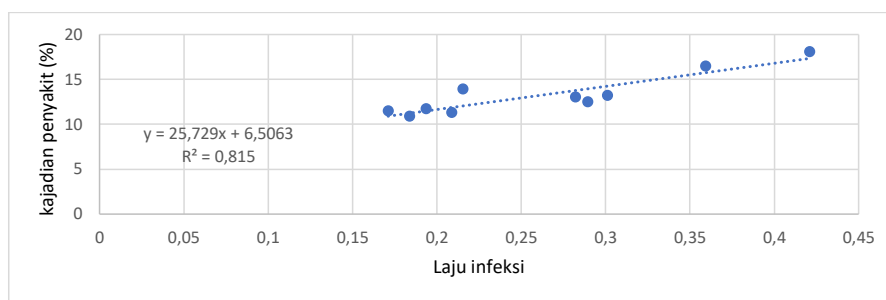
Commented [L112]: Apa dasar menetapkan pernyataan ini ? apakah ada informasi awal terkait ketahanan masing2 kultivar atau varietas yang digunakan ?

Formatted: Highlight

Commented [L113]: Referensi terlalu lama

pengaruh kejadian penyakit terhadap laju infeksi adalah $y = 25,729x + 6,5063$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi laju infeksi maka semakin tinggi kejadian penyakitnya dan semakin rentan varietas tersebut. Dengan demikian Apabila tanaman tahan maka kejadian penyakit yang rendah, sehingga semakin berkurang laju infeksinya. Menurut Meena et al. (2011) pada tanaman Indian mustard (*Brassica juncea*) kultivar Varuna lebih rentan dibandingkan dengan kultivar Rohini, karena laju infeksi pada daun dan polong lebih tinggi pada kultivar Rohini.

Commented [L114]: Cek kalimat ini, penulisannya membingungkan



Gambar 6. Hubungan regresi antara kejadian penyakit dan laju infeksi

Commented [L115]: Lengkapi gambar dengan keterangan pada sumbu x dan y nya

Pada penelitian ini laju infeksi pada pengamatan awal pada masing masing varietas uji menunjukkan laju infeksi yang lebih tinggi kemudian menurun sampai akhir pengamatan (Gambar 5), hal ini sejalan dengan hasil penelitian Dhiman, et al. (2022) bahwa tanaman kacang buncis (*Phaseolus vulgaris*) menunjukkan ketahanan yang lebih tinggi pada tanaman yang tua daripada tanaman yang lebih muda, terhadap penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum lindemuthianum*. Fenomena ini disebut resistensi dewasa atau Adult Plant Resistance (APR). Hong and Hwang (1998) Mongkolporn et al. (2022) bahwa umur berpengaruh terhadap ketahanan tanaman cabai. Tanaman Buah cabai yang tua lebih tahan terhadap penyakit antraknosa. Buah yang hijau (30 – 45 hari setelah berbunga) lebih tahan dari pada buah yang merah dan siap panen (45-55 hari setelah berbunga). Dari 10 varietas cabai yang diuji. Pada tahap buah matang (merah), Kedua *Capsicum frutescens* cvs. Kheenoo Suan dan Karen juga terkena dampak parah, dengan skor rata-rata 9. Pada tahap buah hijau matang, varietas cabai rawit genotip china yaitu Kheenoo Suan, dan Karen, juga terinfeksi parah oleh sebagian besar isolat *C. gloeosporioides*; namun dengan skor rata-rata yang sedikit lebih rendah yaitu 7. Tiga genotipe cabai lainnya, C04714, Bangchang, dan Jinda, hanya sedikit terinfeksi oleh *C. gloeosporioides*, dengan skor rata-rata 1. Namun berbeda dengan penyakit hawar daun (Chang and Kwang, 2003) bahwa tingkat keparahan penyakit hawar daun jauh lebih besar pada tahap

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Commented [L116]: Referensi terlalu lama

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

~~pertumbuhan akhir dibandingkan tahap awal ketika diinokulasi secara bersamaan di rumah kaca.~~—Laju infeksi antraknosa pada berbagai varietas cabai rawit pada penelitian ini yaitu berkisar antara 0,109 unit/ hari pada varietas Tiung Ulin dengan kejadian penyakit 18,17% lebih rendah dibanding laju infeksi pada varietas HiyungHiyung 0,18 unit/hari dengan kejadian penyakit 42,08 %. Ini lebih rendah dibanding hasil penelitian Prihatiningsih (2020) laju infeksi antraknosa pada cabai di desa Kemutug Lor mempunyai ketinggian tempat 350 m dpl menunjukkan intensitas penyakit antraknosa tertinggi (76%) dengan laju infeksi 0,345 unit per hari

KESIMPULAN

Katagori ketahanan sepuluh varietas cabai rawit yang di usahakan di lahan rawa terhadap penyakit antraknosa ~~yaitu adalah~~ varietas HiyungHiyung tergolong rentan, varietas Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar dan CR-9 adalah moderat, varietas Tiung ulin, Alip, dan Sret tergolong tahan. Masa inkubasi dari beberapa varietas cabai rawit yang sudah diuji berbeda-beda yaitu dengan rata-rata berkisar antara 3,5-5,3 hari. Semakin panjang masa inkubasi semakin tahan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa. Laju infeksi penyakit antraknosa berbeda-beda pada beberapa varietas cabai rawit yang telah diuji berfluktuasi. ~~Diawal timbulnya penyakit, laju infeksi relatif lebih tinggi kemudian menurun, dengan rata rata berkisar antara 0,109 unit/hari pada varietas Tiung Ulin sampai dengan 0,181 unit/hari. Semakin tinggi laju infeksi maka semakin tinggi kejadian penyakitnya dan semakin rentan varietas tersebut~~

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, L. D., Matos, K. S., Assis, L. A. G., Hanada, R. E., & Silva, G. F. D. (2017). First report of anthracnose of *Capsicum chinense* in Brazil caused by *Colletotrichum brevisporum*. *Plant Disease*, 101(6), 1035. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-17-0099-PDN>
- Anggrahini, D. S., Wibowo, A., & Subandiyah, S. (2020). Morphological and molecular identification of *Colletotrichum* spp. associated with chili anthracnose disease in Yogyakarta Region. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 24(2), 161-174. <https://doi.org/10.22146/jpti.58955>
- BPS (Badan Pusat Statistik) Indonesia. (2019). Statistik Tanaman Sayuran Dan Buah-Buahan Semusim Indonesia, 2018. BPS-Statistics Indonesia
- Budi, I. S., & Mariana, M. (2016). Controlling Anthracnose Disease of Locally Chili in Marginal Wetland using Endophytic Indigenous Microbes and Kalakai (*Stenochlaena palustris*) Leaf Extract. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 4(1), 28-34. <http://dx.doi.org/10.20527/jwem.v4i1.51>

- Chang, S. W., & Hwang, B. K. (2003). Effects of plant age, leaf position, inoculum density, and wetness period on *Bipolaris coicis* infection in adlays of differing resistance. *Plant disease*, 87(7), 821-826. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.7.821>
- Cui, L., van den Munckhof, M. C., Bai, Y., & Voorrips, R. E. (2023). Resistance to Anthracnose Rot Disease in Capsicum. *Agronomy*, 13(5), 1434. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051434>
- Diao, Y. Z., Zhang, C., Liu, F., Wang, W. Z., Liu, L., Cai, L., & Liu, X. L. (2017). *Colletotrichum* species causing anthracnose disease of chili in China. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 38(1), 20-37.
- Debode, J., Van Hemelrijck, W., Xu, X. M., Maes, M., Creemers, P., & Heungens, K. (2015). Latent entry and spread of *Colletotrichum acutatum* (species complex) in strawberry fields. *Plant pathology*, 64(2), 385-395. <https://doi.org/10.3767/003158517x692788>
- de Silva, D. D., Groenewald, J. Z., Crous, P. W., Ades, P. K., Nasruddin, A., Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. (2019). Identification, prevalence and pathogenicity of *Colletotrichum* species causing anthracnose of *Capsicum annuum* in Asia. *IMA fungus*, 10(1), 1-32. <https://doi.org/10.1186/s43008-019-0001-y>
- de Silva, D. D., Crous, P. W., Ades, P. K., Hyde, K. D., & Taylor, P. W. (2017). Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. *Fungal Biology Reviews*, 31(3), 155-168. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2017.05.001>
- de Silva, D. D., Ades, P. K., Crous, P. W., & Taylor, P. W. J. (2017). *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Australia. *Plant Pathology*, 66(2), 254-267. <https://doi.org/10.1111/ppa.12572>
- Dhiman, S., Badiyal, A., Katoch, S., Pathania, A., Singh, A., Rathour, R., ... & Sharma, P. N. (2022). Insights on atypical adult plant resistance phenomenon in Andean bean cultivar Baspa (KRC-8) to *Colletotrichum lindemuthianum*, the bean anthracnose pathogen. *Euphytica*, 218(6), 77. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03018-8>
- Dzung, P. D., Hiet, H. D., Van Le, B., Thang, N. T., Van Phu, D., Duy, N. N., & Hien, N. Q. (2017). Induction of anthracnose disease resistance on chili fruit by treatment of oligochitosan—nanosilica hybrid material. *Agricultural Sciences*, 8(10), 1105-1113. <https://doi.org/10.4236/as.2017.810080>
- Forcelini, B. B., Gonçalves, F. P., & Peres, N. A. (2017). Effect of inoculum concentration and interrupted wetness duration on the development of anthracnose fruit rot of strawberry. *Plant disease*, 101(2), 372-377. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1175-RE>
- Garnica, D. P., Nemri, A., Upadhyaya, N. M., Rathjen, J. P., & Dodds, P. N. (2014). The ins and outs of rust haustoria. *PLoS Pathogens*, 10(9), e1004329.
- Jayawardana, H. A. R. K., Weerahewa, H. L. D., & Saparamadu, M. D. J. S. (2016). The mechanisms underlying the anthracnose disease reduction by rice hull as a silicon source in capsicum (*Capsicum annuum* L.) grown in simplified hydroponics. *Procedia food science*, 6, 147-150. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.035>
- Hajijah, H., Mariana, M., & Pramudi, M. I. (2022). Uji Resistensi *Colletotrichum* sp. Asal Cabai Hiyung Terhadap Fungisida Berbahan Aktif Klorotalonil dan Mankozeb. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 5(2), 455-465. <http://dx.doi.org/10.20527/jptt.v5i2.1250>

Formatted: Indonesian

Field Code Changed

Formatted: Indent: Left: 0 cm, Hanging: 0,75 cm

- Hartoni & Shafriani, K. A. (2023). Efisiensi Teknis Usahatani Cabai Besar Pada Lahan Pasang Surut Kecamatan Cerbon Kabupaten Barito Kuala (Pendekatan Data Envelopment Analysis). In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* 8 (2), 39-45.
- Hayati, A., & Hardarani, N. (2019). Karakteristik lahan dan budidaya cabai rawit [hiyungHiyung](#): Informasi dasar untuk peningkatan produksi cabai rawit [hiyungHiyung](#) di lahan rawa lebak. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* 4 (1), 57-59.
- Hong, J. K., & Hwang, B. K. (1998). Influence of inoculum density, wetness duration, plant age, inoculation method, and cultivar resistance on infection of pepper plants by *Colletotrichum coccodes*. *Plant Disease*, 82(10), 1079-1083.
- Hu, S., Zhang, Y., Yu, H., Zhou, J., Hu, M., Liu, A., Wu, J., Wang, H. & Zhang, C. (2022). *Colletotrichum* spp. diversity between leaf anthracnose and crown rot from the same strawberry plant. *Frontiers in Microbiology*, 13, 860694. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.860694>
- Kim, K. H., Yoon, J. B., Park, H. G., Park, E. W., & Kim, Y. H. (2004). Structural modifications and programmed cell death of chili pepper fruit related to resistance responses to *Colletotrichum gloeosporioides* infection. *Phytopathology*, 94(12), 1295-1304. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.12.1295>
- Kiran, R., Akhtar, J., Kumar, P., & Shekhar, M. (2020). Anthracnose of chilli: Status, diagnosis, and management. In *Capsicum*. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.93614>
- Lenné, J. M., Sonoda, R. M., & Parbery, D. G. (2018). Production of conidia by setae of *Colletotrichum* species. *Mycologia*, 76(2), 359-362.
- Liu, F., Tang, G., Zheng, X., Li, Y., Sun, X., Qi, X., ... & Gong, G. (2016). Molecular and phenotypic characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease in peppers from Sichuan Province, China. *Scientific reports*, 6(1), 32761.
- Mora, M. L., Capó, Y. A., Suárez, M. A., Martín, M. C., Roque, B., & Méndez, E. M. (2015). Components of resistance to assess Black Sigatoka response in artificially inoculated *Musa* genotypes. *Revista de Protección Vegetal*, 30(1), 60. <https://doi.org/10.1080/00275514.1984.12023847>
- Mariana, M., Liestiany, E., Cholís, F. R., & Hasbi, N. S. (2021). Penyakit antraknosa cabai oleh *Colletotrichum* sp. di lahan rawa Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1), 30-36. <https://doi.org/10.31186/jipi.23.1.30-36>
- Mariana, M., Liestiany, E., Cholís, F. R., Adiyatama, M. D., Adhni, A. L., & Hasbi, N. S. (2021). Ketahanan jamur *Colletotrichum* spp. penyebab antraknosa buah cabai terhadap fungisida di lahan rawa. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 6, No. 2).
- Meena, P. D., Chattopadhyay, C., Meena, S. S., & Kumar, A. (2011). Area under disease progress curve and apparent infection rate of *Alternaria* blight disease of Indian mustard (*Brassica juncea*) at different plant age. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 44(7), 684-693. <https://doi.org/10.1080/03235400903345281>
- Mongkolporn, O., Montri, P., Supakaew, T., & Taylor, P. W. (2010). Differential reactions on mature green and ripe chili fruit infected by three *Colletotrichum* spp. *Plant Disease*, 94(3), 306-310. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-3-0306>

- Nutter, F. F. (2007). The role of plant disease epidemiology in developing successful integrated disease management programs. In *General concepts in integrated pest and disease management* (pp. 45-79). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6061-8_3
- Oo, M. M., & Oh, S. K. (2016). Chili anthracnose (*Colletotrichum* spp.) disease and its management approach. *Korean Journal of Agricultural Science*, 43(2), 153-162.
- Oo, M. M., & Oh, S. K. (2020). First report of anthracnose of chili pepper fruit caused by *Colletotrichum truncatum* in Korea. *Plant Disease*, 104(2), 564. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20160018>
- Palupi, H., Yulianah, I., & Respatijarti, R. (2015). Uji Ketahanan 14 Galur Cabai Besar (*Capsicum annuum* L.) Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* Spp) Dan Layu Bakteri (*Ralstonia Solanacearum*) (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Perdani, A. Y., Paradisa, Y. B., Wahyuni, W., Indrayani, S., Sulistyowati, Y., & Cahyani, Y. (2021). Response of Six Chili Varieties to Anthracnose Disease Caused By *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 21(2), 144-150. <https://doi.org/10.23960/jhptt.221144-150>
- Perfect, S. E., & Green, J. R. (2001). Infection structures of biotrophic and hemibiotrophic fungal plant pathogens. *Molecular plant pathology*, 2(2), 101-108
- Prasath, D., & Ponnuswami, V. (2008). Screening of chilli (*Capsicum annuum* L.) genotypes against *Colletotrichum capsici* and analysis of biochemical and enzymatic activities in inducing resistance. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 68(03), 344-346. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3098.4328>
- Prihatiningsih, N., Djatmiko, H. A., & Erminawati, E. (2020). Komponen epidemi penyakit antraknosa pada tanaman cabai di kecamatan baturaden kabupaten Banyumas. *Jurnal Agro*, 7(2), 203-212. <http://dx.doi.org/10.15575/8000>
- Rahoo, A. M., Mukhtar, T., Gowen, S. R., Rahoo, R. K., & Abro, S. I. (2017). Reproductive potential and host searching ability of entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(1), 229-234. <https://doi.org/10.21307%2Fjofnem-2021-083>
- Rajasab, A. H., & Chawda, H. T. (1994). Dispersal of the conidia of *Colletotrichum gloeosporioides* by rain and the development of anthracnose on onion. *Grana*, 33(3), 162-165. <https://doi.org/10.1080/00173139409428994>
- Ridzuan, R., Rafii, M. Y., Ismail, S. I., Mohammad Yusoff, M., Miah, G., & Usman, M. (2018). Breeding for Anthracnose Disease Resistance in Chili: Progress and Prospects. *International journal of molecular sciences*, 19(10), 3122. <https://doi.org/10.3390/ijms19103122>
- Rout, S. S., Rout, P., Uzair, M., Kumar, G., & Nanda, S. (2023). Genome-wide identification and expression analysis of CRK gene family in chili pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to *Colletotrichum truncatum* infection. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 98(2), 194-206. <https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2117654>
- Salotti, I., Liang, Y. J., Ji, T., & Rossi, V. (2023). Development of a model for *Colletotrichum* diseases with calibration for phylogenetic clades on different host plants. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1069092. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1069092>

- Saxena, A., Raghuwanshi, R., Gupta, V. K., & Singh, H. B. (2016). Chilli anthracnose: the epidemiology and management. *Frontiers in microbiology*, 7, 1527.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01527>
- Semangun, H. (2001). *Pengantar ilmu penyakit tumbuhan*. Gadjah Mada University Press.
- Sheu, Z. M., & Wang, T. C. (2005). Evaluation of phenotypic and molecular criteria for the identification of *Colletotrichum* species causing pepper anthracnose in Taiwan. In *The second Asian conference on plant pathology 2005* (No. AVRDC Staff Publication). Faculty of Science, National University of Singapore.
- Soesanto, L. 2019. *Kompendium Penyakit-Penyakit Cabai*. Lily Publisher.
- Sutomo, R. C., Subandiyah, S., Wibowo, A., & Widiastuti, A. (2022). Description and Pathogenicity of *Colletotrichum* species causing chili anthracnose in Yogyakarta, Indonesia. *Agrivita, Journal of Agricultural Science*, 44(2), 312-321.
<http://dx.doi.org/10.17503/agrivita.v44i2.3705>
- Shahzaman, S., Inam-ul-Haq, M., Mukhtar, T., & Naeem, M. (2015). Isolation, identification of antagonistic rhizobacterial strains obtained from chickpea (*Cicer arietinum* L.) field and their in-vitro evaluation against fungal root pathogens. *Pak. J. Bot*, 47(4), 1553-1558.
- Sharma, M., & Kulshrestha, S. (2015). *Colletotrichum gloeosporioides*: an anthracnose causing pathogen of fruits and vegetables. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 12(2), 1233-1246.
- Srisapoom, T., Saksirirat, W., Mongkolthananuk, W. and Niamsanit, S. (2021). Avirulent *Colletotrichum* strain for controlling anthracnose disease in chilli caused by *Colletotrichum capsici*. *International Journal of Agricultural Technology* 17(5), 1943-1956
- Susanto, A., Prasetyo, A. E., & Wening, S. (2013). Laju infeksi Ganoderma pada empat kelas tekstur tanah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(2), 39-39.
<https://doi.org/10.14692/jfi.9.2.39>
- Syukur, M., Sujiprihati, S., & Koswara, J. (2007). Pewarisan Ketahanan Cabai (*Capsicum annuum* L.) terhadap Antraknosa yang Disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 35(2), 112-117.
<https://doi.org/10.24831/jai.v35i2.1319>
- Than, P. P., Jeewon, R., Hyde, K. D., Pongsupasamit, S., Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. J. (2008). Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose on chilli (*Capsicum* spp.) in Thailand. *Plant pathology*, 57(3), 562-572.
- Van der Plank, J.E. (1963). *Plant Disease Epidemics and Control*. Academic Press
- Widodo & Hidayat, S. H. (2018). Identification of *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Indonesia by morphological characteristics and species-specific primers. *Asian Journal of Plant Pathology*, 12(1), 7-15.

Assessing Resistance Levels of Swamp-Grown Chili (*Capsicum frutescens*) Varieties to *Colletotrichum* sp. for Effective Anthracnose Control

Evaluasi Tingkat Ketahanan Varietas Cabai (*Capsicum frutescens*) di Lahan Rawa terhadap *Colletotrichum* sp. dalam Upaya Pengendalian Antraknosa

Ismed Setya Budi, Mariana*, Amalia Fauziah

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Universitas Lambung Mangkurat,
Kalimantan Selatan, Indonesia

*Correspondence author: mariana@ulm.ac.id

Abstract

Anthracnose, a primary disease in chili plants caused by the fungus *Colletotrichum* sp., poses significant losses by affecting harvests and inducing fruit decay. Control measures using synthetic pesticides have been implemented but yielded unsatisfactory results, accompanied by the emergence of a new issue—residual pesticides contaminating chili and the surrounding environment. The utilization of resistant varieties stands as a pertinent approach in early control efforts to minimize harvest losses. Additionally, the use of resistant varieties is a crucial component of integrated disease control implementation. This study aims to investigate the resistance levels of ten chili varieties commonly grown in swampy areas against specific isolates of *Colletotrichum* sp. present in swampy locations. The research, conducted in a randomized complete design in a greenhouse, tested ten varieties of hot chili peppers typically cultivated in swampy areas. The results revealed that the Hiyung variety is vulnerable, while Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9 varieties exhibit moderate resistance. Conversely, Tiung Ulin, Alip, and Sret varieties are classified as resistant. The incubation period for tested hot chili pepper varieties varied, ranging from 3.5 to 5.3 days. A longer incubation period indicates greater resistance to anthracnose in chili varieties, while a higher infection rate correlates with increased disease occurrences, rendering the variety more susceptible. In conclusion, the selection of resistant varieties is a pivotal step in anthracnose management, not only to minimize harvest losses but also to support an effective integrated control approach.

Keywords: chili crop resilience; fungal infection dynamics; integrated disease control; varietal susceptibility assessment; anthracnose mitigation

Abstrak

Antraknosa, penyakit utama pada tanaman cabai yang disebabkan jamur *Colletotrichum* sp., menimbulkan kerugian signifikan karena dapat menginfeksi hasil panen hingga menyebabkan kerusakan buah yang parah. Meskipun telah dilakukan upaya pengendalian menggunakan pestisida sintesis, hasilnya belum memuaskan dan malah menimbulkan masalah baru, yaitu residu pestisida yang mencemari cabai dan lingkungan sekitarnya. Penggunaan varietas tahan menjadi pendekatan yang sangat relevan dalam strategi pengendalian dini untuk meminimalkan kerugian hasil panen. Selain itu, integrasi varietas tahan menjadi unsur krusial dalam implementasi pengendalian penyakit secara terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki tingkat ketahanan sepuluh varietas cabai yang umumnya ditanam di lahan rawa terhadap isolat *Colletotrichum* sp. yang spesifik di lokasi lahan rawa. Dengan rancangan acak lengkap, penelitian dilakukan di rumah kaca untuk menguji sepuluh varietas cabai rawit yang biasanya ditanam di lahan rawa. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa varietas Hiyung tergolong rentan, sementara varietas Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, dan CR-9 bersifat moderat; sedangkan varietas Tiung Ulin, Alip, dan Sret tergolong tahan. Masa inkubasi bervariasi antara 3.5-5.3 hari untuk beberapa varietas cabai rawit yang diuji. Semakin panjang masa inkubasi, semakin tinggi tingkat ketahanan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa. Sebaliknya, semakin tinggi laju infeksi, semakin tinggi tingkat kejadian penyakit, dan semakin rentan varietas tersebut. Kesimpulannya, pemilihan varietas tahan menjadi langkah kunci dalam pengelolaan antraknosa, tidak hanya untuk meminimalkan kerugian hasil panen, tetapi juga untuk mendukung pendekatan pengendalian terpadu secara efektif.

Pendahuluan

Cabai merupakan salah satu produk hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Ada tiga jenis cabai yang umum ditanam di Indonesia, yaitu cabai besar (*Capsicum annum* L.), cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.), dan cabai besar keriting (*Capsicum annum* var. L). Cabai keriting merupakan jenis cabai besar dengan buah keriting, arah tumbuh buah ke bawah, dengan ujung buah runcing, diameter buah lebih kecil yaitu 0.8-1.1 cm (Agustina et al., 2014). Dari ketiga jenis cabai tersebut, cabai rawit merupakan cabai dengan produksi paling banyak di Indonesia pada 2018, yaitu mencapai 1.34 juta ton (BPS Indonesia, 2019). Walaupun begitu, sama dengan tanaman lainnya, serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) menjadi bagian tidak dapat dipisahkan dari awal proses budidaya tanaman cabai rawit dan menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil akhir yang dapat merugikan petani. Antraknosa merupakan salah satu penyakit utama yang menyerang tanaman cabai dan secara nyata memengaruhi produksi cabai di dunia, begitu juga di Indonesia (Than et al, 2008; Widodo & Hidayat, 2018). Gangguan antraknosa telah menjadi hambatan pertumbuhan ekonomi yang signifikan setiap musim tanam (Widodo, 2007).

Serangan antraknosa terbukti menyebabkan kehilangan hasil pada pertanaman cabai berkisar antara 10-80% pada musim hujan dan 2-35% pada musim kemarau (Widodo & Hidayat 2018). Selain menyebabkan kehilangan hasil panen yang parah, epidemi antraknosa juga dapat menurunkan kualitas produk (Salotti et al., 2023). Buah yang terserang awalnya membentuk lekukan ke dalam kemudian muncul bintik-bintik abu-abu tua hingga hitam dan pinggirannya berwarna kecokelatan. Pada bagian tengah gejala terdapat acervuli yang berupa bintik-bintik kecil kehitam-hitaman. Serangan yang lebih parah mengakibatkan buah mengkerut, mengering, dan busuk (Mariana, et al., 2021). Kerugian yang tinggi disebabkan oleh keterlibatan patogen pada masa pasca dan pra-panen yang menyebabkan hilangnya 10–80% hasil buah cabai yang dapat dipasarkan (Than et al., 2008). Saat pra panen di lapangan, jamur patogen, utamanya, disebarkan oleh angin. Hujan yang berangin sangat membantu perkembangan penyakit antraknosa. Penyakit akan terus berkembang pada saat pascapanen karena menular dari buah yang sehat ke buah yang sakit dengan adanya kontak antar buah. Penyakit akan semakin parah apabila terjadi pelukaan.

Colletotrichum sp. bukan hanya jamur penyebab penyakit busuk buah cabai (de Silva et al. 2019, Sutomo et al., 2022), tapi juga terbukti menjadi penyebab penyakit berbagai tanaman hortikultura dan buah-buahan di seluruh dunia. Ditemukan 11 spesies *Colletotrichum* berbeda yang menjadi penyebab penyakit antraknosa pada tanaman cabai di China (Diao et al., 2017). Di Indonesia juga sudah ditemukan 7 spesies dari 24 spesies yang pernah dilaporkan ada di Asia (de Silva et al., 2019). Berdasarkan penelitian Anggrahini et al. (2020), di Yogyakarta berhasil diidentifikasi secara molekuler empat spesies *Colletotrichum* yang berbeda yaitu *C. scovillei*, *C. truncatum*, *C. siamense*, dan *C. makassarii*.

Saat ini tanaman cabai banyak dibudidayakan di lahan rawa lebak maupun di rawa pasang surut. Namun penanaman cabai di lahan rawa lebak memiliki keunggulan khusus, yaitu tanaman cabai dapat dibudidayakan saat musim kemarau, dimana pada saat bersamaan agroekosistem lain mengalami kekeringan. Oleh karena itu, di lahan rawa lebak tanaman cabai dapat ditanam di luar musim tanam, sehingga harga jual menjadi lebih tinggi. Di kawasan rawa lebak, dengan sistem surjan yaitu teknik bercocok tanam kearifan lokal yang adaptif lahan rawa, cabai biasanya ditanam di atas tukang. (Hayati & Hardarani, 2019). Tukungan adalah meninggikan tanah supaya tidak tergenang pada saat air pasang masuk atau saat ada genangan di lahan rawa lebak (Nursyamsi & Noor, 2014) (apa tidak ada padanan kata selain tukang?). Cabai juga ditanam pada lahan tipe B pada lahan pasang surut, dimana luapan air pasang hanya terjadi pada saat air pasang besar saja (Hartoni & Shafriani, 2023).

Commented [A117]: Lihat komentar pada dapftar pustaka. Artikel yang dijadikan rujukan pada bagian ini yang a atau b?

Contoh penulisan:
(Mariana, et al., 2021a) atau (Mariana, et al., 2021b)

Commented [A118]: Apakah betul tahun 2014? Cek kembali daftar pustaka

Kalimantan Selatan merupakan salah satu provinsi yang paling banyak ditemui tanaman cabai di lahan rawa lebak dan pasang surut, dimana antraknosa juga selalu menjadi masalah serius yang dialami petani setiap musim tanam. Penyakit antraknosa pada cabai ditemukan pada cabai rawit lokal varietas Hiyung, yang ditanam di beberapa lokasi di Kalimantan Selatan (Budi & Mariana, 2016). Pada tahun 2020 tanaman terserang penyakit antraknosa di lahan rawa lebak mencapai 100% dengan rata-rata tingkat keparahan penyakit mencapai 43,7%. Rata-rata angka kejadian penyakit juga lebih besar pada pertanaman cabai di daerah rawa pasang surut di Kecamatan Marabahan yaitu 57,54 %. Hasil penelitian Mariana et al. (2021) membuktikan isolat *Colletotrichum* asal lahan rawa di Desa Hiyung tahan terhadap fungisida berbahan aktif propineb yang biasa dipakai petani apabila mulai ada timbul gejala tanaman terserang. Petani juga sering menggunakan fungisida berbahan aktif klorotalanil dengan konsentrasi dua kali dosis anjuran, tapi terbukti masih tidak mampu mengatasi gangguan antraknosa pada cabai (Hajijah et al., 2022).

Potensi perkembangan penyakit antraknosa menjadi lebih tinggi karena selain menular lewat biji, penyebaran penyakit ini juga melalui kontak antar buah di penyimpanan, percikan air hujan, sisa tanaman sakit di tanah, dan aliran air permukaan (Oo & Oh, 2016). Secara epidemiologi penyakit antraknosa mempunyai daur polisiklik dimana spora aseksual (konidia) yang terbawa percikan air yang bertanggung jawab dalam permulaan dan penyebaran epidemi (Salotti et al., 2023). Bahan tanam yang terinfeksi *C. acutatum* walaupun tidak menunjukkan gejala (*symptomless leaves*), dapat menjadi sumber infeksi dan berkorelasi kuat dengan kejadian penyakit baik sebelum maupun pasca panen (Debode et al., 2015)

Berbagai cara pengendalian sudah dilakukan petani untuk mengendalikan *Colletotrichum* sp. karena besarnya potensi kerugian yang terjadi. Usaha untuk meminimalkan kerugian, maka petani seringkali memilih untuk mengendalikan penyakit ini dengan pestisida sintetis. Padahal harusnya penggunaan pestisida sintetis semakin dibatasi karena dapat meninggalkan residu pada produk pertanian dan lingkungan, yang berbahaya bagi manusia dan organisme non-target lainnya (Purnama & Mutamima, 2023; Malhat et al., 2023). Oleh karena itu diperlukan cara alternatif sebagai upaya dalam pengendalian penyakit antraknosa ini, terutama ketika berada di lahan. Salah satu upaya tersebut adalah penggunaan jenis tanaman yang tahan atau dikenal dengan istilah varietas tahan.

Pengendalian dengan tanaman tahan dapat dengan mudah dan kompatibel apabila dipadukan dengan teknik pengendalian lainnya. Selain ramah lingkungan, penanaman varietas tahan ini juga mengurangi biaya pengendalian, mengurangi residu pestisida pada produk, dan

Commented [A119]: Ini artikel yang mana, a atau b?

mengurangi bahaya bagi petani pada saat aplikasi (Shahzaman et al., 2015; Rahoo et al., 2017). Gen tahan yang dimiliki oleh varietas tahan membuat tanaman tersebut mampu bertahan di saat terserang patogen dengan lingkungan yang mendukung penyakit berkembang cepat. Ketahanan PBC932 terhadap *C. acutatum* dikendalikan oleh dua gen dominan pada stadium buah hijau dan dua gen resesif pada stadium buah masak, dan terbukti mewarisi resistensi dominan monogenik terhadap *C. truncatum* (Ridzuan et al., 2018). Penanda HpmsE032 dapat dianggap berguna dalam pemilihan genotipe tahan yang berasal dari galur PBC80 (Rout et al., 2023).

Ketahanan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa telah banyak diteliti, namun beberapa varietas yang telah dibudidayakan petani di lahan rawa perlu dievaluasi terkait dengan menjadi resistennya *Colletotrichum* sp. terhadap beberapa fungisida yang digunakan petani dan berkembangnya penyakit antraknosa di lahan rawa seperti yang terjadi di sentra pertanian cabai rawit banjar varietas Hiyung (Mariana et al., 2021). Oleh karena itu, dalam studi ini akan dilakukan evaluasi tingkat ketahanan sepuluh varietas cabai yang ditanam di lahan rawa terhadap isolat *Colletotrichum* sp.. Kesepuluh varietas tersebut adalah Bara, Hiyung, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Tiung Ulin, Genie, Sekar, Alip, Sret, dan CR-9, yang merupakan varietas cabai rawit paling banyak dibudidayakan petani di lahan rawa berdasarkan hasil survei awal penelitian ini. Pengujian ini menggunakan isolat *Colletotrichum* sp. yang berasal dari cabai Hiyung dari lahan rawa Desa Hiyung, yang merupakan varietas paling banyak ditanam petani di Kalimantan Selatan.

Commented [A120]: Ini artikel yang a atau b?

Materials and methods

Evaluasi ketahanan varietas uji ini dilaksanakan di rumah kaca dan laboratorium Fitopatologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia (3°26'26.3"S 114°50'43.6"E). Tanaman uji adalah sepuluh varietas cabai rawit yang banyak ditanam di sentra pertanian cabai di lahan rawa pasang surut Desa Antaraya, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan dan di lahan rawa lebak Desa Hiyung, Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan. Sepuluh varietas tersebut adalah varietas Hiyung, Tiung Ulin, Alip, Sret, Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, dan CR-9. Tanaman uji ditanam di dalam *polybag* menggunakan tanah jenis??. Penelitian dirancang dengan rancangan acak lengkap. Sepuluh perlakuan diulang tiga kali, dan masing masing satuan percobaan ada dua tanaman. Isolasi dan identifikasi dilakukan di laboratorium Fitopatologi Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat.

Isolasi dan penyiapan inokulum *Colletotrichum* sp. asal cabai Hiyung

Sampel gejala diambil dari lokasi pertanaman cabai varietas Hiyung di kawasan lahan rawa Desa Hiyung, Kabupaten Tapin Tengah, Kalimantan Selatan. Buah cabai rawit yang menunjukkan tanda-tanda serangan patogen tahap awal atau belum sepenuhnya menutupi permukaan buah pada gejala tersebut digunakan sebagai sumber inokulum. Isolasi dan identifikasi dilakukan di laboratorium Fitopatologi.

Prosedur isolasi *Colletotrichum* mengikuti Hu et al. (2022) yaitu buah cabai yang bergejala penyakit antraknosa dipotong 5 mm × 5 mm pada bagian buah antara yang sakit dan sehat. Setelah itu dicelupkan pada alkohol 70% selama 30 detik untuk menghilangkan kontaminasi di bagian luar dan tiga kali dalam air steril. Kemudian dikeringkan di atas kertas saring steril. Potongan buah cabai yang sudah kering dikulturkan pada media *potato dextrose agar* (PDA) yang telah ditambahkan streptomisin sulfat (100 mg/L) sebanyak 2 ml/L.

Karakter makroskopik yaitu karakter koloni diamati secara visual meliputi, morfologi kultur seperti warna koloni dan bentuk tepian koloni, karakter permukaan koloni, warna acervulus serta laju pertumbuhan koloni. Pengamatan mikroskopis dilakukan di bawah mikroskop Leica DM300 (Leica Microsystems Pte Ltd, USA). Karakter morfologi mikroskopis patogen yang diamati adalah bentuk dan karakter konidia, ada tidaknya setae. Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis tersebut kemudian divalidasi melalui literatur terkait koloni jamur genus *Colletotrichum* sp. (de Silva, 2019).

Uji Kategori Tingkat Ketahanan Cabai

Polybag kecil yang telah diisi dengan campuran homogen antara media tanah dan pupuk kandang (2:1), ditanami benih cabai yang telah direndam air selama 24 jam sesuai prosedur penelitian sebelumnya (Debbarma et al., 2018). Tanah dilubangi dengan kedalaman 1-2 cm dan diisi dengan dua biji cabai, lalu ditutup tanah lagi. Bibit cabai tersebut dipelihara hingga tanaman mempunyai empat helai daun yang telah berumur 3 minggu. Tanaman dengan empat daun tersebut dipindahkan ke *polybag* berukuran 35 × 35 cm. Sebelum dipindahkan, terlebih dahulu media tanam dilubangi dengan kedalaman ± 5 cm, kemudian dilakukan pemindahan tanam dengan cara memilih bibit cabai yang sehat dan pertumbuhannya seragam serta mengambil tanah yang melekat pada bagian perakaran, lalu tutup kembali dengan media tanam. Bibit yang ditanam langsung disiram dengan air agar tanah tetap basah dan diberi naungan. Selain itu, tanaman cadangan juga disediakan untuk mengganti apabila tanaman

utama mati atau terserang hama. Cara budidaya ini mengadopsi cara yang dilakukan oleh petani setempat.

Inokulasi *Colletotrichum* sp. diawali dengan membuat suspensi inokulum yaitu dengan cara menambahkan 10 ml air steril ke dalam cawan petri yang berisi biakan *Colletotrichum* sp, kemudian cawan diratakan dengan segitiga perata. Sebanyak 10 ml suspensi tersebut kemudian dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi 90 ml air steril dan dihomogenkan dengan *shaker* (Orbital shaker TS 330 A, TIT, Taiwan) berkecepatan 150 rpm selama 15 menit. Suspensi tersebut dibuat pada konsentrasi 10^6 spora/ml yang dihitung menggunakan *haemocytometer* (Mapienfeld, Germany). Buah cabai sehat yang akan diinokulasi dilukai terlebih dahulu menggunakan jarum steril. Inokulasi dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi cendawan sebanyak 10 ml/tanaman ke seluruh permukaan tanaman cabai. Setelah itu pada bagian atas tanah ditutupi dengan kain basah, serta menyungkup tanaman menggunakan plastik bening selama 2 hari, setelah 2 hari sungkup dibuka dan tanaman diletakkan di tempat yang teduh (Dzung et al., 2017; Srisapoom et al., 2021)

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah durasi masa inkubasi yang dihitung mulai inokulasi sampai timbulnya gejala (Leclerc et al., 2014), kejadian penyakit (Syukur et al., 2009), dan laju infeksi (van der Plank, 1963). Pengamatan kejadian penyakit dimulai sehari setelah inokulasi dan pengamatan terus berlanjut hingga tanaman cek rentan (varietas Hiyung) menunjukkan gejala terinfeksi antraknosa dengan tingkat intensitasnya dimasukkan ke dalam kelompok rentan (>40%). Kejadian penyakit (KP) diukur dengan menggunakan rumus berdasarkan Syukur et al. (2009) yaitu sebagai berikut:

$$KP = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (1)$$

dimana:

KP = Kejadian penyakit

N = Jumlah buah semua buah yang diamati

n = Jumlah buah yang sakit

Penetapan kriteria/derajat ketahanan tanaman cabai terhadap serangan antraknosa berdasarkan kejadian penyakit dilakukan oleh Andika (2020). Sementara kriteria ketahanan tanaman cabai terhadap antraknosa didasarkan pada kejadian penyakit dapat dilihat pada Tabel 1 (Palupi et al., 2015).

Commented [A121]: Sesuaikan tahun dengan dapus

Commented [A122]: Sesuaikan tahun dengan dapus

Tabel 1. Kriteria ketahanan tanaman cabai terhadap antraknosa

Kejadian Penyakit (%)	Kriteria
$0 \leq X \leq 10$	Sangat Tahan
$10 < X \leq 20$	Tahan
$20 < X \leq 40$	Moderat
$40 < X \leq 70$	Rentan
>70	Sangat rentan

Laju infeksi penyakit merupakan ukuran waktu cepat patogen berkembang seiring berjalannya waktu. Rumus polisiklik digunakan untuk menentukan laju infeksi penyakit (Van der Plank, 1963) dengan rumus perhitungan:

$$r = \frac{2,3}{t_2 - t_1} \log_{10} \frac{X_2(1 - X_1)}{X_1(1 - X_2)} \quad (2)$$

dimana:

R = Laju infeksi

x1 = Persentase Kejadian Penyakit pada pengamatan pertama

x2 = Persentase Kejadian Penyakit pada pengamatan kedua

t1 = Waktu observasi pertama

t2 = Waktu pengamatan kedua

HASIL DAN PEMBAHASAN

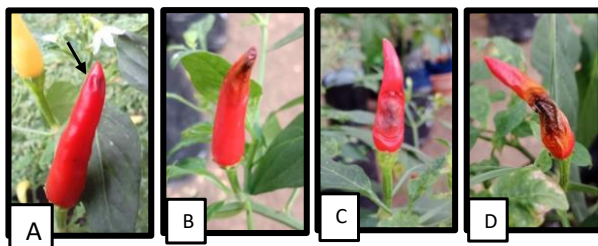
Gejala antraknosa

Isolat yang ditemukan sebagai penyebab penyakit antraknosa memiliki gejala yang hampir sama yaitu bagian buah cabai yang terinfeksi awalnya mengkerut ke bagian dalam (Gambar 1A), kemudian berubah menjadi bercak cokelat (Gambar 1B) dengan membentuk lingkaran-lingkaran yang tidak beraturan dan pada bagian tengahnya terdapat bintik-bintik kecil berwarna kehitaman (Gambar 1C) serta lama kelamaan bagian buah yang terinfeksi mengering (Gambar 1D). Hasil ini sejalan dengan penelitian Kiran et al. (2021) menyatakan bahwa gejala buah cabai yang terserang penyakit antraknosa buah cabai mempunyai bintik hitam, jaringan nekrotik cekung dengan cincin acervuli yang konsentris. Hasil penelitian Oo & Oh (2020) menyampaikan bahwa gejala khas penyakit antraknosa pada buah cabai antara lain jaringan nekrotik yang cekung, dengan cincin acervuli yang konsentris dan lesi yang menyatu. Hal ini diawali dengan timbulnya lekukan-lekukan dan berlanjut dengan munculnya bercak berwarna abu-abu tua hingga hitam dan pinggiran berwarna kecokelatan. Bahkan menurut Soesanto (2019) gejala penyakit pada buah cabai ditandai dengan adanya bercak berukuran

Commented [A123]: Apakah betul tahun 2021? Cek kembali dapus

kecil, bulat, agak tenggelam berwarna kuning tua yang lama-kelamaan menjadi berwarna coklat. Selain itu menurut Almeida et al. (2017) serangan penyakit yang berat dapat menyebabkan buah menyusut dan mengering sepenuhnya, walaupun gejala awalnya terdiri dari lesi kecil berwarna coklat tua dan melingkar dengan tepi jelas.

Gejala yang terdapat di desa Hiyung diawali dengan terbentuknya lekukan kemudian muncul bercak berwarna abu-abu tua sampai hitam. Di bagian tengah gejala terdapat bintik-bintik kecil yang berwarna hitam-hitaman. Serangan lebih lanjut mengakibatkan buah mengkerut, kering dan membusuk. Bercak dikelilingi oleh pinggiran yang berwarna coklat (Gambar 1D). Perkembangan gejala penyakit antraknosa pada masing-masing varietas uji tidak terlihat adanya perbedaan yang signifikan, baik pada gejala awal sampai dengan gejala lanjut, seperti yang terlihat pada Gambar 2, tetapi jumlah buah yang terserang berbeda dibandingkan varietas lainnya. Pada varietas Hiyung lebih banyak buah cabai yang terserang (42.8%), sementara varietas Sret hanya 17.11% (Tabel 1).

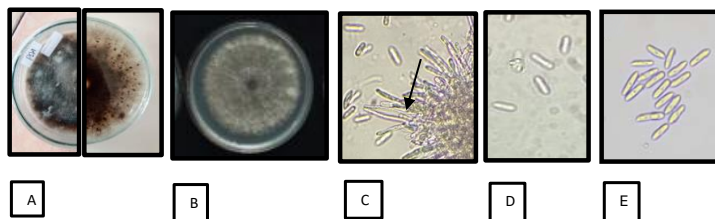


Gambar 1. Urutan gejala penyakit antraknosa setelah diinokulasi dengan *Colletotrichum* sp.



Gambar 2. Gejala antraknosa hasil inokulasi pada buah cabai rawit untuk masing-masing varietas uji:
 A. Hiyung, B. Dewata 43 F1, C. Bara. D. Tiung Tanjung. E. Genie. F. CR-9 G. Alip. H. Stret. I. Tiung Ulin. J. Sekar

Pengamatan mikroskopik menunjukkan konidia tumbuh dari konidiofor yang terdapat pada acervuli (Gambar 3C). Konidia berbentuk silinder, lurus dengan kedua ujung yang tumpul (Gambar 3D dan 3E). Umumnya dalam mendiagnosis penyebab penyakit tanaman, dilakukan dengan prosedur postulat Koch. Faktor yang diamati adalah gejala dan karakter makroskopik dan mikroskopik isolat murni yang berasal dari gejala tersebut (Riley et al., 2002). Berdasarkan deskripsi gejala oleh Liu et al. (2016) gejala penyakit antraknosa pada varietas Hiyung merupakan gejala penyakit antraknosa. Gejala penyakit antraknosa pada buah cabai berupa bercak berwarna cokelat tua sampai hitam, bercak cekung dengan banyak acervuli hitam di permukaan, serta massa konidia berwarna putih kotor yang banyak dalam kondisi lembab.



Gambar 3. Isolat hasil isolasi buah cabai Hiyung bergejala antraknosa, A: isolat *Colletotrichum* sp. pada bagian (i) depan dan (ii) belakang, B: isolat *C. gloeosporioides* Widodo & Hidayat (2018), C: acervuli dengan konidiofor D. konidia *Colletotrichum* sp., E: konidia *C. gloeosporioides* Widodo & Hidayat (2018)

Koloni isolat murni hasil isolasi dari buah cabai rawit Hiyung yang bergejala antraknosa adalah berwarna abu-abu kehijauan, dan miselium berbentuk seperti kapas. Pada bagian belakang cawan petri terlihat adanya zonasi diurnal sehingga tampak seperti cincin yang konsentris dan adanya

miselium udara (Gambar 3Aii). Awalnya koloni tersebut berwarna putih yang lama kelamaan akan menjadi abu abu muda kemudian abu abu tua kehijauan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Widodo & Hidayat (2018) bahwa dari 3 tipe isolat *Colletotrichum* asal cabai, karakter koloni *morphotype 2* adalah miselium berbentuk seperti kapas, berwarna abu-abu dengan warna dasar abu-abu zaitun hingga abu-abu tua (Gambar 3B). Hasil karakterisasi secara molekuler, *morphotype 2* tersebut adalah *C. gloeosporioides*. Hal yang sama dikemukakan oleh Than et al. (2008), koloni *C. gloeosporioides* dari tanaman cabai bervariasi dari putih keabu-abuan hingga abu-abu tua, yang mana beberapa isolat menunjukkan zonasi diurnal miselium udara berwarna abu-abu pucat hingga hitam, sementara isolat lain menghasilkan miselium udara dalam lapisan yang rata dan terasa. Dugaan ini diperkuat menurut Sheu (2005), bahwa warna isolat *C. gloeosporioides* yang berasal dari cabai berkisar dari putih, abu-abu, hingga hijau zaitun tua. Pertumbuhan koloni cepat dalam waktu 9 sampai 10 hari sudah mencapai 90 mm dengan rata rata 9.95 mm hari⁻¹. Pertumbuhan koloni *C. gloeosporioides* lebih cepat dari spesies *Colletotrichum* lainnya. Hasil penelitian Than et al. (2008) menunjukkan bahwa isolat *C. gloeosporioides* tumbuh 11.0 mm hari⁻¹- 11.2 mm hari⁻¹ yang secara signifikan lebih cepat dibandingkan kelompok lainnya yaitu isolat *C. capsici* 7.1 mm hari⁻¹ dan isolat *C. acutatum* 5.8 mm hari⁻¹.

Hasil pengamatan morfologi mikroskopik menunjukkan bahwa konidia berbentuk silindris dengan ujung agak tumpul dan transparan, tidak ditemukan seta sehingga diduga cendawan tersebut termasuk *C. gloeosporioides*. Menurut de Silva (2019) bentuk konidia merupakan karakter untuk menentukan spesies dari *Colletotrichum*. *C. gloeosporioides* memiliki bentuk konidia lurus dengan ujung tumpul yang berbeda dengan *C. acutatum* (konidia lurus dengan ujung lancip), dan *C. truncatum* (konidia falcate). Selain bentuk konidia, pada spesies *C. gloeosporioides* jarang ditemukan adanya seta dan konidianya berbentuk silinder lurus dengan ujung tumpul di kedua ujungnya. Isolat *C. gloeosporioides* memiliki konidia silindris lurus dengan ujung tumpul di kedua ujungnya, berwarna putih hingga abu-abu, dan memiliki sedikit bintik acervuli hitam yang tersebar di seluruh bagiannya ditemukan oleh Mariana et al. (2021) dalam penelitiannya. Sedangkan menurut Widodo & Hidayat (2018), konidia jamur *C. gloeosporioides* berbentuk silinder dan kedua ujung membulat.

Korelasi Masa inkubasi dengan tingkat ketahanan varietas

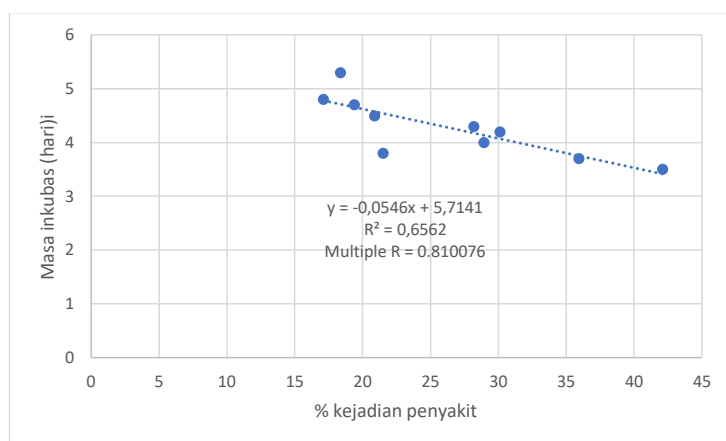
Pengamatan masa inkubasi dilakukan setiap hari mulai dari tanaman diinokulasi hingga munculnya gejala pertama. Berdasarkan data yang diperoleh, setiap jenis cabai rawit yang diteliti, memiliki masa inkubasi terhadap jamur *Colletotrichum* sp. yang berbeda beda. Hasil analisis data masa inkubasi, ada dua kelompok yaitu kelompok pertama varietas Tiung Tanjung, Sekar, Dewata 43 F1, Bara, dan CR-9 tidak berbeda dengan Hiyung. Sebaliknya, kelompok kedua yaitu varietas Genie,

Commented [A124]: Perbaiki penulisan jika sumber terdiri dari 2 orang penulis

Commented [A125]: Ini artikel a atau b?

Alip, Sret, dan Tiung Ulin sangat berbeda dengan Hiyung (Tabel 2). Dari kelompok pertama varietas Sekar menunjukkan masa inkubasi yang paling lama (mengapa dibagi pembahasan 2 kelompok? Dasarnya apa? Karena di metode tidak dibahas ada dua kelompok ini), rata-rata 3.8 hari, disusul varietas Tiung Tanjung 3.7 hari, dan varietas Hiyung 3.5 hari. Sementara kelompok kedua varietas Dewata 43 F1 masa inkubasinya rerata pada 4 hari, varietas Bara pada 4.2 hari, varietas CR-9 pada 4.3 hari, varietas Genie dan varietas Alip masing-masing 4.5 hari, varietas Sret pada 4.8 hari dan varietas Tiung Ulin memiliki masa inkubasi terlama yaitu pada 5.3 hari.

Hasil uji regresi antara masa inkubasi dan kejadian penyakit memiliki nilai keeratan yang sangat kuat yaitu nilai multiple R (apa maknanya ini? Silakan rujuk artikel yang ikut membahas terkait nilai multiple R dan R²) = 0.810076, pengaruh masa inkubasi terhadap kejadian penyakit terlihat pada nilai R² = 0.6562, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa masa inkubasi berpengaruh 65% terhadap kejadian penyakit, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai pengaruh yang negatif pada persamaan regresi menunjukkan bahwa semakin lama atau panjang waktu yang diperlukan patogen untuk masuk dan menghasilkan gejala pada tanaman maka semakin rendah kejadian penyakitnya.



Gambar 4. Hubungan regresi antara kejadian penyakit dan masa inkubasi

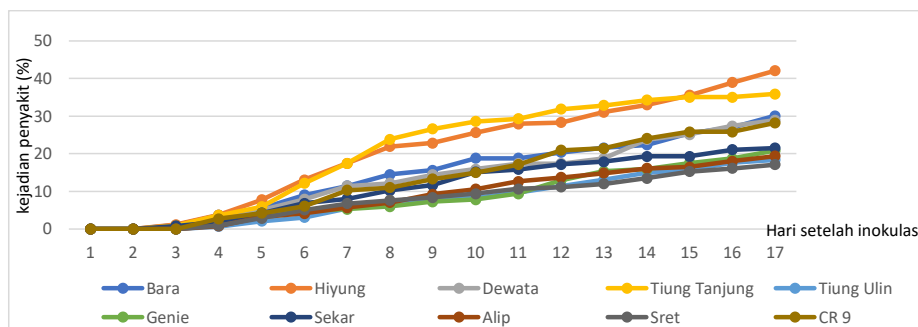
Masa inkubasi dipengaruhi oleh kemampuan patogen untuk menyerang tanaman hingga menghasilkan gejala yang ditentukan oleh varietas tanaman itu sendiri dalam menahan serangan patogen (Mongkolporn & Taylor, 2018). Interaksi antara patogen dan varietas tanaman menentukan perbedaan masa inkubasi. Masa inkubasi penyakit antraknosa oleh *Colletotrichum* sp. pada masing

masing varietas berbeda beda dan tingkat ketahanannya juga berbeda beda. Ketahanan dan kerentanan suatu varietas ditentukan oleh tingkat kejadian penyakit yang ditimbulkannya. Semakin pendek masa inkubasi menunjukkan semakin tinggi tingkat kejadian penyakit dan semakin rentan tanaman terhadap serangan patogen. Pada varietas yang lebih rentan masa inkubasinya lebih pendek dan sebaliknya pada varietas yang lebih tahan masa inkubasinya lebih panjang sesuai dengan hasil regresi antara masa inkubasi dan kejadian penyakit yaitu nilai keceratan yang sangat kuat yaitu 0.810076. Masa inkubasi akan lebih lama jika resistensinya lebih tinggi dan lebih pendek jika tingkat resistensinya lebih rendah (Mora et al., 2015). Genotipe cabai CB-EL menjadi genotipe paling tahan diantara genotipe lainnya dengan nilai kejadian penyakit virus daun keriting kuning sebesar 8.89% dan periode inkubasi terlama, 21-50 hari (Andarwening & Matra, 2022).

Kejadian Penyakit dan Tingkat Ketahanan Tanaman

Semua varietas cabai rawit yang dievaluasi mempunyai kejadian penyakit antraknosa harian yang meningkat setiap harinya. Selain itu, persentase kejadian penyakit bervariasi di semua jenis penyakit yang dievaluasi. Proporsi sebesar 42.08% pada varietas Hiyung mempunyai angka kejadian penyakit tertinggi, sedangkan kejadian penyakit terendah terjadi pada varietas Sret hanya 17.11%

(Gambar 4) Bukan Gambar 5 ya? Sudah diperbaiki.



Gambar 4. Perkembangan Kejadian Penyakit Antraknosa pada Beberapa Varietas yang Diuji

Masing-masing spesies cabai rawit yang diteliti mempunyai ketahanan yang berbeda terhadap penyakit antraknosa. Persentase kejadian penyakit pada varietas Tiung Ulin, Alip, dan Sret masing-masing sebesar 18.37%, 19.36%, dan 17.11% termasuk dalam katagori tahan. Sedangkan dengan persentase kejadian penyakit sebesar 30.11% pada varietas Bara dan berturut-turut 28.94%,

35.93%, 20.87%, 21.52% dan 28.20% pada masing-masing varietas Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, dan CR-9, digolongkan ke dalam kelompok ketahanan moderat. Sementara itu, varietas Hiyung memiliki kategori rentan dengan persentase kejadian penyakit sebesar 42.08% (lihat Tabel 2). Hasil pengamatan di lahan petani menunjukkan bahwa Tiung Tanjung dan Hiyung merupakan varietas cabai rawit yang paling banyak ditemukan pada pertanaman cabai di lahan rawa, sehingga tidak aneh apabila varietas tersebut memiliki tingkat perkembangan penyakit yang lebih tinggi dibanding lainnya karena patogen sudah adaptif dengan kedua varietas tersebut di lahan rawa.

Pada penelitian ini terbukti setiap varietas memiliki kategori ketahanan yang berbeda-beda. Hal ini diduga karena adanya sistem pertahanan dari tanaman baik sebelum patogen berhasil masuk maupun setelah masuk yang diatur oleh gen yang dimiliki oleh masing-masing varietas. Enam gen yang bekerja dalam ketahanan tanaman cabai besar *Capsicum annum* cv. Nokkwang terhadap *Colletotrichum siamense*, yaitu gen cytochrome P450, gen PepCYP, gen thionin-like (PepThi), gen defensin (J1-1), gen pepper thaumatin-like (PepTLP), gen MADS-box (PepMADS), dan gen pepper esterase (PepEST) (Cui et al., 2023). Hasil penelitian Perdani et al. (2021) dari enam varietas cabai yang diuji memiliki tingkat ketahanan yang berbeda terhadap *C. acutatum* dan *C. gloeosporioides*. Ketahanan terhadap spesies *Colletotrichum* sangat diatur oleh keluarga gen spesifik dan interaksi biokimia yang terjadi melalui enzim spesifik dan metabolit sekunder yang dihasilkan pada interaksi inang-patogen (de Silva, 2017). Keterlibatan gen-gen ini dalam ketahanan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa dikendalikan oleh gen yang menghasilkan banyak peptida antimikroba seperti defensin, protein transfer lipid, dan protease inhibitor. Kuantifikasi metabolit sekunder yang dihasilkan selama interaksi antara *C. annum* yang resisten, dan *C. siamense*, menunjukkan bahwa dihasilkan konsentrasi asam kafeat dan asam klorogenat yang tinggi, dan ekspresi diferensialnya bergantung pada tahap perkembangan buah dan waktu setelah inokulasi (masa inkubasi) (Cui et al., 2023).

Menurut Prasath dan Ponnuswami (2008) genotipe cabai yang tahan antraknosa memiliki kandungan fenol dan enzim aktif yang lebih besar dibandingkan genotipe cabai yang tidak tahan (seperti orto dihidroksi fenol, peroksidase, polifenol oksidase, dan fenilalanin amonia-lyase). Enzim *phenylalanine ammonis lyase* (PAL), yang penting untuk pembentukan senyawa fitoaleksin dan fenolik, dikaitkan dengan peningkatan kandungan senyawa fenolik tanaman. Prekursor dalam produksi asam salisilat termasuk senyawa yang berasal dari PAL, seperti asam sinamat yang berperan dalam pengimbasan ketahanan sistemik (Nakkeeran et al., 2006). Resistensi buah cabai terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* disebabkan oleh reaksi hipersensitif (HR) (Kim et al., 2004). Perbedaan kategori ketahanan tanaman cabai juga diduga karena faktor ketahanan mekanis/regulasi morfologi struktur oleh gen yang diekspresikan berupa ketebalan lapisan kutikula. Peningkatan ketahanan karena aplikasi silika menyebabkan penebalan dinding sel dan kutikula. Selain itu juga

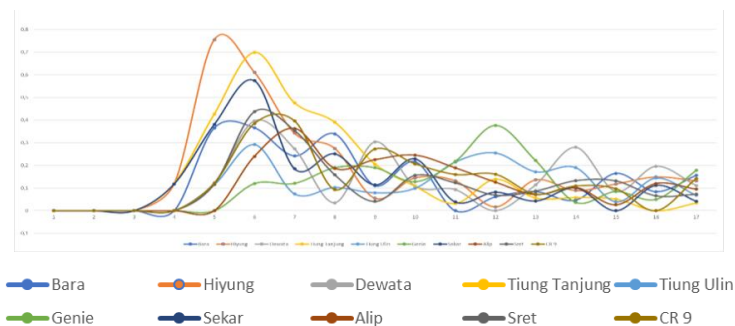
Commented [A126]: Ini artikel a atau b?

Commented [A127]: Tidak ada dalam dapus

karena terjadinya peningkatan kadar fenol atau hasil gabungan dari beberapa mekanisme (Jayawardana et al., 2016)

Laju Infeksi Penyakit pada Ketahanan Tanaman Berbeda

Tiap varietas cabai rawit yang diuji memiliki laju infeksi penyakit antraknosa yang berbeda-beda yaitu pada cabai rawit varietas Bara 0.132 unit/hari, varietas Hiyung 0.181 unit/hari, varietas Dewata 43 F1 0.125 unit/hari, varietas Tiung Tanjung 0.165 unit/hari, varietas Tiung Ulin 0.109 unit/hari, varietas Genie 0.113 unit/hari, varietas Sekar 0.139 unit/hari, varietas Alip 0.117 unit/hari, varietas Sret 0.115 unit/hari dan varietas CR-9 0.130 unit per hari (lihat Tabel 2). Laju infeksi tercepat terjadi pada varietas Hiyung 0.181 unit/hari, sedangkan laju infeksi yang terlambat terjadi pada varietas Tiung Ulin 0.109 unit, artinya pada varietas Hiyung terjadi peningkatan penyakit rata-rata 0.181 buah pada setiap harinya dan varietas Tiung Ulin 0.109 buah setiap harinya. Grafik perkembangan laju infeksi penyakit antranoksa dapat dilihat pada **Gambar 5 (Gambar 6?)**.



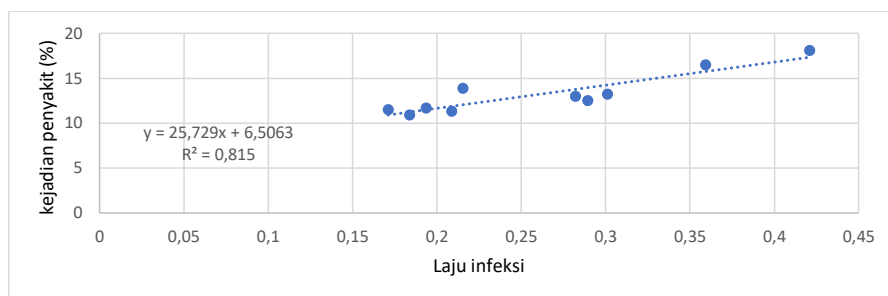
Gambar 5. Perkembangan Laju Infeksi Penyakit Antraknosa pada Beberapa Varietas Cabai Rawit Uji

Laju infeksi dipengaruhi gen tahan yang dimiliki oleh inang yang digunakan inang dalam melawan gen virulensi patogen. Gen tersebut mengendalikan satu atau beberapa sifat patogenisitas di antaranya adalah laju infeksi. Berdasarkan data hasil penelitian menunjukkan bahwa laju infeksi pada beberapa varietas cabai rawit yang sudah diuji berbeda-beda. Perbedaan laju infeksi penyakit pada tiap-tiap varietas cabai rawit uji ini sejalan dengan perbedaan tingkat kejadian penyakit dan tingkat ketahanan tanaman (**Gambar 6**, Tabel 2). Menurut Nutter (2007) perhitungan sederhana ini

memberikan perkiraan bagaimana laju infeksi menunda waktu yang diperlukan untuk mencapai tingkat intensitas penyakit tertentu (misalnya timbulnya penyakit).

Pada varietas Hiyung laju infeksi penyakit lebih tinggi bila dibanding dengan varietas cabai rawit uji lainnya. Ini memiliki makna semakin tinggi laju infeksi penyakit maka semakin cepat juga perkembangan populasi patogen per unit persatuan waktu sehingga berakibat semakin rentan varietas tersebut. Hal ini terlihat dari hasil analisis regresi (Gambar 6) yang menunjukkan bahwa semakin cepat laju infeksi maka semakin tinggi kejadian penyakitnya dengan nilai keceratan yang tinggi yaitu $R^2 = 0.815$ yang menunjukkan bahwa 81.5% kejadian penyakit dipengaruhi oleh laju infeksi patogennya. Nutter (2007) menyatakan bahwa salah satu faktor yang berpengaruh terhadap R (laju infeksi penyakit) yaitu ketahanan tanaman inang. Laju infeksi penyakit adalah ukuran laju perkembangan populasi patogen per satuan waktu atau laju berkembangnya populasi patogen.

Berdasarkan data penelitian, setiap varietas cabai rawit yang dievaluasi memiliki tingkat infeksi antraknosa yang berbeda. Varietas yang resisten dapat menurunkan kejadian penyakit. Persamaan regresi pengaruh kejadian penyakit terhadap laju infeksi adalah $y = 25.729x + 6.5063$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi laju infeksi maka semakin tinggi kejadian penyakitnya dan semakin rentan varietas tersebut. Menurut Meena et al. (2011) pada tanaman *Indian mustard* (*Brassica juncea*) kultivar Varuna lebih rentan dibandingkan dengan kultivar Rohini, karena laju infeksi pada daun dan polong kultivar Varuna lebih tinggi pada kultivar Rohini.



Gambar 6. Hubungan regresi antara kejadian penyakit dan laju infeksi

Tabel 2. Rata-Rata Kejadian Penyakit, Kategori Ketahanan, masa inkubasi, dan rata rata laju infeksi

Varietas	Persentase Kejadian Penyakit (%)	Tingkat ketahanan	Masa inkubasi	Rata rata Laju Infeksi
----------	----------------------------------	-------------------	---------------	------------------------

Bara	30.11	Moderat	4.2 ^{abc}	0.132
Hiyung	42.08	Rentan	3.5 ^a	0.181
Dewata 43 F1	28.94	Moderat	4.0 ^{abc}	0.125
Tiung Tanjung	35.93	Moderat	3.7 ^{ab}	0.165
Tiung Ulin	18.37	Tahan	5.3 ^d	0.109
Genie	20.87	Moderat	4.5 ^{bc}	0.113
Sekar	21.52	Moderat	3.8 ^{ab}	0.139
Alip	19.36	Tahan	4.7 ^{cd}	0.117
Sret	17.11	Tahan	4.8 ^{cd}	0.115
CR-9	28.20	Moderat	4.3 ^{abc}	0.13

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama, menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$.

Pengamatan awal pada masing masing varietas uji menunjukkan laju infeksi lebih tinggi yang kemudian menurun sampai akhir pengamatan (Gambar 6). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Dhiman et al. (2022) bahwa tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris*) menunjukkan ketahanan yang lebih tinggi pada tanaman yang tua daripada tanaman yang lebih muda terhadap penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *C. lindemuthianum*. Fenomena ini disebut resistensi dewasa atau *adult plant resistance* (APR). Hal ini terbukti pada hasil penelitian (Mongkolporn et al. (2022)) bahwa umur berpengaruh terhadap ketahanan tanaman cabai. Buah cabai yang tua lebih tahan terhadap penyakit antraknosa. Buah muda yang hijau (30 – 45 hari setelah berbunga) lebih tahan dari pada buah matang yang merah dan siap panen (45-55 hari setelah berbunga). Laju infeksi antraknosa pada berbagai varietas cabai rawit pada penelitian ini yaitu berkisar antara 0.109 unit/hari pada varietas Tiung Ulin dengan kejadian penyakit 18.17% lebih rendah dibanding laju infeksi pada varietas Hiyung 0.18 unit/hari dengan kejadian penyakit 42.08 %. Temuan ini lebih rendah dibanding hasil penelitian yang dilakukan oleh Prihatiningsih (2020), dimana laju infeksi antraknosa pada cabai varietas lokal Baturaden di Desa Kemutug Lor menunjukkan intensitas penyakit antraknosa tertinggi 76% dengan laju infeksi 0.345 unit per hari

Commented [A128]: Tidak ada dalam dapus

KESIMPULAN

Kategori ketahanan sepuluh varietas cabai rawit yang dibudidayakan di lahan rawa terhadap penyakit antraknosa adalah varietas Hiyung tergolong rentan, varietas Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar dan CR-9 masing-masing adalah moderat, serta varietas Tiung ulin, Alip, dan Sret masing-masing tergolong tahan. Masa inkubasi dari beberapa varietas cabai rawit yang sudah diuji berbeda-beda yaitu dengan rata-rata berkisar antara 3.5-5.3 hari. Semakin panjang masa inkubasi semakin tahan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa. Laju infeksi penyakit antraknosa berbeda-beda pada beberapa varietas cabai rawit yang telah diuji. Semakin tinggi laju infeksi maka semakin tinggi kejadian penyakitnya dan semakin rentan varietas tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S., Widodo, P., & Hidayah, H. A. (2014). Analisis Fenetik Kultivar Cabai Besar *Capsicum Annuum* L. dan Cabai Kecil *Capsicum Frutescens* L. *Scripta Biologica*, 1(1), 113-121.
- Almeida, L. D., Matos, K. S., Assis, L. A. G., Hanada, R. E., & Silva, G. F. D. (2017). First report of anthracnose of *Capsicum chinense* in Brazil caused by *Colletotrichum brevisporum*. *Plant Disease*, 101(6), 1035. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-17-0099-PDN>
- Andarwening, F., & Matra, D. D. (2022). Respons Ketahanan Sumberdaya Genetik Lokal Cabai (*Capsicum frutescens* L. dan *Capsicum annuum* L.) terhadap Infeksi Virus Daun Keriting Kuning. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 50(1), 65-72.
- Anggrahini, D. S., Wibowo, A., & Subandiyah, S. (2020). Morphological and molecular identification of *Colletotrichum* spp. associated with chili anthracnose disease in Yogyakarta Region. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 24(2), 161-174. <https://doi.org/10.22146/jpti.58955>
- BPS (Badan Pusat Statistik) Indonesia. (2019). Statistik Tanaman Sayuran Dan Buah-Buahan Semusim Indonesia, 2018. BPS-Statistics Indonesia
- Budi, I. S., & Mariana, M. (2016). Controlling Anthracnose Disease of Locally Chili in Marginal Wetland using Endophytic Indigenous Microbes and Kalakai (*Stenochlaena palustris*) Leaf Extract. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 4(1), 28-34. <http://dx.doi.org/10.20527/jwem.v4i1.51>
- Chang, S. W., & Hwang, B. K. (2003). Effects of plant age, leaf position, inoculum density, and wetness period on *Bipolaris coicis* infection in adlays of differing resistance. *Plant disease*, 87(7), 821-826. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.7.821>
- Cui, L., van den Munckhof, M. C., Bai, Y., & Voorrips, R. E. (2023). Resistance to Anthracnose Rot Disease in *Capsicum*. *Agronomy*, 13(5), 1434. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051434>
- Debbarma, A., Devi, J., Barua, M., & Sarma, D. (2018). Germination performance of chilli (*Capsicum annuum* L.) and coriander (*Coriandrum sativum* L.) as affected by seed priming treatments. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1), 2648-2652.
- Debode, J., Van Hemelrijck, W., Xu, X. M., Maes, M., Creemers, P., & Heungens, K. (2015). Latent entry and spread of *Colletotrichum acutatum* (species complex) in strawberry fields. *Plant pathology*, 64(2), 385-395. <https://doi.org/10.3767/003158517x692788>

Commented [A129]: Tidak ada dalam badan kalimat

de Silva, D. D., Groenewald, J. Z., Crous, P. W., Ades, P. K., Nasruddin, A., Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. (2019). Identification, prevalence and pathogenicity of *Colletotrichum* species causing anthracnose of *Capsicum annuum* in Asia. *IMA fungus*, 10(1), 1-32. <https://doi.org/10.1186/s43008-019-0001-y>

de Silva, D. D., Crous, P. W., Ades, P. K., Hyde, K. D., & Taylor, P. W. (2017). Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. *Fungal Biology Reviews*, 31(3), 155-168. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2017.05.001>

de Silva, D. D., Ades, P. K., Crous, P. W., & Taylor, P. W. J. (2017). *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Australia. *Plant Pathology*, 66(2), 254-267. <https://doi.org/10.1111/ppa.12572>

Dhiman, S., Badiyal, A., Katoch, S., Pathania, A., Singh, A., Rathour, R., ... & Sharma, P. N. (2022). Insights on atypical adult plant resistance phenomenon in Andean bean cultivar Baspa (KRC-8) to *Colletotrichum lindemuthianum*, the bean anthracnose pathogen. *Euphytica*, 218(6), 77. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03018-8>

Diao, Y. Z., Zhang, C., Liu, F., Wang, W. Z., Liu, L., Cai, L., & Liu, X. L. (2017). *Colletotrichum* species causing anthracnose disease of chili in China. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 38(1), 20-37.

Dzung, P. D., Hiet, H. D., Van Le, B., Thang, N. T., Van Phu, D., Duy, N. N., & Hien, N. Q. (2017). Induction of anthracnose disease resistance on chili fruit by treatment of oligochitosan—nanosilica hybrid material. *Agricultural Sciences*, 8(10), 1105-1113. <https://doi.org/10.4236/as.2017.810080>

Forcelini, B. B., Gonçalves, F. P., & Peres, N. A. (2017). Effect of inoculum concentration and interrupted wetness duration on the development of anthracnose fruit rot of strawberry. *Plant disease*, 101(2), 372-377. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1175-RE>

Hajijah, H., Mariana, M., & Pramudi, M. I. (2022). Uji Resistensi *Colletotrichum* sp. Asal Cabai Hiyung Terhadap Fungisida Berbahan Aktif Klorotalonil dan Mankozebe. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 5(2), 455-465. <http://dx.doi.org/10.20527/jpnt.v5i2.1250>

Hartoni & Shafriani, K. A. (2023). Efisiensi Teknis Usahatani Cabai Besar Pada Lahan Pasang Surut Kecamatan Cerbon Kabupaten Barito Kuala (Pendekatan Data Envelopment Analysis). In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah 8* (2), 39-45.

Hayati, A., & Hardarani, N. (2019). Karakteristik lahan dan budidaya cabai rawit Hiyung: Informasi dasar untuk peningkatan produksi cabai rawit Hiyung di lahan rawa lebak. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah 4* (1), 57-59.

Hong, J. K., & Hwang, B. K. (1998). Influence of inoculum density, wetness duration, plant age, inoculation method, and cultivar resistance on infection of pepper plants by *Colletotrichum coccodes*. *Plant Disease*, 82(10), 1079-1083.

Hu, S., Zhang, Y., Yu, H., Zhou, J., Hu, M., Liu, A., Wu, J., Wang, H. & Zhang, C. (2022). *Colletotrichum* spp. diversity between leaf anthracnose and crown rot from the same strawberry plant. *Frontiers in Microbiology*, 13, 860694. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.860694>

Jayawardana, H. A. R. K., Weerahewa, H. L. D., & Saparamadu, M. D. J. S. (2016). The mechanisms underlying the anthracnose disease reduction by rice hull as a silicon source in capsicum (*Capsicum annuum* L.) grown in simplified hydroponics. *Procedia food science*, 6, 147-150. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.035>

Commented [A130]: Berikan perbedaan penulisan untuk dua artikel ini, misalnya: de Silva, D. D., Crous, P. W., Ades, P. K., Hyde, K. D., & Taylor, P. W. (2017a) atau de Silva, D. D., Ades, P. K., Crous, P. W., & Taylor, P. W. J. (2017b)

Commented [A131]: Lengkapi titik-titik ini

Commented [A132]: Tidak ada dirujuk dalam badan kalimat

Commented [A133]: Tidak ada dirujuk dalam badan kalimat

Kim, K. H., Yoon, J. B., Park, H. G., Park, E. W., & Kim, Y. H. (2004). Structural modifications and programmed cell death of chili pepper fruit related to resistance responses to *Colletotrichum gloeosporioides* infection. *Phytopathology*, 94(12), 1295-1304. <https://doi.org/10.1094/PHTO.2004.94.12.1295>

Kiran, R., Akhtar, J., Kumar, P., & Shekhar, M. (2020). Anthracnose of chilli: Status, diagnosis, and management. In *Capsicum*. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.93614>

Commented [A134]: Pastikan tahun ini

Leclerc, M., Doré, T., Gilligan, C. A., Lucas, P., & Filipe, J. A. (2014). Estimating the delay between host infection and disease (incubation period) and assessing its significance to the epidemiology of plant diseases. *PloS one*, 9(1), e86568.

Lenné, J. M., Sonoda, R. M., & Parbery, D. G. (2018). Production of conidia by setae of *Colletotrichum* species. *Mycologia*, 76(2), 359-362.

Commented [A135]: Tidak ada dirujuk dalam badan kalimat

Liu, F., Tang, G., Zheng, X., Li, Y., Sun, X., Qi, X., ... & Gong, G. (2016). Molecular and phenotypic characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease in peppers from Sichuan Province, China. *Scientific reports*, 6(1), 32761.

Commented [A136]: Lengkapi titik2 ini

Malhat, F., Anagnostopoulos, C., Bakery, M., Youssef, M., El-Sayed, W., Abdallah, A., & El-Salam Shokr, S. A. (2023). Investigation of the dissipation behaviour and exposure of flonicamid and imidacloprid in open field green beans under dry climatic conditions. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-13.

Mariana, M., Liestiany, E., Cholis, F. R., & Hasbi, N. S. (2021). Penyakit antraknosa cabai oleh *Colletotrichum* sp. di lahan rawa Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1), 30-36. <https://doi.org/10.31186/jipi.23.1.30-36>

Mariana, M., Liestiany, E., Cholis, F. R., Adiyatama, M. D., Adhni, A. L., & Hasbi, N. S. (2021). Ketahanan jamur *Colletotrichum* spp. penyebab antraknosa buah cabai terhadap fungisida di lahan rawa. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 6, No. 2).

Commented [A137]: Berikan perbedaan penulisan untuk dua artikel ini, misalnya:
Mariana, M., Liestiany, E., Cholis, F. R., & Hasbi, N. S. (2021a) dst
Mariana, M., Liestiany, E., Cholis, F. R., Adiyatama, M. D., Adhni, A. L., & Hasbi, N. S. (2021b). dst

Meena, P. D., Chattopadhyay, C., Meena, S. S., & Kumar, A. (2011). Area under disease progress curve and apparent infection rate of *Alternaria* blight disease of Indian mustard (*Brassica juncea*) at different plant age. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 44(7), 684-693. <https://doi.org/10.1080/03235400903345281>

Mongkolporn, O., Montri, P., Supakaew, T., & Taylor, P. W. (2010). Differential reactions on mature green and ripe chili fruit infected by three *Colletotrichum* spp. *Plant Disease*, 94(3), 306-310. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-3-0306>

Commented [A138]: Tidak ada dirujuk dalam badan kalimat

Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. J. (2018). Chili anthracnose: *Colletotrichum* taxonomy and pathogenicity. *Plant Pathology*, 67(6), 1255-1263. Doi: 10.1111/ppa.12850

Mora, M. L., Capó, Y. A., Suárez, M. A., Martín, M. C., Roque, B., & Méndez, E. M. (2015). Components of resistance to assess Black Sigatoka response in artificially inoculated *Musa* genotypes. *Revista de Protección Vegetal*, 30(1), 60. <https://doi.org/10.1080/00275514.1984.12023847>

Nursyamsi, D., & Noor, M.H. (2015). Perkembangan Model Surjan Di Lahan Rawa. In *Sistem Surjan Model Pertanian Lahan Rawa Adaptif Perubahan Iklim*. IAARD Press. Jakarta.

Commented [A139]: Pastikan tahun

Nutter, F. F. (2007). The role of plant disease epidemiology in developing successful integrated disease management programs. In *General concepts in integrated pest and disease management* (pp. 45-79). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6061-8_3

Oo, M. M., & Oh, S. K. (2016). Chili anthracnose (*Colletotrichum* spp.) disease and its management approach. *Korean Journal of Agricultural Science*, 43(2), 153-162.

Oo, M. M., & Oh, S. K. (2020). First report of anthracnose of chili pepper fruit caused by *Colletotrichum truncatum* in Korea. *Plant Disease*, 104(2), 564.
<https://doi.org/10.7744/kjoas.20160018>

Palupi, H., Yulianah, I., & Respatijarti, R. (2015). Uji Ketahanan 14 Galur Cabai Besar (*Capsicum annuum* L.) Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum Spp*) Dan Layu Bakteri (*Ralstonia Solanacearum*) (Doctoral dissertation, Brawijaya University).

Perdani, A. Y., Paradisa, Y. B., Wahyuni, W., Indrayani, S., Sulistyowati, Y., & Cahyani, Y. (2021). Response of Six Chili Varieties to Anthracnose Disease Caused By *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 21(2), 144-150.
<https://doi.org/10.23960/jhptt.221144-150>

Perfect, S. E., & Green, J. R. (2001). Infection structures of biotrophic and hemibiotrophic fungal plant pathogens. *Molecular plant pathology*, 2(2), 101-108

Commented [A140]: Tidak ada dirujuk dalam dapus

Prasath, D., & Ponnuswami, V. (2008). Screening of chilli (*Capsicum annuum* L.) genotypes against *Colletotrichum capsici* and analysis of biochemical and enzymatic activities in inducing resistance. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 68(03), 344-346.
<http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3098.4328>

Prihatiningsih, N., Djatmiko, H. A., & Erminawati, E. (2020). Komponen epidemi penyakit antraknosa pada tanaman cabai di kecamatan baturaden kabupaten Banyumas. *Jurnal Agro*, 7(2), 203-212. <http://dx.doi.org/10.15575/8000>

Purnama, I., & Mutamima, A. (2023). Pestisida dalam Produk Pertanian: Dampak, Analisis, dan Strategi Pengendalian. Soega Publishing.

Rahoo, A. M., Mukhtar, T., Gowen, S. R., Rahoo, R. K., & Abro, S. I. (2017). Reproductive potential and host searching ability of entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(1), 229-234. <https://doi.org/10.21307%2Fjofnem-2021-083>

Ridzuan, R., Raffi, M. Y., Ismail, S. I., Mohammad Yusoff, M., Miah, G., & Usman, M. (2018). Breeding for Anthracnose Disease Resistance in Chili: Progress and Prospects. *International journal of molecular sciences*, 19(10), 3122. <https://doi.org/10.3390/ijms19103122>

Riley, M. B., Williamson, M. R., & Maloy, O. (2002). Plant disease diagnosis. The plant health instructor. 10. DOI: 10.1094/PHI-I-2002-1021-01

Rout, S. S., Rout, P., Uzair, M., Kumar, G., & Nanda, S. (2023). Genome-wide identification and expression analysis of CRK gene family in chili pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to *Colletotrichum truncatum* infection. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 98(2), 194-206. <https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2117654>

Salotti, I., Liang, Y. J., Ji, T., & Rossi, V. (2023). Development of a model for *Colletotrichum* diseases with calibration for phylogenetic clades on different host plants. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1069092. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1069092>

Saxena, A., Raghuvanshi, R., Gupta, V. K., & Singh, H. B. (2016). Chili anthracnose: the epidemiology and management. *Frontiers in microbiology*, 7, 1527.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01527>

Commented [A141]: Tidak ada dirujuk dalam badan kalimat

Semangun, H. (2001). *Pengantar ilmu penyakit tumbuhan*. Gadjah Mada University Press.

Commented [A142]: Tidak ada dirujuk dalam badan kalimat

Shahzaman, S., Inam-ul-Haq, M., Mukhtar, T., & Naeem, M. (2015). Isolation, identification of antagonistic rhizobacterial strains obtained from chickpea (*Cicer arietinum* L.) field and their in-vitro evaluation against fungal root pathogens. *Pak. J. Bot*, 47(4), 1553-1558.

Sharma, M., & Kulshrestha, S. (2015). *Colletotrichum gloeosporioides*: an anthracnose causing pathogen of fruits and vegetables. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 12(2), 1233-1246.

Commented [A143]: Tidak ada dirujuk dalam badan kalimat

Sheu, Z. M., & Wang, T. C. (2005). Evaluation of phenotypic and molecular criteria for the identification of *Colletotrichum* species causing pepper anthracnose in Taiwan. In *The second Asian conference on plant pathology 2005* (No. AVRDC Staff Publication). Faculty of Science, National University of Singapore.

Soesanto, L. 2019. *Kompendium Penyakit-Penyakit Cabai*. Lily Publisher.

Srisapoom, T., Saksirirat, W., Mongkolthananuk, W. and Niamsanit, S. (2021). Avirulent *Colletotrichum* strain for controlling anthracnose disease in chilli caused by *Colletotrichum capsici*. *International Journal of Agricultural Technology* 17(5), 1943-1956

Sutomo, R. C., Subandiyah, S., Wibowo, A., & Widiastuti, A. (2022). Description and Pathogenicity of *Colletotrichum* species causing chili anthracnose in Yogyakarta, Indonesia. *Agrivita, Journal of Agricultural Science*, 44(2), 312-321.
<http://dx.doi.org/10.17503/agrivita.v44i2.3705>

Susanto, A., Prasetyo, A. E., & Wening, S. (2013). Laju infeksi Ganoderma pada empat kelas tekstur tanah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(2), 39-39.

<https://doi.org/10.14692/jfi.9.2.39>

Commented [A144]: Tidak ada dirujuk dalam badan kalimat

Syukur, M., Sujiprihati, S., & Koswara, J. (2007). Pewarisan Ketahanan Cabai (*Capsicum annuum* L.) terhadap Antraknosa yang Disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 35(2), 112-117.
<https://doi.org/10.24831/jai.v35i2.1319>

Commented [A145]: Pastikan kembali tahun ini

Than, P. P., Jeewon, R., Hyde, K. D., Pongsupasamit, S., Mongkolporm, O., & Taylor, P. W. J. (2008). Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose on chilli (*Capsicum* spp.) in Thailand. *Plant pathology*, 57(3), 562-572.

Van der Plank, J.E. (1963). *Plant Disease Epidemics and Control*. Academic Press

Widodo, W. D. (2007, September). Status of chili anthracnose in Indonesia. In *First International Symposium on chilli Anthracnose*. Seoul (pp. 17-19).

Widodo & Hidayat, S. H. (2018). Identification of *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Indonesia by morphological characteristics and species-specific primers. *Asian Journal of Plant Pathology*, 12(1), 7-15.

Resistance of cayenne pepper varieties (*Capsicum frutescens*) to anthracnose disease (*Colletotrichum gloeosporioides*) isolates from swampy areas

Ketahanan varietas cabai rawit (*Capsicum frutescens*) terhadap penyakit antraknosa (*Colletotrichum Gloeosporioides*) isolat asal lahan rawa

Ismed Setya Budi, Mariana*, Amalia Fauziah

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Universitas Lambung Mangkurat,
South Kalimantan, Indonesia

*Correspondence author: mariana@ulm.ac.id

Abstract

Anthracnose, a primary disease in chili plants caused by the pathogen fungus *Colletotrichum* sp., has proven significant losses by affecting harvests and inducing fruit decay. Control measures using synthetic pesticides have been implemented but yielded unsatisfactory results, accompanied by the emergence of a new issue residual pesticides contaminating chili fruit and the surrounding environment. The utilization of resistant varieties stands as a pertinent approach in early control efforts to minimize harvest losses. Additionally, the use of resistant varieties is a crucial component of integrated disease control implementation. This study aims to investigate the resistance levels of ten chili varieties commonly grown in swampy areas against specific isolates of *Colletotrichum* sp. present in swampy locations. The research, conducted in a randomized complete design in a greenhouse, tested ten varieties of cayenne pepper typically cultivated in swampy areas. The results revealed that the Hiyung variety is Susceptible, while Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9 varieties exhibit moderate resistance. Conversely, Tiung Ulin, Alip, and Sret varieties are classified as resistant. The incubation period for tested cayenne pepper varieties varied, ranging from 3.5 to 5.3 days. A longer incubation period indicates greater resistance to anthracnose in chili varieties, while a higher infection rate correlates with increased disease occurrences, rendering the variety more susceptible. In conclusion, the selection of resistant varieties is a pivotal step in anthracnose management, not only to minimize harvest losses but also to support an effective integrated control approach.

Keywords: chili crop resilience; fungal infection dynamics; integrated disease control; varietal susceptibility assessment; anthracnose mitigation

Abstrak

Antraknosa, penyakit utama pada tanaman cabai yang disebabkan jamur patogen *Colletotrichum* sp., terbukti menimbulkan kerugian signifikan karena dapat menginfeksi

hasil panen hingga menyebabkan kerusakan buah yang parah. Meskipun telah dilakukan upaya pengendalian menggunakan pestisida sintesis, hasilnya belum memuaskan dan malah menimbulkan masalah baru, yaitu residu pestisida yang mencemari buah cabai dan lingkungan sekitarnya. Penggunaan varietas tahan menjadi pendekatan yang sangat relevan dalam strategi pengendalian dini untuk meminimalkan kerugian hasil panen. Selain itu, integrasi varietas tahan menjadi unsur krusial dalam implementasi pengendalian penyakit secara terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki tingkat ketahanan sepuluh varietas cabai yang umumnya ditanam di lahan rawa terhadap isolat *Colletotrichum* sp. yang spesifik di lokasi lahan rawa. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca dengan rancangan acak lengkap untuk menguji sepuluh varietas cabai rawit yang biasanya ditanam di lahan rawa. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa varietas Hiyung tergolong rentan, sementara varietas Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, dan CR-9 bersifat moderat; sedangkan varietas Tiung Ulin, Alip, dan Sret tergolong tahan. Masa inkubasi bervariasi antara 3.5-5.3 hari untuk beberapa varietas cabai rawit yang diuji. Semakin panjang masa inkubasi, semakin tinggi tingkat ketahanan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa. Sebaliknya, semakin tinggi laju infeksi, semakin tinggi tingkat kejadian penyakit, dan semakin rentan varietas tersebut. Kesimpulannya, pemilihan varietas tahan menjadi langkah kunci dalam pengelolaan antraknosa, tidak hanya untuk meminimalkan kerugian hasil panen, tetapi juga untuk mendukung pendekatan pengendalian terpadu secara efektif.

Introduction

Chili is one of the horticultural crops extensively cultivated in Indonesia. There are three common types of chili grown in Indonesia, i.e., chili pepper (*Capsicum annum* var L.), curly chili (*Capsicum annum* var L.), and cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.). In 2018, among these chili types, cayenne pepper proved to have the highest production in Indonesia, reaching 1.34 million tons (BPS Indonesia, 2019). However, like other crops, pest attacks have become an inseparable part of the chili cultivation process, leading to a decline in both quality and quantity, causing significant losses for farmers. Anthracnose is a major disease affecting chili plants and significantly impacting chili production worldwide, including Indonesia (Than et al., 2008; Widodo & Hidayat, 2018). Anthracnose disturbances have posed a significant obstacle to economic growth in every planting season (Widodo, 2007).

Anthracnose attacks have been shown to cause yield losses in chili crops ranging from 10-80% during the rainy season and 2-35% during the dry season (Widodo & Hidayat 2018). Aside from causing severe harvest losses, anthracnose epidemics can also diminish product quality (Salotti et al., 2023). Initially, infected fruits develop sunken lesion, followed by the appearance of dark gray to black spots with brown edges. In the middle of the symptoms, acervuli resembling small blackish spots emerge. Severe infections result in fruit wrinkling,

drying, and rotting (Mariana, et al., 2021a). High losses occur due to the presence of the pathogen in both post-harvest and pre-harvest periods, leading to the loss of 10-80% of marketable chili fruit (Than et al., 2008). During pre-harvest in the field, the primary pathogenic fungus is dispersed by the wind, and windy rain significantly aids the increased development of anthracnose. The disease continues to evolve post-harvest as it spreads from infected to healthy fruits through contact during storage. The disease worsens when there are injuries on healthy fruits.

The *Colletotrichum* sp. fungus is not only the cause of chili fruit rot (de Silva et al., 2019, Sutomo et al., 2022) but has also been proven to be the culprit behind diseases affecting various horticultural plants and fruits worldwide. In China, 11 different species of *Colletotrichum* have been identified as the cause of anthracnose in chili plants (Diao et al., 2017). In Indonesia, 7 out of the 24 reported *Colletotrichum* species in Asia have been identified (de Silva et al., 2019). According to the research by Anggrahini et al. (2020), four different *Colletotrichum* species were successfully molecularly identified in Yogyakarta, viz. *C. scovillei*, *C. truncatum*, *C. siamense*, and *C. makassarii*.

Currently, chili plants are extensively cultivated in both lebak swamp and tidal swamp areas. However, chili cultivation in lebak swamp areas offers a specific advantage—chili plants can be grown during the dry season, while simultaneously other agroecosystems experience drought. Therefore, in lebak swamp areas, chili cultivation can occur outside the usual planting season, leading to higher selling prices. In lebak swamp regions, utilizing the surjan system, a locally adaptive cultivation technique for swampy areas, chilies are typically planted on raised beds (Hayati & Hardarani, 2019). Raised beds, also known as tukungan or embankments, elevate the soil to prevent inundation during high tide or standing water in lebak swamp areas (Nursyamsi & Noor, 2015). Chilies are also commonly grown in type B tidal swamp areas, where tidal flooding occurs only during significant high tides (Hartoni & Shafriani, 2023).

South Kalimantan is one of the provinces where chili plants are most commonly found in lebak swamp and tidal swamp areas. However, anthracnose consistently proves to be a serious issue faced by farmers every planting season. Anthracnose disease in chilies has been identified in local cayenne pepper varieties, such as Hiyung, cultivated in several locations in South Kalimantan (Budi & Mariana, 2016). In the year 2020, the incidence of anthracnose in lebak swamp areas reached 100%, with an average disease severity level of 43.7%. The average disease incidence rate was also higher in chili cultivation in the tidal swamp areas of Marabahan Subdistrict, reaching 57.54%.

The research findings of Mariana et al. (2021b) demonstrate that *Colletotrichum* isolates from the swampy area in Hiyung Village exhibit resistance to the fungicide containing propineb, commonly used by farmers when symptoms of plant infection arise. Farmers also frequently employ chlorothalonil-based fungicides at double the recommended dosage; however, it has been proven ineffective in mitigating anthracnose issues in chilies (Hajjiah et al., 2022). In addition, the potential escalation of anthracnose is heightened not only through seed transmission but also via contact between fruits during storage. Rainwater splashes, residues of diseased plants in the soil, and surface water flow contribute to the disease spread (Oo & Oh, 2016). Epidemiologically, anthracnose follows a polycyclic life cycle where asexual spores (conidia), transported by water splashes, play a crucial role in the initiation and spread of the epidemic (Salotti et al., 2023). Plant materials infected with *C. acutatum*, even if symptomless, can serve as a source of infection and strongly correlate with disease occurrences both pre- and post-harvest (Debode et al., 2015).

Farmers have employed various control measures to tackle the *Colletotrichum* sp. issue due to the significant potential for losses. In an effort to minimize these losses, farmers often opt for the control of this disease using synthetic pesticides. However, the use of synthetic pesticides should ideally be restricted further due to the potential residue they leave on agricultural products and in the environment, posing risks to both humans and other non-target organisms (Purnama & Mutamima, 2023; Malhat et al., 2023; Syafrani et al., 2022). Therefore, alternative methods are essential for anthracnose control, particularly in field settings. One such approach involves the use of resistant plant varieties, commonly known as resistant varieties.

Control through resistant plants can be easily and compatibly integrated with other control techniques. In addition to being environmentally friendly, the cultivation of resistant varieties also reduces control costs, minimizes pesticide residues on products, and diminishes risks for farmers during field applications (Shahzaman et al., 2015; Rahoo et al., 2017). The resistance genes possessed by resistant varieties enable plants to withstand pathogen attacks even in conditions conducive to rapid disease development. The resistance of PBC932 to *C. acutatum* is governed by two dominant genes at the green fruit stage and two recessive genes at the ripe fruit stage, demonstrating inheritance of monogenic dominant resistance against *C. truncatum* (Ridzuan et al., 2018). The HpmsE032 marker can be considered valuable in selecting resistant genotypes originating from the PBC80 line (Rout et al., 2023).

The resistance of chili varieties to anthracnose has been extensively studied, yet the evaluation of certain varieties cultivated by farmers in swampy areas remains crucial, especially concerning their resistance to *Colletotrichum* sp. in the presence of commonly used fungicides, and the prevalence of anthracnose in swampy fields, as observed in the main cayenne pepper cultivation center of Banjar, particularly the Hiyung variety (Mariana et al., 2021a). Hence, this study aims to evaluate the resistance levels of ten chili varieties commonly grown in swampy areas against *Colletotrichum* sp. isolates originating from swampy fields. The ten evaluated varieties include Bara, Hiyung, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Tiung Ulin, Genie, Sekar, Alip, Sret, and CR-9, which are the most cultivated cayenne pepper varieties by farmers in swampy areas based on the initial survey results of this research. The testing employs *Colletotrichum* sp. isolates sourced from Hiyung chili in the swampy fields of Hiyung Village. Hiyung chili is the most extensively cultivated variety by farmers in South Kalimantan.

Materials and methods

The evaluation of the resistance of these ten test varieties was conducted in the greenhouse and the Phytopathology Laboratory of the Faculty of Agriculture, Lambung Mangkurat University, Indonesia (3°26'26.3"S 114°50'43.6"E). The test plants consist of ten cayenne pepper varieties commonly cultivated in the chili cultivation centers of tidal swamp fields in Antaraya Village, Barito Kuala Regency, South Kalimantan, and in lebak swamp fields in Hiyung Village, Tapin Regency, South Kalimantan. The ten varieties include Hiyung, Tiung Ulin, Alip, Sret, Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9. The test plants were grown in polybags using soil from swampy fields supplemented with organic fertilizer at a soil-to-organic-fertilizer ratio of 2:1. The research was performed in a greenhouse with a completely randomized design, consisting of ten treatments repeated three times, and each experimental unit containing two chili plants.

Isolation and Preparation of Colletotrichum sp. Inoculum from Hiyung Chili

Samples displaying symptoms were collected from the Hiyung chili cultivation site in the swampy fields of Hiyung Village, Central Tapin Regency, South Kalimantan Province. Chili peppers exhibiting early signs of pathogen attack or those not fully covering the fruit surface with symptoms were used as the inoculum source. The *Colletotrichum* isolation procedure followed the method described by Hu et al. (2022), wherein chili peppers with anthracnose symptoms were cut into 5 mm × 5 mm pieces on the fruit area between the diseased and healthy

parts. Subsequently, they were dipped in 70% alcohol for 30 seconds to eliminate contamination on the outer surface and rinsed three times in sterile water. The dried chili fruit pieces were cultured on potato dextrose agar (PDA) supplemented with streptomycin sulfate (100 mg/L) at a concentration of 2 mL/L.

Observation of macroscopic characteristics involved visual examination of the colony, encompassing cultural morphology such as colony color and edge shape, surface colony characteristics, acervulus color, and colony growth rate. Microscopic observations were conducted under a Leica DM300 microscope (Leica Microsystems Pte Ltd, USA). The observed microscopic morphological characteristics of the pathogen included the shape and character of conidia, as well as the presence of setae. The results of both macroscopic and microscopic observations were then validated through relevant literature on the fungal colonies of the *Colletotrichum* sp. genus (de Silva, 2019).

Testing Chili Resistance Levels

Small polybags filled with a homogeneous mixture of soil and organic fertilizer (2:1) were planted with chili seeds soaked in water for 24 hours (Debbarma et al., 2018). The soil was perforated to a depth of 1-2 cm, and two chili seeds were placed inside, followed by covering with soil. The chili seedlings were nurtured until they had four leaves and were three weeks old. Seedlings with four leaves were then transferred to larger polybags measuring 35 × 35 cm. Before the transfer, the planting medium was perforated to a depth of ±5 cm. Transplantation involved selecting healthy and uniformly grown chili seedlings, ensuring the soil adhering to the root system was transferred along with the seedling and closing the hole with the planting medium. The newly planted seedlings were immediately watered to keep the soil moist and provided with shade. Additionally, backup plants were prepared to replace any primary plants that died or were affected by pests.

Inoculation of *Colletotrichum* sp. begins by creating an inoculum suspension. This is performed by adding 10 mL of sterile water to a Petri dish containing the *Colletotrichum* sp. culture. The contents of the dish are then spread evenly using a triangular spreader. Subsequently, the 10 mL suspension is transferred to an Erlenmeyer flask containing 90 mL of sterile water and homogenized using an orbital shaker (Orbital shaker TS 330 A, TIT, Taiwan) at a speed of 150 rpm for 15 minutes. The suspension is prepared at a concentration of 10^6 spores/mL, determined using a hemacytometer (Mapienfeld, Germany). Healthy chili peppers to be inoculated are first wounded using a sterile needle. Inoculation is performed by spraying 10 mL of the fungal suspension per plant over the entire surface of the chili plants. Afterward,

the topsoil is covered with damp cloth, and the plants are covered with transparent plastic for 2 days. After 2 days, the cover is removed, and the plants are placed in a shaded area (Dzung et al., 2017; Srisapoom et al., 2021).

The parameters observed in this study include the incubation period duration, calculated from inoculation to the appearance of the first symptoms (Leclerc et al., 2014), disease incidence (Syukur et al., 2007), and infection rate (van der Plank, 1963). Disease incidence observation commenced one day after inoculation and continued until the susceptible check plant (Hiyung variety) displayed anthracnose symptoms with intensity exceeding 40%, classifying it as susceptible. Disease incidence (DI) was measured using the formula based on Syukur et al. (2007):

$$DI = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (1)$$

where:

DI = Disease incidence, %

n = Number of infected fruits, fruits

N = Total number of observed fruits, fruits

Establishing criteria/degrees of chili plant resistance to anthracnose attacks is based on disease incidence (Andika, 2020). The determination of chili plant resistance criteria to anthracnose is grounded in the disease incidence outlined in Table 1 (Palupi et al., 2015).

Table 1. Criteria for chili plant resistance to anthracnose

Disease incidence (%)	Criteria
$0 \leq X \leq 10$	Highly resistant
$10 < X \leq 20$	Resistant
$20 < X \leq 40$	Moderat
$40 < X \leq 70$	Susceptible
>70	Highly susceptible

Disease infection rate is a measure of the pathogen's rapid development over time. The polycyclic formula is used to determine the disease infection rate (Van der Plank, 1963) with the calculation formula:

$$R = \frac{2,3}{t_2 - t_1} \log_{10} \frac{X_2(1 - X_1)}{X_1(1 - X_2)} \quad (2)$$

where:

R = Infection rate, %/day

x1 = percentage of disease incidence at the first observation, %

x2 = percentage of disease incidence at the second observation, %

t1 = time of the first observation, day

t2 = time of the second observation, day

Results and Discussions

Anthracoze symptoms

The isolates identified as the causative agent of anthracose exhibit nearly identical symptoms. Initially, the infected part of the chili pepper fruit undergoes inward wrinkling (Figure 1A), subsequently transforming into brown spots (Figure 1B) with irregularly formed circles. In the middle, small black spots emerge (Figure 1C), and if left untreated, the infected part of the fruit dries up (Figure 1D). These findings align with the research of Kiran et al. (2020), stating that anthracnose-affected chili pepper fruits exhibit black spots, concave necrotic tissue with concentric rings of acervuli. Oo & Oh's (2020) study reports typical symptoms of anthracnose in chili pepper fruits, including concave necrotic tissue with concentric acervuli rings and merging lesions. This begins with the development of indentations and progresses to the appearance of dark gray to black spots with brownish edges. Additionally, according to Soesanto (2019), symptoms of the disease in chili pepper fruits are characterized by small, round, slightly submerged yellowish spots that later turn brown. Furthermore, Almeida et al. (2017) state that severe disease infestations can cause the fruits to shrink and completely dry up, even though the initial symptoms consist of small brown lesions with clearly defined circular edges.

Symptoms of the affected fruits found in Hiyung Village begin with the formation of indentations, followed by the appearance of dark gray to black spots. In the middle of the symptoms, there are small spots with a dark black color. The spots are surrounded by brown edges (Figure 1D). Further infection results in the fruits wrinkling, drying, and rotting. The development of anthracnose symptoms in each test variety does not show significant differences, both in the early and advanced symptoms (Figure 2). However, the number of affected fruits varies among different varieties. In the Hiyung variety, more chili pepper fruits are affected (42.8%), while the Sret variety has only 17.11% affected fruits (see Table 1).





Figure 1. Sequence of anthracnose disease symptoms after inoculation with *Colletotrichum* sp.



Figure 2. Anthracnose symptoms resulting from inoculation on hot chili peppers for each test variety: A. Hiyung, B. Dewata 43 F1, C. Bara. D. Tiung Tanjung. E. Genie. F. CR-9 G. Alip. H. Stret. I. Tiung Ulin. J. Sekar

Microscopic observations reveal conidia growing from conidiophores present on acervuli (Figure 3C). The conidia are cylindrical, straight, with both ends blunt (Figure 3D and 3E). The diagnosis of the plant disease causative agent begins with the Koch's postulates procedure. Factors observed include the symptoms and macroscopic and microscopic characteristics of pure isolates derived from those symptoms (Riley et al., 2002). Based on the symptom description by Liu et al. (2016), the symptoms on the Hiyung variety are indicative of anthracnose disease. Anthracnose symptoms on hot chili peppers manifest as dark brown to black spots, concave lesions with numerous black acervuli on the surface, and a plethora of dirty white conidia masses in humid conditions.

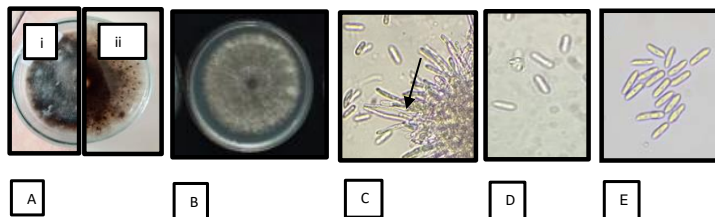


Figure 3. Isolate from symptomatic Hiyung chili pepper fruit, A: *Colletotrichum* sp. isolate on (i) front and (ii) back, B: *C. gloeosporioides* isolate (Widodo & Hidayat, 2018), C: acervuli with conidiophores D. conidia of *Colletotrichum* sp., E: conidia of *C. gloeosporioides* (Widodo & Hidayat, 2018)

The colonies of pure isolates obtained from symptomatic Hiyung chili pepper fruit with anthracnose are greenish-gray and exhibit a cotton-like mycelium. The back of the petri dish shows a diurnal zonation resembling concentric rings with the presence of aerial mycelium (Figure 3Aii). Initially, the colony is white and gradually turns light gray, then dark greenish-gray. This aligns with the findings of Widodo & Hidayat (2018), where among three types of *Colletotrichum* isolates from chili peppers, morphotype 2 exhibits a cotton-like mycelium, grayish color with an olive gray to dark gray base (Figure 3B). Molecular characterization identified morphotype 2 as *C. gloeosporioides*. Similar observations were reported by Than et al. (2008) for *C. gloeosporioides* colonies from chili peppers, ranging from whitish-gray to dark gray. Some isolates displayed diurnal zonation with aerial mycelium in pale to blackish-gray, while others produced even and palpable aerial mycelium. This is consistent with Sheu & Wang's (2005) research, which found that *C. gloeosporioides* isolates from chili peppers exhibited colors ranging from white to gray and dark olive green. The colony's rapid growth, reaching 90 mm in 9 to 10 days at an average rate of 9.95 mm per day, is notable. *C. gloeosporioides* colonies showed significantly faster growth compared to other *Colletotrichum* species, as reported by Than et al. (2008), with *C. gloeosporioides* isolates growing at 11.0 mm per day to 11.2 mm per day, significantly outpacing the other groups—*C. capsici* isolates at 7.1 mm per day and *C. acutatum* isolates at 5.8 mm per day.

The results of microscopic morphological observations indicate that the conidia are cylindrical with slightly blunt and transparent ends, and no setae were found, suggesting that the fungus belongs to *C. gloeosporioides*. According to de Silva (2019), the conidial shape is a characteristic used to determine *Colletotrichum* species. *C. gloeosporioides* has cylindrical conidia with blunt ends, distinguishing it from *C. acutatum* (which has pointed conidia) and *C. truncatum* (which has falcate conidia). Besides conidial shape, the presence of setae is rare in *C. gloeosporioides*, and its conidia are straight cylinders with blunt ends on both sides. The isolate of *C. gloeosporioides* has cylindrical, straight conidia with blunt ends, appearing white to gray, and exhibits scattered black acervuli spots throughout (Mariana et al., 2021a). In contrast, according to Widodo & Hidayat (2018), the conidia of *C. gloeosporioides* are cylindrical with rounded ends on both sides.

Correlation of Incubation Period with Resistance Levels of Varieties

Incubation period observations were conducted daily after inoculating the plants with *Colletotrichum* sp. until the appearance of the first symptoms. Based on the obtained data, each studied type of hot pepper has a different incubation period. The data analysis results for the incubation period indicate that Tiung Tanjung, Sekar, Dewata 43 F1, Bara, and CR-9 did not differ from Hiyung. Conversely, Genie, Alip, Sret, and Tiung Ulin varieties were significantly different from Hiyung (Table 2). Hiyung had an incubation period of 3.5 days, followed by Tiung Tanjung at 3.7 days, and Sekar at 3.8 days. Dewata 43 F1 had an incubation period of 4.0 days, Bara at 4.2 days, CR-9 at 4.3 days, Genie, and Alip each at 4.5 days, Sret at 4.8 days, and Tiung Ulin had the longest incubation period at 5.3 days.

The regression test results between the incubation period and disease incidence show a very strong correlation with a value of $R = 0.810076$, consistent with the findings of Putra et al. (2022), stating that if the correlation coefficient (Multiple R) is between 0.60 – 0.899, there is a strong correlation between variables x and y , i.e., between the incubation period and disease incidence. The correlation resulted in an equation and coefficient of determination (R^2) indicating the percentage of the incubation period's influence on disease incidence. The linear equation is $y = -0.0546x + 5.7141$ with $R^2 = 0.6562$ (Figure 4). This analysis indicates that the incubation period influences 65% of disease incidence, while the remaining percentage is influenced by other factors. The negative impact value in the regression equation suggests that the longer the time it takes for the pathogen to enter and produce symptoms in plants, the lower the disease incidence.

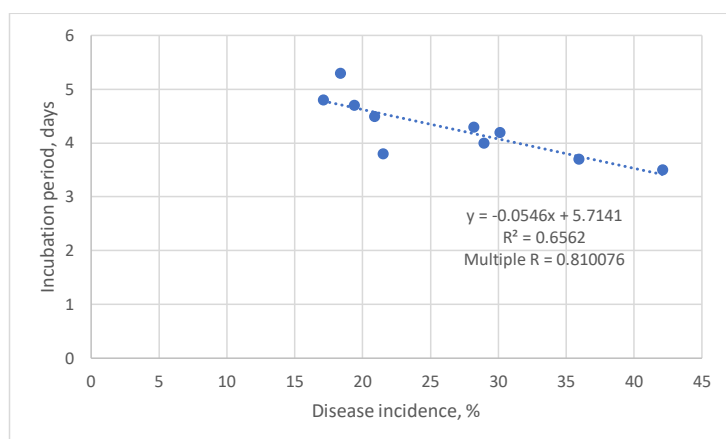


Figure 4. Regression relationship between disease incidence and incubation period

The incubation period is influenced by the pathogen's ability to attack the plant until symptoms are produced, determined by the plant variety's inherent resistance to pathogen attacks (Mongkolporn & Taylor, 2018). In susceptible hosts, the biotrophic phase with extensively branched primary hyphae lasts only 72 hours after initial infection before transitioning to the necrotrophic phase. In the necrotrophic phase, secondary narrow filamentous hyphae grow rapidly from the tips of primary hyphae, attacking surrounding cells quickly, resulting in anthracnose symptoms (de Silva, 2017b). The incubation period of anthracnose caused by *Colletotrichum* sp. varies between different varieties, and their resistance levels also differ. Mishra et al. (2017) conducted a study to test the resistance of two chili cultivars, Teja Jhal (TJ) and Bhut Jolokia (BJ), to anthracnose. The highly susceptible chili genotype TJ infected by *C. truncatum* exhibited symptoms as early as 3 days post-inoculation, rapidly developing to 26.2 ± 0.6 mm to 29.41 ± 0.2 mm. In the resistant variety BJ, the incubation period was 5 days post-inoculation, and symptom development was slow, ranging from 1.18 ± 0.13 mm to 1.21 ± 0.21 mm. The resistance and susceptibility of a variety are determined by the incidence rate of the disease it causes. A shorter incubation period indicates a higher disease incidence rate and increased vulnerability to pathogen attacks. In more susceptible varieties, the incubation period is shorter, and conversely, in more resistant varieties, it is longer, as indicated in this study by the strong correlation value of 0.810076 between incubation period and disease incidence. The incubation period is longer with higher resistance and shorter with lower resistance (Mora et al., 2015). The chili genotype CB-EL in the study by Andarwening & Matra (2022) demonstrated the highest resistance among other genotypes, with a leaf curl yellow virus disease incidence rate of 8.89% and the longest incubation period, ranging from 21 to 50 days.

Disease Incidence and Plant Resistance Level

All evaluated varieties of cayenne pepper exhibited a daily increase in anthracnose disease incidence. Additionally, the percentage of disease incidence varied across all evaluated disease types. Hiyung variety recorded the highest disease incidence rate, accounting for 42.08%, while the lowest disease incidence occurred in the Sret variety, with only 17.11% (Figure 5).

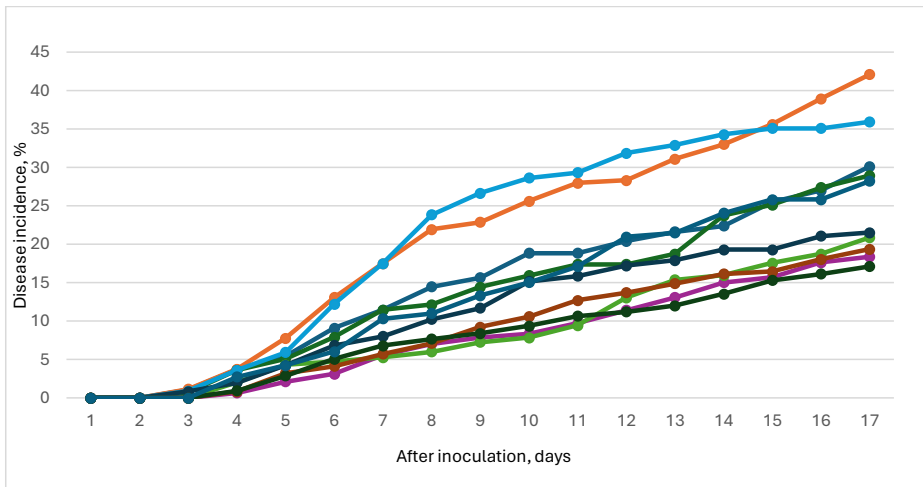


Figure 5. The progression of Anthracnose Disease Incidence in the tested varieties: Bara (sky blue), Genie (orange), Hiyung (red), Sekar (dark blue), Dewata (lime), Alip (brown), Tiung (purple), Sret (green), Tiung Ulin (blue-green), CR9 (black)

Each chili pepper species under study exhibits different resistance levels to anthracnose disease. The disease incidence percentages for Tiung Ulin, Alip, and Sret, at 18.37%, 19.36%, and 17.11% respectively, fall under the resistant category. On the other hand, with disease incidence percentages of 30.11% for Bara, and sequentially 28.94%, 35.93%, 20.87%, 21.52%, and 28.20% for Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9, they are classified into the moderate resistance group. Meanwhile, Hiyung variety falls into the Susceptible category with a disease incidence percentage of 42.08% (Table 2). Field observations on farmer's land indicate that Tiung Tanjung and Hiyung are the most commonly found chili pepper varieties in swampy cultivation areas. Hence, it is not surprising that these varieties exhibit a higher disease development rate compared to others, as the pathogens have adapted to both varieties in swampy fields.

In this study, it has been demonstrated that each variety exhibits distinct categories of resistance. This is presumed to occur due to the plant's defense system, regulated by the genes inherent in each variety, both before and after successful pathogen entry. Six genes contributing to the resistance of the large chili variety *Capsicum annum* cv. Nokkwang against *Colletotrichum siamense* include cytochrome P450, PepCYP, thionin-like (PepThi), defensin (J1-1), pepper thaumatin-like (PepTLP), MADS-box (PepMADS), and pepper esterase (PepEST) genes (Cui et al., 2023). Another study by Perdani et al. (2021) on six chili varieties revealed differing levels of resistance to *C. acutatum* and *C. gloeosporioides*. Resistance to *Colletotrichum* species is governed by specific gene

families and biochemical interactions through specific enzymes and secondary metabolites produced during the host-pathogen interaction (de Silva, 2017a and de Silva, 2017b). Genes involved in the resistance of chili varieties to anthracnose include those producing antimicrobial peptides such as defensin, lipid transfer proteins, and protease inhibitors. Quantification of secondary metabolites during the interaction between resistant *C. annuum* and *C. siamense* reveals high concentrations of caffeic acid and chlorogenic acid, with differential expression dependent on fruit development stages and time after inoculation (incubation period) (Cui et al., 2023).

According to Prasath and Ponnuswami (2008), chili genotypes resistant to anthracnose exhibit higher levels of phenol content and active enzymes compared to non-resistant genotypes (such as ortho-dihydroxy phenol, peroxidase, polyphenol oxidase, and phenylalanine ammonia-lyase). The enzyme phenylalanine ammonia-lyase (PAL), crucial for the formation of phytoalexins and phenolics, is associated with an increase in phenolic compound content in plants. The resistance of chili fruits to *C. gloeosporioides* is attributed to the hypersensitive reaction (HR) (Kim et al., 2004). Differences in the resistance categories of chili plants are also suspected to result from mechanical resistance factors or regulation of morphological structures by expressed genes, such as cuticle layer thickness. Enhanced resistance through silica application can lead to thickening of cell walls and cuticles. Additionally, an increase in phenol levels or the outcome of various combined mechanisms can also be influencing factors (Jayawardana et al., 2016).

Differential Disease Infection Rates in Various Plant Resistance Levels

In this study, each tested variety of cayenne pepper exhibited varying rates of anthracnose disease infection. The infection rates were as follows: Bara chili variety at 0.132 units per day, Hiyung variety at 0.181 units per day, Dewata 43 F1 variety at 0.125 units per day, Tiung Tanjung variety at 0.165 units per day, Tiung Ulin variety at 0.109 units per day, Genie variety at 0.113 units per day, Sekar variety at 0.139 units per day, Alip variety at 0.117 units per day, Sret variety at 0.115 units per day, and CR-9 variety at 0.130 units per day (Table 2). The highest infection rate occurred in the Hiyung variety with a value of 0.181 units per day, while the slowest infection rate was recorded in the Tiung Ulin variety with a value of 0.109 units per day. This indicates that in the Hiyung variety, there is an average increase of 0.181 fruits affected by the disease every day, whereas in the Tiung Ulin variety, the increase is 0.109 fruits per day. The progression of the anthracnose disease infection rate can be observed in Figure 6.

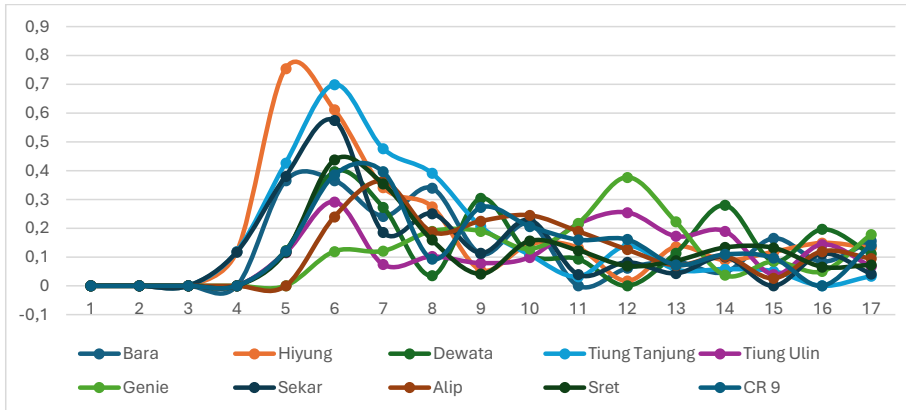


Figure 6. Development of Anthracnose Disease Infection Rates in Several Tested Varieties of Cayenne pepper: Bara (sky blue), Genie (orange), Hiyung (red), Sekar (dark blue), Dewata (lime), Alip (brown), Tiung (purple), Sret (green), Tiung Ulin (blue-green), CR9 (black)

Infection rate is influenced by resistant genes present in the host used by the pathogen to counteract virulence genes. These genes control one or more pathogenicity traits, including the infection rate. Based on the research data, the infection rates vary among tested varieties of cayenne pepper. The differences in disease infection rates in each tested variety align with variations in disease incidence and plant resistance levels (Table 2). According to Nutter (2007), this simple calculation provides an estimate of how the infection rate delays the time required to reach a specific disease intensity level (such as the onset of the disease).

In the Hiyung variety, the disease infection rate is higher compared to the other tested hot pepper varieties. This implies that a higher disease infection rate leads to a faster development of the pathogen population per unit of time, resulting in increased susceptibility of the variety. This observation is supported by the regression analysis results (Figure 7), showing that a faster infection rate corresponds to a higher disease incidence, with a high coefficient of determination ($R^2 = 0.815$). This indicates that 81.5% of the disease incidence is influenced by the pathogen's infection rate. Nutter (2007) asserts that one of the factors affecting R (disease infection rate) is the resistance of the host plant. The disease infection rate is a measure of the rate of development of the pathogen population per unit of time or the rate of growth of the pathogen population.

Based on the research data, each evaluated variety of cayenne pepper exhibits different levels of anthracnose infection. Resistant varieties can reduce the occurrence of the disease. The regression equation describing the influence of disease incidence on the infection rate is $y = 25.729x + 6.5063$. This indicates that the higher the infection rate, the higher the disease incidence, making the variety more susceptible. According to Meena et al. (2011), in Indian mustard plants (*Brassica juncea*), the Varuna cultivar is more Susceptible compared to the Rohini cultivar, as the infection rate on leaves and pods of the Varuna cultivar is higher than that of the Rohini cultivar.

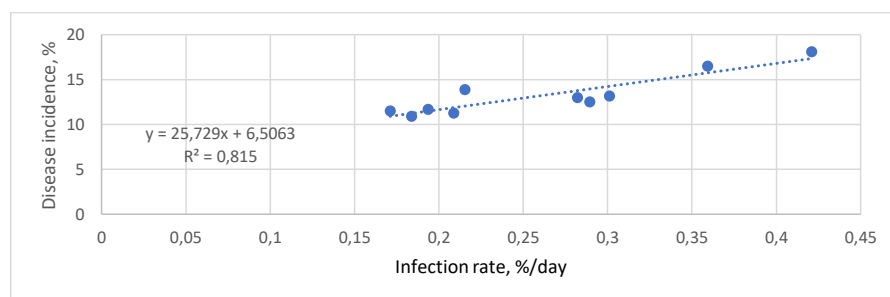


Figure 7. Regression Relationship between Disease Incidence and Infection Rate

Table 2. Average Disease Incidence, Resistance Category, Incubation Period, and Average Infection Rate (n = 40)

Variety	Disease Incidence (%)	Resistance Level	Incubation period	Average Infection Rate
Bara	30.11	Moderat	4.2 ^{abc}	0.132
Hiyung	42.08	Susceptible	3.5 ^a	0.181
Dewata 43 F1	28.94	Moderat	4.0 ^{abc}	0.125
Tiung Tanjung	35.93	Moderat	3.7 ^{ab}	0.165
Tiung Ulin	18.37	Resistant	5.3 ^d	0.109
Genie	20.87	Moderat	4.5 ^{bc}	0.113
Sekar	21.52	Moderat	3.8 ^{ab}	0.139
Alip	19.36	Resistance	4.7 ^{cd}	0.117
Sret	17.11	Resistance	4.8 ^{cd}	0.115

CR-9	28.20	Moderat	4.3 ^{abc}	0.13
------	-------	---------	--------------------	------

Note: Numbers followed by the same letter indicate no significant difference based on DMRT at $\alpha = 5\%$ level.

Preliminary observations on each test variety indicate a higher infection rate, which then decreases until the end of the observation period (Figure 6). This aligns with the findings of Dhiman et al. (2022), who reported that bean plants (*Phaseolus vulgaris*) exhibit higher resistance in older plants compared to younger ones against anthracnose caused by *C. lindemuthianum*. This phenomenon is referred to as Adult Plant Resistance (APR). The research by Mongkolporn & Taylor (2018) supports this, demonstrating that the age of chili plants influences their resistance. Mature chili fruits exhibit greater resistance to anthracnose. Young, green fruits (30–45 days after flowering) show more resilience than mature red and harvest-ready fruits (45–55 days after flowering). The anthracnose infection rate in various varieties of cayenne pepper in this study ranges from 0.109 units/day in Tiung Ulin with a disease incidence of 18.17%, lower than the infection rate in Hiyung, which is 0.18 units/day with a disease incidence of 42.08%. These findings are lower than the results of a study conducted by Prihatiningsih (2020), where the anthracnose infection rate in local Baturaden chili varieties in Kemutug Lor Village showed the highest disease intensity at 76% with an infection rate of 0.345 units per day.

Conclusions

The resistance categories to anthracnose disease among the ten cultivated cayenne pepper varieties in the swampy fields are classified as Susceptible (Hiyung variety), Moderate (Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9 varieties), and Resistant (Tiung Ulin, Alip, and Sret varieties). The incubation period varies among cayenne pepper varieties, with an average ranging from 3.5 to 5.3 days. Varieties with a longer incubation period tend to exhibit greater resistance to anthracnose disease. The infection rate of anthracnose disease differs across the tested cayenne pepper varieties. Higher infection rates correlate with increased disease incidence, indicating greater susceptibility in those varieties.

References

- Agustina, S., Widodo, P., & Hidayah, H. A. (2014). Analisis Fenetik Kultivar Cabai Besar *Capsicum Annuum* L. dan Cabai Kecil *Capsicum Frutescens* L. *Scripta Biologica*, 1(1), 113-121.
- Almeida, L. D., Matos, K. S., Assis, L. A. G., Hanada, R. E., & Silva, G. F. D. (2017). First report of

anthracnose of *Capsicum chinense* in Brazil caused by *Colletotrichum brevisporum*. *Plant Disease*, 101(6), 1035. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-17-0099-PDN>

- Andarwening, F., & Matra, D. D. (2022). Respons Ketahanan Sumberdaya Genetik Lokal Cabai (*Capsicum frutescens* L. dan *Capsicum annuum* L.) terhadap Infeksi Virus Daun Keriting Kuning. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 50(1), 65-72. <https://doi.org/10.24831/jai.v50i1.39780>
- Anggrahini, D. S., Wibowo, A., & Subandiyah, S. (2020). Morphological and molecular identification of *Colletotrichum* spp. associated with chili anthracnose disease in Yogyakarta Region. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 24(2), 161-174. <https://doi.org/10.22146/jpti.58955>
- BPS (Badan Pusat Statistik) Indonesia. (2019). Statistik Tanaman Sayuran Dan Buah-Buahan Semusim Indonesia, 2018. BPS-Statistics Indonesia
- Budi, I. S., & Mariana, M. (2016). Controlling Anthracnose Disease of Locally Chili in Marginal Wetland using Endophytic Indigenous Microbes and Kalakai (*Stenochlaena palustris*) Leaf Extract. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 4(1), 28-34. <http://dx.doi.org/10.20527/jwem.v4i1.51>
- Cui, L., van den Munckhof, M. C., Bai, Y., & Voorrips, R. E. (2023). Resistance to Anthracnose Rot Disease in Capsicum. *Agronomy*, 13(5), 1434. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051434>
- Debbarma, A., Devi, J., Barua, M., & Sarma, D. (2018). Germination performance of chilli (*Capsicum annuum* L.) and coriander (*Coriandrum sativum* L.) as affected by seed priming treatments. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1), 2648-2652.
- Debode, J., Van Hemelrijck, W., Xu, X. M., Maes, M., Creemers, P., & Heungens, K. (2015). Latent entry and spread of *Colletotrichum acutatum* (species complex) in strawberry fields. *Plant pathology*, 64(2), 385-395. <https://doi.org/10.3767/003158517x692788>
- de Silva, D. D., Groenewald, J. Z., Crous, P. W., Ades, P. K., Nasruddin, A., Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. (2019). Identification, prevalence and pathogenicity of *Colletotrichum* species causing anthracnose of *Capsicum annuum* in Asia. *IMA fungus*, 10(1), 1-32. <https://doi.org/10.1186/s43008-019-0001-y>
- de Silva, D. D., Crous, P. W., Ades, P. K., Hyde, K. D., & Taylor, P. W. (2017a). Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. *Fungal Biology Reviews*, 31(3), 155-168. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2017.05.001>
- de Silva, D. D., Ades, P. K., Crous, P. W., & Taylor, P. W. J. (2017b). *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Australia. *Plant Pathology*, 66(2), 254-267. <https://doi.org/10.1111/ppa.12572>
- Dhiman, S., Badiyal, A., Katoch, S., Pathania, A., Singh, A., Rathour, R., Rathour, R., Padder, B.A. & Sharma, P. N. (2022). Insights on atypical adult plant resistance phenomenon in Andean bean cultivar Baspa (KRC-8) to *Colletotrichum lindemuthianum*, the bean anthracnose pathogen. *Euphytica*, 218(6), 77. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03018-8>
- Diao, Y. Z., Zhang, C., Liu, F., Wang, W. Z., Liu, L., Cai, L., & Liu, X. L. (2017). *Colletotrichum* species causing anthracnose disease of chili in China. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 38(1), 20-37.
- Dzung, P. D., Hiet, H. D., Van Le, B., Thang, N. T., Van Phu, D., Duy, N. N., & Hien, N. Q. (2017). Induction of anthracnose disease resistance on chili fruit by treatment of oligochitosan—

nanosilica hybrid material. *Agricultural Sciences*, 8(10), 1105-1113.
<https://doi.org/10.4236/as.2017.810080>

- Hajijah, H., Mariana, M., & Pramudi, M. I. (2022). Uji Resistensi *Colletotrichum* sp. Asal Cabai Hiyung Terhadap Fungisida Berbahan Aktif Klorotalonil dan Mankozeb. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 5(2), 455-465. <http://dx.doi.org/10.20527/jptt.v5i2.1250>
- Hartoni & Shafriani, K. A. (2023). Efisiensi Teknis Usahatani Cabai Besar Pada Lahan Pasang Surut Kecamatan Cerbon Kabupaten Barito Kuala (Pendekatan Data Envelopment Analysis). In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* 8 (2), 39-45.
- Hayati, A., & Hardarani, N. (2019). Karakteristik lahan dan budidaya cabai rawit Hiyung: Informasi dasar untuk peningkatan produksi cabai rawit Hiyung di lahan rawa lebak. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* 4 (1), 57-59.
- Hu, S., Zhang, Y., Yu, H., Zhou, J., Hu, M., Liu, A., Wu, J., Wang, H. & Zhang, C. (2022). *Colletotrichum* spp. diversity between leaf anthracnose and crown rot from the same strawberry plant. *Frontiers in Microbiology*, 13, 860694.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.860694>
- Jayawardana, H. A. R. K., Weerahewa, H. L. D., & Saparamadu, M. D. J. S. (2016). The mechanisms underlying the anthracnose disease reduction by rice hull as a silicon source in capsicum (*Capsicum annum* L.) grown in simplified hydroponics. *Procedia food science*, 6, 147-150.
<https://doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.035>
- Kim, K. H., Yoon, J. B., Park, H. G., Park, E. W., & Kim, Y. H. (2004). Structural modifications and programmed cell death of chili pepper fruit related to resistance responses to *Colletotrichum gloeosporioides* infection. *Phytopathology*, 94(12), 1295-1304.
<https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.12.1295>
- Kiran, R., Akhtar, J., Kumar, P., & Shekhar, M. (2020). Anthracnose of chilli: Status, diagnosis, and management. In *Capsicum*. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.93614>
- Leclerc, M., Doré, T., Gilligan, C. A., Lucas, P., & Filipe, J. A. (2014). Estimating the delay between host infection and disease (incubation period) and assessing its significance to the epidemiology of plant diseases. *PLoS one*, 9(1), e86568.
- Liu, F., Tang, G., Zheng, X., Li, Y., Sun, X., Qi, X., Qi, Y, Zhou, J Xu, H Chen, X Zhang & Gong, G. (2016). Molecular and phenotypic characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease in peppers from Sichuan Province, China. *Scientific reports*, 6(1), 32761.
- Malhat, F., Anagnostopoulos, C., Bakery, M., Youssef, M., El-Sayed, W., Abdallah, A., & El-Salam Shokr, S. A. (2023). Investigation of the dissipation behaviour and exposure of flonicamid and imidacloprid in open field green beans under dry climatic conditions. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-13.
- Mariana, M., Liestiany, E., Cholis, F. R., & Hasbi, N. S. (2021a). Penyakit antraknosa cabai oleh *Colletotrichum* sp. di lahan rawa Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1), 30-36. <https://doi.org/10.31186/jipi.23.1.30-36>
- Mariana, M., Liestiany, E., Cholis, F. R., Adiyatama, M. D., Adhni, A. L., & Hasbi, N. S. (2021b). Ketahanan jamur *Colletotrichum* spp. penyebab antraknosa buah cabai terhadap fungisida di lahan rawa. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 6, No. 2).

- Meena, P. D., Chattopadhyay, C., Meena, S. S., & Kumar, A. (2011). Area under disease progress curve and apparent infection rate of *Alternaria* blight disease of Indian mustard (*Brassica juncea*) at different plant age. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 44(7), 684-693. <https://doi.org/10.1080/03235400903345281>
- Mishra, R., Nanda, S., Rout, E., Chand, S. K., Mohanty, J. N., & Joshi, R. K. (2017). Differential expression of defense-related genes in chilli pepper infected with anthracnose pathogen *Colletotrichum truncatum*. *Physiological and molecular plant pathology*, 97, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.pmp.2016.11.001>
- Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. J. (2018). Chili anthracnose: *Colletotrichum* taxonomy and pathogenicity. *Plant Pathology*, 67(6), 1255-1263. Doi: 10.1111/ppa.12850
- Mora, M. L., Capó, Y. A., Suárez, M. A., Martín, M. C., Roque, B., & Méndez, E. M. (2015). Components of resistance to assess Black Sigatoka response in artificially inoculated *Musa* genotypes. *Revista de Protección Vegetal*, 30(1), 60. <https://doi.org/10.1080/00275514.1984.12023847>
- Nursyamsi, D., & Noor, M.H. (2015). Perkembangan Model Surjan Di Lahan Rawa. In *Sistem Surjan Model Pertanian Lahan Rawa Adaptif Perubahan Iklim*. IAARD Press. Jakarta.
- Nutter, F. F. (2007). The role of plant disease epidemiology in developing successful integrated disease management programs. In *General concepts in integrated pest and disease management* (pp. 45-79). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6061-8_3
- Oo, M. M., & Oh, S. K. (2016). Chilli anthracnose (*Colletotrichum* spp.) disease and its management approach. *Korean Journal of Agricultural Science*, 43(2), 153-162.
- Oo, M. M., & Oh, S. K. (2020). First report of anthracnose of chili pepper fruit caused by *Colletotrichum truncatum* in Korea. *Plant Disease*, 104(2), 564. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20160018>
- Palupi, H., Yulianah, I., & Respatijarti, R. (2015). Uji Ketahanan 14 Galur Cabai Besar (*Capsicum annuum* L.) Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum Spp*) Dan Layu Bakteri (*Ralstonia Solanacearum*) (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Perdani, A. Y., Paradisa, Y. B., Wahyuni, W., Indrayani, S., Sulistyowati, Y., & Cahyani, Y. (2021). Response of Six Chili Varieties to Anthracnose Disease Caused By *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 21(2), 144-150. <https://doi.org/10.23960/jhptt.221144-150>
- Prasath, D., & Ponnuswami, V. (2008). Screening of chilli (*Capsicum annuum* L.) genotypes against *Colletotrichum capsici* and analysis of biochemical and enzymatic activities in inducing resistance. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 68(03), 344-346. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3098.4328>
- Prihatiningsih, N., Djatmiko, H. A., & Erminawati, E. (2020). Komponen epidemi penyakit antraknosa pada tanaman cabai di kecamatan baturaden kabupaten Banyumas. *Jurnal Agro*, 7(2), 203-212. <http://dx.doi.org/10.15575/8000>
- Purnama, I., & Mutamima, A. (2023). Pestisida dalam Produk Pertanian: Dampak, Analisis, dan Strategi Pengendalian. Soega Publishing.

- Putra, B. U., Krisnandika, A. A. K., & Dharmadiatmika, I. M. A. (2022). Pengaruh Kombinasi Kerapatan Kanopi Pohon terhadap Kenyamanan Termal di Lapangan Puputan Margarana, Denpasar. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 14(1), 16-21.
- Rahoo, A. M., Mukhtar, T., Gowen, S. R., Rahoo, R. K., & Abro, S. I. (2017). Reproductive potential and host searching ability of entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(1), 229-234. <https://doi.org/10.21307%2Fjofnem-2021-083>
- Ridzuan, R., Rafii, M. Y., Ismail, S. I., Mohammad Yusoff, M., Miah, G., & Usman, M. (2018). Breeding for Anthracnose Disease Resistance in Chili: Progress and Prospects. *International journal of molecular sciences*, 19(10), 3122. <https://doi.org/10.3390/ijms19103122>
- Riley, M. B., Williamson, M. R., & Maloy, O. (2002). Plant disease diagnosis. The plant health instructor, 10. DOI: 10.1094/PHI-I-2002-1021-01
- Rout, S. S., Rout, P., Uzair, M., Kumar, G., & Nanda, S. (2023). Genome-wide identification and expression analysis of CRK gene family in chili pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to *Colletotrichum truncatum* infection. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 98(2), 194-206. <https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2117654>
- Salotti, I., Liang, Y. J., Ji, T., & Rossi, V. (2023). Development of a model for *Colletotrichum* diseases with calibration for phylogenetic clades on different host plants. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1069092. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1069092>
- Shahzaman, S., Inam-ul-Haq, M., Mukhtar, T., & Naeem, M. (2015). Isolation, identification of antagonistic rhizobacterial strains obtained from chickpea (*Cicer arietinum* L.) field and their in-vitro evaluation against fungal root pathogens. *Pak. J. Bot.*, 47(4), 1553-1558.
- Sheu, Z. M., & Wang, T. C. (2005). Evaluation of phenotypic and molecular criteria for the identification of *Colletotrichum* species causing pepper anthracnose in Taiwan. In *The second Asian conference on plant pathology 2005* (No. AVRDC Staff Publication). Faculty of Science, National University of Singapore.
- Soesanto, L. 2019. *Kompendium Penyakit-Penyakit Cabai*. Lily Publisher.
- Srisapoom, T., Saksirirat, W., Mongkolthananuk, W. and Niamsanit, S. (2021). Avirulent *Colletotrichum* strain for controlling anthracnose disease in chilli caused by *Colletotrichum capsici*. *International Journal of Agricultural Technology* 17(5), 1943-1956
- Sutomo, R. C., Subandiyah, S., Wibowo, A., & Widiastuti, A. (2022). Description and Pathogenicity of *Colletotrichum* species causing chili anthracnose in Yogyakarta, Indonesia. *Agrivita, Journal of Agricultural Science*, 44(2), 312-321. <http://dx.doi.org/10.17503/agrivita.v44i2.3705>
- Syafrani, S., Purnama, I., Mutamima, A., & Dewi, W. N. (2022, June). Study on the commitment of oil palm companies to achieve sustainable agriculture in Riau Province from the perspective of pesticide use. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1041, No. 1, p. 012038). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1041/1/012038>
- Syukur, M., Sujiprihati, S., & Koswara, J. (2007). Pewarisan Ketahanan Cabai (*Capsicum annuum* L.) terhadap Antraknosa yang Disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 35(2), 112-117. <https://doi.org/10.24831/jai.v35i2.1319>

Than, P. P., Jeewon, R., Hyde, K. D., Pongsupasamit, S., Mongkolpom, O., & Taylor, P. W. J. (2008). Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose on chilli (*Capsicum* spp.) in Thailand. *Plant pathology*, 57(3), 562-572.

Van der Plank, J.E. (1963). *Plant Disease Epidemics and Control*. Academic Press

Widodo, W. D. (2007, September). Status of chili anthracnose in Indonesia. In *First International Symposium on chilli Anthracnose*. Seoul (pp. 17-19).

Widodo & Hidayat, S. H. (2018). Identification of *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Indonesia by morphological characteristics and species-specific primers. *Asian Journal of Plant Pathology*, 12(1), 7-15.

[JIP] Editor Decision

2023-12-26 08:00 AM

Notifications



[JIP] Editor Decision

2023-12-26 08:00 AM

Dear Prof. Ismed Setya Budi, Dr. Mariana, and Ms. Amalia Fauziah:

The editing of your submission, "Resistance of cayenne pepper varieties (*Capsicum frutescens*) to anthracnose disease (*Colletotrichum gloeosporioides*) isolates from swampy areas," is complete. We are now sending it to production.

Submission URL: <https://journal.unilak.ac.id/index.php/jip/authorDashboard/submission/16042>

Best regards,

Dr. Indra Purnama
Jurnal Ilmiah Pertanian
Editor-in-chief

[Jurnal Ilmiah Pertanian](#)

Resistance of cayenne pepper varieties (*Capsicum frutescens*) to anthracnose disease (*Colletotrichum gloeosporioides*) isolates from swampy areas

Ketahanan varietas cabai rawit (*Capsicum frutescens*) terhadap penyakit antraknosa (*Colletotrichum Gloeosporioides*) isolat asal lahan rawa

Ismed Setya Budi, Mariana*, Amalia Fauziah

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Universitas Lambung Mangkurat,
South Kalimantan, Indonesia

*Correspondence author: mariana@ulm.ac.id

Abstract

Anthrachnose, a primary disease in chili plants caused by the pathogen fungus *Colletotrichum* sp., has proven significant losses by affecting harvests and inducing fruit decay. Control measures using synthetic pesticides have been implemented but yielded unsatisfactory results, accompanied by the emergence of a new issue residual pesticides contaminating chili fruit and the surrounding environment. The utilization of resistant varieties stands as a pertinent approach in early control efforts to minimize harvest losses. Additionally, the use of resistant varieties is a crucial component of integrated disease control implementation. This study aims to investigate the resistance levels of ten chili varieties commonly grown in swampy areas against specific isolates of *Colletotrichum* sp. present in swampy locations. The research, conducted in a randomized complete design in a greenhouse, tested ten varieties of cayenne pepper typically cultivated in swampy areas. The results revealed that the Hiyung variety is Susceptible, while Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9 varieties exhibit moderate resistance. Conversely, Tiung Ulin, Alip, and Sret varieties are classified as resistant. The incubation period for tested cayenne pepper varieties varied, ranging from 3.5 to 5.3 days. A longer incubation period indicates greater resistance to anthracnose in chili varieties, while a higher infection rate correlates with increased disease occurrences, rendering the variety more susceptible. In conclusion, the selection of resistant varieties is a pivotal step in anthracnose management, not only to minimize harvest losses but also to support an effective integrated control approach.

Keywords: chili crop resilience; fungal infection dynamics; integrated disease control; varietal susceptibility assessment; anthracnose mitigation

Abstrak

Antraknosa, penyakit utama pada tanaman cabai yang disebabkan jamur patogen *Colletotrichum* sp., terbukti menimbulkan kerugian signifikan karena dapat menginfeksi hasil panen hingga menyebabkan kerusakan buah yang parah. Meskipun telah dilakukan upaya pengendalian menggunakan pestisida sintetis, hasilnya belum memuaskan dan malah menimbulkan masalah baru, yaitu residu pestisida yang mencemari buah cabai dan lingkungan sekitarnya. Penggunaan varietas tahan menjadi pendekatan yang sangat relevan dalam strategi pengendalian dini untuk meminimalkan kerugian hasil panen. Selain itu, integrasi varietas tahan menjadi unsur krusial dalam implementasi pengendalian penyakit secara terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki tingkat ketahanan sepuluh varietas cabai yang umumnya ditanam di lahan rawa terhadap isolat *Colletotrichum* sp. yang spesifik di lokasi lahan rawa. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca dengan rancangan acak lengkap untuk menguji sepuluh varietas cabai rawit yang biasanya ditanam di lahan rawa. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa varietas Hiyung tergolong rentan, sementara varietas Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, dan CR-9 bersifat moderat; sedangkan varietas Tiung Ulin, Alip, dan Sret tergolong tahan. Masa inkubasi bervariasi antara 3.5-5.3 hari untuk beberapa varietas cabai rawit yang diuji. Semakin panjang masa inkubasi, semakin tinggi tingkat ketahanan varietas cabai terhadap penyakit antraknosa. Sebaliknya, semakin tinggi laju infeksi, semakin tinggi tingkat kejadian penyakit, dan semakin rentan varietas tersebut. Kesimpulannya, pemilihan varietas tahan menjadi langkah kunci dalam pengelolaan antraknosa, tidak hanya untuk meminimalkan kerugian hasil panen, tetapi juga untuk mendukung pendekatan pengendalian terpadu secara efektif.

Introduction

Chili is one of the horticultural crops extensively cultivated in Indonesia. There are three common types of chili grown in Indonesia, i.e., chili pepper (*Capsicum annum* var L.), curly chili (*Capsicum annum* var L.), and cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.). In 2018, among these chili types, cayenne pepper proved to have the highest production in Indonesia, reaching 1.34 million tons (BPS Indonesia, 2019). However, like other crops, pest attacks have become an inseparable part of the chili cultivation process, leading to a decline in both quality and quantity, causing significant losses for farmers. Anthracnose is a major disease affecting chili plants and significantly impacting chili production worldwide, including Indonesia (Than et al., 2008; Widodo & Hidayat, 2018). Anthracnose disturbances have posed a significant obstacle to economic growth in every planting season (Widodo, 2007).

Anthraco­nose attacks have been shown to cause yield losses in chili crops ranging from 10-80% during the rainy season and 2-35% during the dry season (Widodo & Hidayat 2018). Aside from causing severe harvest losses, anthracnose epidemics can also diminish product quality (Salotti et al., 2023). Initially, infected fruits develop sunken lesion, followed by the appearance of dark gray to black spots with brown edges. In the middle of the symptoms, acervuli resembling small blackish spots emerge. Severe infections result in fruit wrinkling, drying, and rotting (Mariana, et al., 2021a). High losses occur due to the presence of the pathogen in both post-harvest and pre-harvest periods, leading to the loss of 10-80% of marketable chili fruit (Than et al., 2008). During pre-harvest in the field, the primary pathogenic fungus is dispersed by the wind, and windy rain significantly aids the increased development of anthracnose. The disease continues to evolve post-harvest as it spreads from infected to healthy fruits through contact during storage. The disease worsens when there are injuries on healthy fruits.

The *Colletotrichum* sp. fungus is not only the cause of chili fruit rot (de Silva et al., 2019, Sutomo et al., 2022) but has also been proven to be the culprit behind diseases affecting various horticultural plants and fruits worldwide. In China, 11 different species of *Colletotrichum* have been identified as the cause of anthracnose in chili plants (Diao et al., 2017). In Indonesia, 7 out of the 24 reported *Colletotrichum* species in Asia have been identified (de Silva et al., 2019). According to the research by Anggrahini et al. (2020), four different *Colletotrichum* species were successfully molecularly identified in Yogyakarta, viz. *C. scovillei*, *C. truncatum*, *C. siamense*, and *C. makassarii*.

Currently, chili plants are extensively cultivated in both lebak swamp and tidal swamp areas. However, chili cultivation in lebak swamp areas offers a specific advantage—chili plants can be grown during the dry season, while simultaneously other agroecosystems experience drought. Therefore, in lebak swamp areas, chili cultivation can occur outside the usual planting season, leading to higher selling prices. In lebak swamp regions, utilizing the surjan system, a locally adaptive cultivation technique for swampy areas, chilies are typically planted on raised beds (Hayati & Hardarani, 2019). Raised beds, also known as tukungan or embankments, elevate the soil to prevent inundation during high tide or standing water in lebak swamp areas (Nursyamsi & Noor, 2015). Chilies are also commonly grown in type B tidal swamp areas, where tidal flooding occurs only during significant high tides (Hartoni & Shafriani, 2023).

South Kalimantan is one of the provinces where chili plants are most commonly found in lebak swamp and tidal swamp areas. However, anthracnose consistently proves to be a

serious issue faced by farmers every planting season. Anthracnose disease in chilies has been identified in local cayenne pepper varieties, such as Hiyung, cultivated in several locations in South Kalimantan (Budi & Mariana, 2016). In the year 2020, the incidence of anthracnose in lebak swamp areas reached 100%, with an average disease severity level of 43.7%. The average disease incidence rate was also higher in chili cultivation in the tidal swamp areas of Marabahan Subdistrict, reaching 57.54%.

The research findings of Mariana et al. (2021b) demonstrate that *Colletotrichum* isolates from the swampy area in Hiyung Village exhibit resistance to the fungicide containing propineb, commonly used by farmers when symptoms of plant infection arise. Farmers also frequently employ chlorothalonil-based fungicides at double the recommended dosage; however, it has been proven ineffective in mitigating anthracnose issues in chilies (Hajjah et al., 2022). In addition, the potential escalation of anthracnose is heightened not only through seed transmission but also via contact between fruits during storage. Rainwater splashes, residues of diseased plants in the soil, and surface water flow contribute to the disease spread (Oo & Oh, 2016). Epidemiologically, anthracnose follows a polycyclic life cycle where asexual spores (conidia), transported by water splashes, play a crucial role in the initiation and spread of the epidemic (Salotti et al., 2023). Plant materials infected with *C. acutatum*, even if symptomless, can serve as a source of infection and strongly correlate with disease occurrences both pre- and post-harvest (Debode et al., 2015).

Farmers have employed various control measures to tackle the *Colletotrichum* sp. issue due to the significant potential for losses. In an effort to minimize these losses, farmers often opt for the control of this disease using synthetic pesticides. However, the use of synthetic pesticides should ideally be restricted further due to the potential residue they leave on agricultural products and in the environment, posing risks to both humans and other non-target organisms (Purnama & Mutamima, 2023; Malhat et al., 2023; Syafrani et al., 2022). Therefore, alternative methods are essential for anthracnose control, particularly in field settings. One such approach involves the use of resistant plant varieties, commonly known as resistant varieties.

Control through resistant plants can be easily and compatibly integrated with other control techniques. In addition to being environmentally friendly, the cultivation of resistant varieties also reduces control costs, minimizes pesticide residues on products, and diminishes risks for farmers during field applications (Shahzaman et al., 2015; Rahoo et al., 2017). The resistance genes possessed by resistant varieties enable plants to withstand pathogen attacks

even in conditions conducive to rapid disease development. The resistance of PBC932 to *C. acutatum* is governed by two dominant genes at the green fruit stage and two recessive genes at the ripe fruit stage, demonstrating inheritance of monogenic dominant resistance against *C. truncatum* (Ridzuan et al., 2018). The HpmsE032 marker can be considered valuable in selecting resistant genotypes originating from the PBC80 line (Rout et al., 2023).

The resistance of chili varieties to anthracnose has been extensively studied, yet the evaluation of certain varieties cultivated by farmers in swampy areas remains crucial, especially concerning their resistance to *Colletotrichum* sp. in the presence of commonly used fungicides, and the prevalence of anthracnose in swampy fields, as observed in the main cayenne pepper cultivation center of Banjar, particularly the Hiyung variety (Mariana et al., 2021a). Hence, this study aims to evaluate the resistance levels of ten chili varieties commonly grown in swampy areas against *Colletotrichum* sp. isolates originating from swampy fields. The ten evaluated varieties include Bara, Hiyung, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Tiung Ulin, Genie, Sekar, Alip, Sret, and CR-9, which are the most cultivated cayenne pepper varieties by farmers in swampy areas based on the initial survey results of this research. The testing employs *Colletotrichum* sp. isolates sourced from Hiyung chili in the swampy fields of Hiyung Village. Hiyung chili is the most extensively cultivated variety by farmers in South Kalimantan.

Materials and methods

The evaluation of the resistance of these ten test varieties was conducted in the greenhouse and the Phytopathology Laboratory of the Faculty of Agriculture, Lambung Mangkurat University, Indonesia (3°26'26.3"S 114°50'43.6"E). The test plants consist of ten cayenne pepper varieties commonly cultivated in the chili cultivation centers of tidal swamp fields in Antaraya Village, Barito Kuala Regency, South Kalimantan, and in lebak swamp fields in Hiyung Village, Tapin Regency, South Kalimantan. The ten varieties include Hiyung, Tiung Ulin, Alip, Sret, Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9. The test plants were grown in polybags using soil from swampy fields supplemented with organic fertilizer at a soil-to-organic-fertilizer ratio of 2:1. The research was performed in a greenhouse with a completely randomized design, consisting of ten treatments repeated three times, and each experimental unit containing two chili plants.

Isolation and Preparation of Colletotrichum sp. Inoculum from Hiyung Chili

Samples displaying symptoms were collected from the Hiyung chili cultivation site in the swampy fields of Hiyung Village, Central Tapin Regency, South Kalimantan Province. Chili peppers exhibiting early signs of pathogen attack or those not fully covering the fruit surface with symptoms were used as the inoculum source. The *Colletotrichum* isolation procedure followed the method described by Hu et al. (2022), wherein chili peppers with anthracnose symptoms were cut into 5 mm × 5 mm pieces on the fruit area between the diseased and healthy parts. Subsequently, they were dipped in 70% alcohol for 30 seconds to eliminate contamination on the outer surface and rinsed three times in sterile water. The dried chili fruit pieces were cultured on potato dextrose agar (PDA) supplemented with streptomycin sulfate (100 mg/L) at a concentration of 2 mL/L.

Observation of macroscopic characteristics involved visual examination of the colony, encompassing cultural morphology such as colony color and edge shape, surface colony characteristics, acervulus color, and colony growth rate. Microscopic observations were conducted under a Leica DM300 microscope (Leica Microsystems Pte Ltd, USA). The observed microscopic morphological characteristics of the pathogen included the shape and character of conidia, as well as the presence of setae. The results of both macroscopic and microscopic observations were then validated through relevant literature on the fungal colonies of the *Colletotrichum* sp. genus (de Silva, 2019).

Testing Chili Resistance Levels

Small polybags filled with a homogeneous mixture of soil and organic fertilizer (2:1) were planted with chili seeds soaked in water for 24 hours (Debbarma et al., 2018). The soil was perforated to a depth of 1-2 cm, and two chili seeds were placed inside, followed by covering with soil. The chili seedlings were nurtured until they had four leaves and were three weeks old. Seedlings with four leaves were then transferred to larger polybags measuring 35 × 35 cm. Before the transfer, the planting medium was perforated to a depth of ±5 cm. Transplantation involved selecting healthy and uniformly grown chili seedlings, ensuring the soil adhering to the root system was transferred along with the seedling and closing the hole with the planting medium. The newly planted seedlings were immediately watered to keep the soil moist and provided with shade. Additionally, backup plants were prepared to replace any primary plants that died or were affected by pests.

Inoculation of *Colletotrichum* sp. begins by creating an inoculum suspension. This is performed by adding 10 mL of sterile water to a Petri dish containing the *Colletotrichum* sp. culture. The contents of the dish are then spread evenly using a triangular spreader.

Subsequently, the 10 mL suspension is transferred to an Erlenmeyer flask containing 90 mL of sterile water and homogenized using an orbital shaker (Orbital shaker TS 330 A, TIT, Taiwan) at a speed of 150 rpm for 15 minutes. The suspension is prepared at a concentration of 10^6 spores/mL, determined using a hemacytometer (Mapienfeld, Germany). Healthy chili peppers to be inoculated are first wounded using a sterile needle. Inoculation is performed by spraying 10 mL of the fungal suspension per plant over the entire surface of the chili plants. Afterward, the topsoil is covered with damp cloth, and the plants are covered with transparent plastic for 2 days. After 2 days, the cover is removed, and the plants are placed in a shaded area (Dzung et al., 2017; Srisapoom et al., 2021).

The parameters observed in this study include the incubation period duration, calculated from inoculation to the appearance of the first symptoms (Leclerc et al., 2014), disease incidence (Syukur et al., 2007), and infection rate (van der Plank, 1963). Disease incidence observation commenced one day after inoculation and continued until the susceptible check plant (Hiyung variety) displayed anthracnose symptoms with intensity exceeding 40%, classifying it as susceptible. Disease incidence (DI) was measured using the formula based on Syukur et al. (2007):

$$DI = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (1)$$

where:

DI = Disease incidence, %

n = Number of infected fruits, fruits

N = Total number of observed fruits, fruits

Establishing criteria/degrees of chili plant resistance to anthracnose attacks is based on disease incidence (Andika, 2020). The determination of chili plant resistance criteria to anthracnose is grounded in the disease incidence outlined in Table 1 (Palupi et al., 2015).

Table 1. Criteria for chili plant resistance to anthracnose

Disease incidence (%)	Criteria
$0 \leq X \leq 10$	Highly resistant
$10 < X \leq 20$	Resistant
$20 < X \leq 40$	Moderat
$40 < X \leq 70$	Susceptible

>70

Highly susceptible

Disease infection rate is a measure of the pathogen's rapid development over time. The polycyclic formula is used to determine the disease infection rate (Van der Plank, 1963) with the calculation formula:

$$R = \frac{2,3}{t_2 - t_1} \log_{10} \frac{X_2(1 - X_1)}{X_1(1 - X_2)} \quad (2)$$

where:

R = Infection rate, %/day

x1 = percentage of disease incidence at the first observation, %

x2 = percentage of disease incidence at the second observation, %

t1 = time of the first observation, day

t2 = time of the second observation, day

Results and Discussions

Anthracnose symptoms

The isolates identified as the causative agent of anthracnose exhibit nearly identical symptoms. Initially, the infected part of the chili pepper fruit undergoes inward wrinkling (Figure 1A), subsequently transforming into brown spots (Figure 1B) with irregularly formed circles. In the middle, small black spots emerge (Figure 1C), and if left untreated, the infected part of the fruit dries up (Figure 1D). These findings align with the research of Kiran et al. (2020), stating that anthracnose-affected chili pepper fruits exhibit black spots, concave necrotic tissue with concentric rings of acervuli. Oo & Oh's (2020) study reports typical symptoms of anthracnose in chili pepper fruits, including concave necrotic tissue with concentric acervuli rings and merging lesions. This begins with the development of indentations and progresses to the appearance of dark gray to black spots with brownish edges. Additionally, according to Soesanto (2019), symptoms of the disease in chili pepper fruits are characterized by small, round, slightly submerged yellowish spots that later turn brown. Furthermore, Almeida et al. (2017) state that severe disease infestations can cause the fruits to shrink and completely dry up, even though the initial symptoms consist of small brown lesions with clearly defined circular edges.

Symptoms of the affected fruits found in Hiyung Village begin with the formation of indentations, followed by the appearance of dark gray to black spots. In the middle of the

symptoms, there are small spots with a dark black color. The spots are surrounded by brown edges (Figure 1D). Further infection results in the fruits wrinkling, drying, and rotting. The development of anthracnose symptoms in each test variety does not show significant differences, both in the early and advanced symptoms (Figure 2). However, the number of affected fruits varies among different varieties. In the Hiyung variety, more chili pepper fruits are affected (42.8%), while the Sret variety has only 17.11% affected fruits (see Table 1).

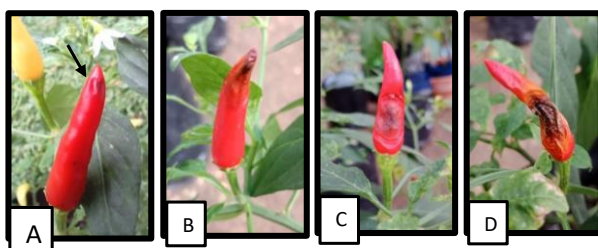


Figure 1. Sequence of anthracnose disease symptoms after inoculation with *Colletotrichum* sp.



Figure 2. Anthracnose symptoms resulting from inoculation on hot chili peppers for each test variety: A. Hiyung, B. Dewata 43 F1, C. Bara. D. Tiung Tanjung. E. Genie. F. CR-9 G. Alip. H. Stret. I. Tiung Ulin. J. Sekar

Microscopic observations reveal conidia growing from conidiophores present on acervuli (Figure 3C). The conidia are cylindrical, straight, with both ends blunt (Figure 3D and 3E). The diagnosis of the plant disease causative agent begins with the Koch's postulates procedure. Factors observed include the symptoms and macroscopic and microscopic characteristics of pure isolates derived from those symptoms (Riley et al., 2002). Based on the symptom description by Liu et al. (2016), the symptoms on the Hiyung variety are indicative of anthracnose disease. Anthracnose

symptoms on hot chili peppers manifest as dark brown to black spots, concave lesions with numerous black acervuli on the surface, and a plethora of dirty white conidia masses in humid conditions.

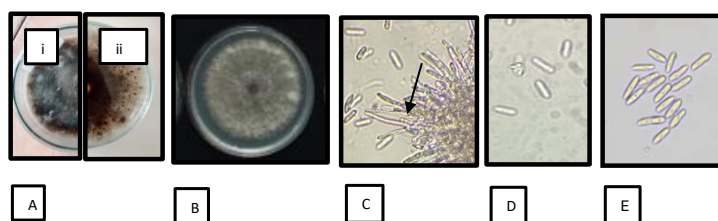


Figure 3. Isolate from symptomatic Hiyung chili pepper fruit, A: *Colletotrichum* sp. isolate on (i) front and (ii) back, B: *C. gloeosporioides* isolate (Widodo & Hidayat, 2018), C: acervuli with conidiophores D. conidia of *Colletotrichum* sp., E: conidia of *C. gloeosporioides* (Widodo & Hidayat, 2018)

The colonies of pure isolates obtained from symptomatic Hiyung chili pepper fruit with anthracnose are greenish-gray and exhibit a cotton-like mycelium. The back of the petri dish shows a diurnal zonation resembling concentric rings with the presence of aerial mycelium (Figure 3Aii). Initially, the colony is white and gradually turns light gray, then dark greenish-gray. This aligns with the findings of Widodo & Hidayat (2018), where among three types of *Colletotrichum* isolates from chili peppers, morphotype 2 exhibits a cotton-like mycelium, grayish color with an olive gray to dark gray base (Figure 3B). Molecular characterization identified morphotype 2 as *C. gloeosporioides*. Similar observations were reported by Than et al. (2008) for *C. gloeosporioides* colonies from chili peppers, ranging from whitish-gray to dark gray. Some isolates displayed diurnal zonation with aerial mycelium in pale to blackish-gray, while others produced even and palpable aerial mycelium. This is consistent with Sheu & Wang's (2005) research, which found that *C. gloeosporioides* isolates from chili peppers exhibited colors ranging from white to gray and dark olive green. The colony's rapid growth, reaching 90 mm in 9 to 10 days at an average rate of 9.95 mm per day, is notable. *C. gloeosporioides* colonies showed significantly faster growth compared to other *Colletotrichum* species, as reported by Than et al. (2008), with *C. gloeosporioides* isolates growing at 11.0 mm per day to 11.2 mm per day, significantly outpacing the other groups—*C. capsici* isolates at 7.1 mm per day and *C. acutatum* isolates at 5.8 mm per day.

The results of microscopic morphological observations indicate that the conidia are cylindrical with slightly blunt and transparent ends, and no setae were found, suggesting that the fungus belongs to *C. gloeosporioides*. According to de Silva (2019), the conidial shape is a

characteristic used to determine *Colletotricum* species. *C. gloeosporioides* has cylindrical conidia with blunt ends, distinguishing it from *C. acutatum* (which has pointed conidia) and *C. truncatum* (which has falcate conidia). Besides conidial shape, the presence of setae is rare in *C. gloeosporioides*, and its conidia are straight cylinders with blunt ends on both sides. The isolate of *C. gloeosporioides* has cylindrical, straight conidia with blunt ends, appearing white to gray, and exhibits scattered black acervuli spots throughout (Mariana et al., 2021a). In contrast, according to Widodo & Hidayat (2018), the conidia of *C. gloeosporioides* are cylindrical with rounded ends on both sides.

Correlation of Incubation Period with Resistance Levels of Varieties

Incubation period observations were conducted daily after inoculating the plants with *Colletotricum* sp. until the appearance of the first symptoms. Based on the obtained data, each studied type of hot pepper has a different incubation period. The data analysis results for the incubation period indicate that Tiung Tanjung, Sekar, Dewata 43 F1, Bara, and CR-9 did not differ from Hiyung. Conversely, Genie, Alip, Sret, and Tiung Ulin varieties were significantly different from Hiyung (Table 2). Hiyung had an incubation period of 3.5 days, followed by Tiung Tanjung at 3.7 days, and Sekar at 3.8 days. Dewata 43 F1 had an incubation period of 4.0 days, Bara at 4.2 days, CR-9 at 4.3 days, Genie, and Alip each at 4.5 days, Sret at 4.8 days, and Tiung Ulin had the longest incubation period at 5.3 days.

The regression test results between the incubation period and disease incidence show a very strong correlation with a value of $R = 0.810076$, consistent with the findings of Putra et al. (2022), stating that if the correlation coefficient (Multiple R) is between 0.60 – 0.899, there is a strong correlation between variables x and y, i.e., between the incubation period and disease incidence. The correlation resulted in an equation and coefficient of determination (R^2) indicating the percentage of the incubation period's influence on disease incidence. The linear equation is $y = -0.0546x + 5.7141$ with $R^2 = 0.6562$ (Figure 4). This analysis indicates that the incubation period influences 65% of disease incidence, while the remaining percentage is influenced by other factors. The negative impact value in the regression equation suggests that the longer the time it takes for the pathogen to enter and produce symptoms in plants, the lower the disease incidence.

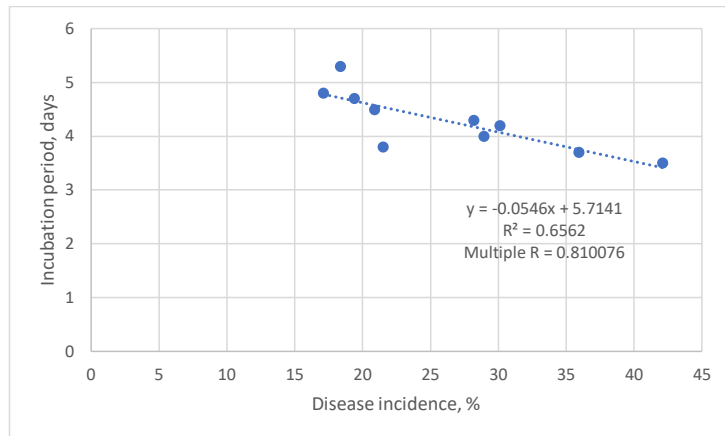


Figure 4. Regression relationship between disease incidence and incubation period

The incubation period is influenced by the pathogen's ability to attack the plant until symptoms are produced, determined by the plant variety's inherent resistance to pathogen attacks (Mongkolporn & Taylor, 2018). In susceptible hosts, the biotrophic phase with extensively branched primary hyphae lasts only 72 hours after initial infection before transitioning to the necrotrophic phase. In the necrotrophic phase, secondary narrow filamentous hyphae grow rapidly from the tips of primary hyphae, attacking surrounding cells quickly, resulting in anthracnose symptoms (de Silva, 2017b). The incubation period of anthracnose caused by *Colletotrichum* sp. varies between different varieties, and their resistance levels also differ. Mishra et al. (2017) conducted a study to test the resistance of two chili cultivars, Teja Jhal (TJ) and Bhut Jolokia (BJ), to anthracnose. The highly susceptible chili genotype TJ infected by *C. truncatum* exhibited symptoms as early as 3 days post-inoculation, rapidly developing to 26.2 ± 0.6 mm to 29.41 ± 0.2 mm. In the resistant variety BJ, the incubation period was 5 days post-inoculation, and symptom development was slow, ranging from 1.18 ± 0.13 mm to 1.21 ± 0.21 mm. The resistance and susceptibility of a variety are determined by the incidence rate of the disease it causes. A shorter incubation period indicates a higher disease incidence rate and increased vulnerability to pathogen attacks. In more susceptible varieties, the incubation period is shorter, and conversely, in more resistant varieties, it is longer, as indicated in this study by the strong correlation value of 0.810076 between incubation period and disease incidence. The incubation period is longer with higher resistance and shorter with lower resistance (Mora et al., 2015). The chili genotype CB-EL in the study by Andarwening & Matra (2022) demonstrated the highest resistance among other genotypes, with a leaf curl yellow virus disease incidence rate of 8.89% and the longest incubation period, ranging from 21 to 50 days.

Disease Incidence and Plant Resistance Level

All evaluated varieties of cayenne pepper exhibited a daily increase in anthracnose disease incidence. Additionally, the percentage of disease incidence varied across all evaluated disease types. Hiyung variety recorded the highest disease incidence rate, accounting for 42.08%, while the lowest disease incidence occurred in the Sret variety, with only 17.11% (Figure 5).

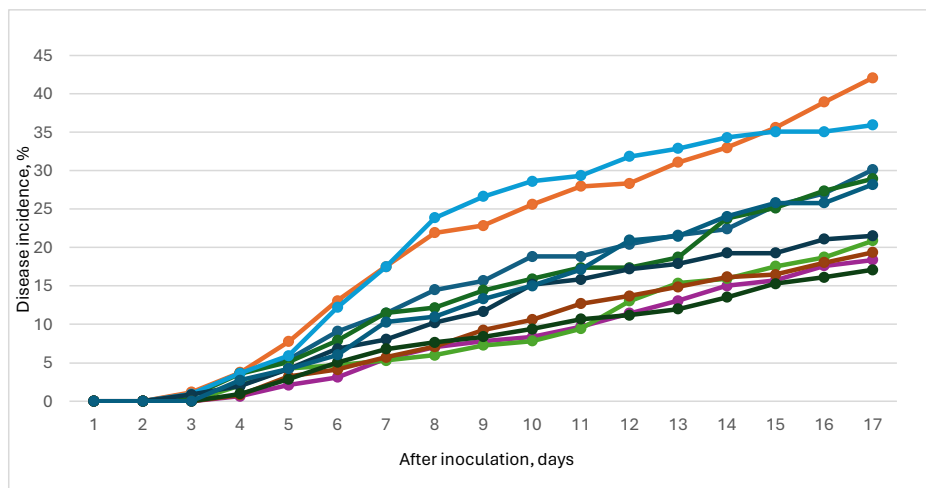


Figure 5. The progression of Anthracnose Disease Incidence in the tested varieties: Bara (sky blue), Genie (orange), Hiyung (red), Sekar (dark blue), Dewata (lime), Alip (brown), Tiung (purple), Sret (green), Tiung Ulin (blue-green), CR9 (black)

Each chili pepper species under study exhibits different resistance levels to anthracnose disease. The disease incidence percentages for Tiung Ulin, Alip, and Sret, at 18.37%, 19.36%, and 17.11% respectively, fall under the resistant category. On the other hand, with disease incidence percentages of 30.11% for Bara, and sequentially 28.94%, 35.93%, 20.87%, 21.52%, and 28.20% for Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9, they are classified into the moderate resistance group. Meanwhile, Hiyung variety falls into the Susceptible category with a disease incidence percentage of 42.08% (Table 2). Field observations on farmer's land indicate that Tiung Tanjung and Hiyung are the most commonly found chili pepper varieties in swampy cultivation areas. Hence, it is not surprising that these varieties exhibit a higher disease development rate compared to others, as the pathogens have adapted to both varieties in swampy fields.

In this study, it has been demonstrated that each variety exhibits distinct categories of resistance. This is presumed to occur due to the plant's defense system, regulated by the genes inherent in each variety, both before and after successful pathogen entry. Six genes contributing to the resistance of the large chili variety *Capsicum annum* cv. Nokkwang against *Colletotrichum siamense* include cytochrome P450, PepCYP, thionin-like (PepThi), defensin (J1-1), pepper thaumatin-like (PepTLP), MADS-box (PepMADS), and pepper esterase (PepEST) genes (Cui et al., 2023). Another study by Perdani et al. (2021) on six chili varieties revealed differing levels of resistance to *C. acutatum* and *C. gloeosporioides*. Resistance to *Colletotrichum* species is governed by specific gene families and biochemical interactions through specific enzymes and secondary metabolites produced during the host-pathogen interaction (de Silva, 2017a and de Silva, 2017b). Genes involved in the resistance of chili varieties to anthracnose include those producing antimicrobial peptides such as defensin, lipid transfer proteins, and protease inhibitors. Quantification of secondary metabolites during the interaction between resistant *C. annum* and *C. siamense* reveals high concentrations of caffeic acid and chlorogenic acid, with differential expression dependent on fruit development stages and time after inoculation (incubation period) (Cui et al., 2023).

According to Prasath and Ponnuswami (2008), chili genotypes resistant to anthracnose exhibit higher levels of phenol content and active enzymes compared to non-resistant genotypes (such as ortho-dihydroxy phenol, peroxidase, polyphenol oxidase, and phenylalanine ammonia-lyase). The enzyme phenylalanine ammonia-lyase (PAL), crucial for the formation of phytoalexins and phenolics, is associated with an increase in phenolic compound content in plants. The resistance of chili fruits to *C. gloeosporioides* is attributed to the hypersensitive reaction (HR) (Kim et al., 2004). Differences in the resistance categories of chili plants are also suspected to result from mechanical resistance factors or regulation of morphological structures by expressed genes, such as cuticle layer thickness. Enhanced resistance through silica application can lead to thickening of cell walls and cuticles. Additionally, an increase in phenol levels or the outcome of various combined mechanisms can also be influencing factors (Jayawardana et al., 2016).

Differential Disease Infection Rates in Various Plant Resistance Levels

In this study, each tested variety of cayenne pepper exhibited varying rates of anthracnose disease infection. The infection rates were as follows: Bara chili variety at 0.132 units per day, Hiyung variety at 0.181 units per day, Dewata 43 F1 variety at 0.125 units per day, Tiung Tanjung variety at 0.165 units per day, Tiung Ulin variety at 0.109 units per day, Genie variety at 0.113 units per day, Sekar variety at 0.139 units per day, Alip variety at 0.117 units per day, Sret variety at 0.115 units per day, and CR-9 variety at 0.130 units per day (Table 2). The highest infection rate occurred in the Hiyung variety with a value of 0.181 units per day, while the slowest infection rate was recorded in the Tiung Ulin variety with a value of 0.109 units per day. This indicates that in the Hiyung variety, there is an

average increase of 0.181 fruits affected by the disease every day, whereas in the Tiung Ulin variety, the increase is 0.109 fruits per day. The progression of the anthracnose disease infection rate can be observed in Figure 6.

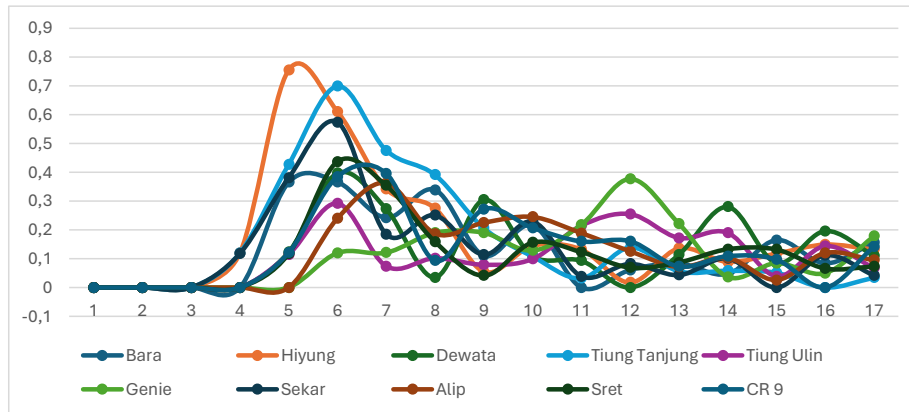


Figure 6. Development of Anthracnose Disease Infection Rates in Several Tested Varieties of Cayenne pepper: Bara (sky blue), Genie (orange), Hiyung (red), Sekar (dark blue), Dewata (lime), Alip (brown), Tiung (purple), Sret (green), Tiung Ulin (blue-green), CR9 (black)

Infection rate is influenced by resistant genes present in the host used by the pathogen to counteract virulence genes. These genes control one or more pathogenicity traits, including the infection rate. Based on the research data, the infection rates vary among tested varieties of cayenne pepper. The differences in disease infection rates in each tested variety align with variations in disease incidence and plant resistance levels (Table 2). According to Nutter (2007), this simple calculation provides an estimate of how the infection rate delays the time required to reach a specific disease intensity level (such as the onset of the disease).

In the Hiyung variety, the disease infection rate is higher compared to the other tested hot pepper varieties. This implies that a higher disease infection rate leads to a faster development of the pathogen population per unit of time, resulting in increased susceptibility of the variety. This observation is supported by the regression analysis results (Figure 7), showing that a faster infection rate corresponds to a higher disease incidence, with a high coefficient of determination ($R^2 = 0.815$).

This indicates that 81.5% of the disease incidence is influenced by the pathogen's infection rate. Nutter (2007) asserts that one of the factors affecting R (disease infection rate) is the resistance of the host plant. The disease infection rate is a measure of the rate of development of the pathogen population per unit of time or the rate of growth of the pathogen population.

Based on the research data, each evaluated variety of cayenne pepper exhibits different levels of anthracnose infection. Resistant varieties can reduce the occurrence of the disease. The regression equation describing the influence of disease incidence on the infection rate is $y = 25.729x + 6.5063$. This indicates that the higher the infection rate, the higher the disease incidence, making the variety more susceptible. According to Meena et al. (2011), in Indian mustard plants (*Brassica juncea*), the Varuna cultivar is more Susceptible compared to the Rohini cultivar, as the infection rate on leaves and pods of the Varuna cultivar is higher than that of the Rohini cultivar.

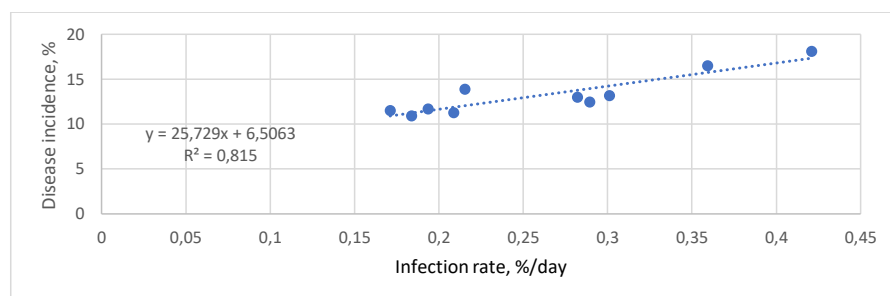


Figure 7. Regression Relationship between Disease Incidence and Infection Rate

Table 2. Average Disease Incidence, Resistance Category, Incubation Period, and Average Infection Rate (n = 40)

Variety	Disease Incidence (%)	Resistance Level	Incubation period	Average Infection Rate
Bara	30.11	Moderat	4.2 ^{abc}	0.132
Hiyung	42.08	Susceptible	3.5 ^a	0.181
Dewata 43 F1	28.94	Moderat	4.0 ^{abc}	0.125
Tiung Tanjung	35.93	Moderat	3.7 ^{ab}	0.165
Tiung Ulin	18.37	Resistant	5.3 ^d	0.109

Genie	20.87	Moderat	4.5 ^{bc}	0.113
Sekar	21.52	Moderat	3.8 ^{ab}	0.139
Alip	19.36	Resistance	4.7 ^{cd}	0.117
Sret	17.11	Resistance	4.8 ^{cd}	0.115
CR-9	28.20	Moderat	4.3 ^{abc}	0.13

Note: Numbers followed by the same letter indicate no significant difference based on DMRT at $\alpha = 5\%$ level.

Preliminary observations on each test variety indicate a higher infection rate, which then decreases until the end of the observation period (Figure 6). This aligns with the findings of Dhiman et al. (2022), who reported that bean plants (*Phaseolus vulgaris*) exhibit higher resistance in older plants compared to younger ones against anthracnose caused by *C. lindemuthianum*. This phenomenon is referred to as Adult Plant Resistance (APR). The research by Mongkolporn & Taylor (2018) supports this, demonstrating that the age of chili plants influences their resistance. Mature chili fruits exhibit greater resistance to anthracnose. Young, green fruits (30–45 days after flowering) show more resilience than mature red and harvest-ready fruits (45–55 days after flowering). The anthracnose infection rate in various varieties of cayenne pepper in this study ranges from 0.109 units/day in Tiung Ulin with a disease incidence of 18.17%, lower than the infection rate in Hiyung, which is 0.18 units/day with a disease incidence of 42.08%. These findings are lower than the results of a study conducted by Prihatiningsih (2020), where the anthracnose infection rate in local Baturaden chili varieties in Kemitug Lor Village showed the highest disease intensity at 76% with an infection rate of 0.345 units per day.

Conclusions

The resistance categories to anthracnose disease among the ten cultivated cayenne pepper varieties in the swampy fields are classified as Susceptible (Hiyung variety), Moderate (Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9 varieties), and Resistant (Tiung Ulin, Alip, and Sret varieties). The incubation period varies among cayenne pepper varieties, with an average ranging from 3.5 to 5.3 days. Varieties with a longer incubation period tend to exhibit greater resistance to anthracnose disease. The infection rate of anthracnose disease differs across the tested cayenne pepper varieties. Higher infection rates correlate with increased disease incidence, indicating greater susceptibility in those varieties.

References

- Agustina, S., Widodo, P., & Hidayah, H. A. (2014). Analisis Fenetik Kultivar Cabai Besar *Capsicum Annuum* L. dan Cabai Kecil *Capsicum Frutescens* L. *Scripta Biologica*, 1(1), 113-121.
- Almeida, L. D., Matos, K. S., Assis, L. A. G., Hanada, R. E., & Silva, G. F. D. (2017). First report of anthracnose of *Capsicum chinense* in Brazil caused by *Colletotrichum brevisporum*. *Plant Disease*, 101(6), 1035. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-17-0099-PDN>
- Andarwening, F., & Matra, D. D. (2022). Respons Ketahanan Sumberdaya Genetik Lokal Cabai (*Capsicum frutescens* L. dan *Capsicum annuum* L.) terhadap Infeksi Virus Daun Keriting Kuning. *Jurnal Agronomi Indonesia* (Indonesian Journal of Agronomy), 50(1), 65-72. <https://doi.org/10.24831/jai.v50i1.39780>
- Anggrahini, D. S., Wibowo, A., & Subandiyah, S. (2020). Morphological and molecular identification of *Colletotrichum* spp. associated with chili anthracnose disease in Yogyakarta Region. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 24(2), 161-174. <https://doi.org/10.22146/jpti.58955>
- BPS (Badan Pusat Statistik) Indonesia. (2019). Statistik Tanaman Sayuran Dan Buah-Buahan Semusim Indonesia, 2018. BPS-Statistics Indonesia
- Budi, I. S., & Mariana, M. (2016). Controlling Anthracnose Disease of Locally Chili in Marginal Wetland using Endophytic Indigenous Microbes and Kalakai (*Stenochlaena palustris*) Leaf Extract. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 4(1), 28-34. <http://dx.doi.org/10.20527/jwem.v4i1.51>
- Cui, L., van den Munckhof, M. C., Bai, Y., & Voorrips, R. E. (2023). Resistance to Anthracnose Rot Disease in *Capsicum*. *Agronomy*, 13(5), 1434. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051434>
- Debbarma, A., Devi, J., Barua, M., & Sarma, D. (2018). Germination performance of chilli (*Capsicum annuum* L.) and coriander (*Coriandrum sativum* L.) as affected by seed priming treatments. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1), 2648-2652.
- Debode, J., Van Hemelrijck, W., Xu, X. M., Maes, M., Creemers, P., & Heungens, K. (2015). Latent entry and spread of *Colletotrichum acutatum* (species complex) in strawberry fields. *Plant pathology*, 64(2), 385-395. <https://doi.org/10.3767/003158517x692788>
- de Silva, D. D., Groenewald, J. Z., Crous, P. W., Ades, P. K., Nasruddin, A., Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. (2019). Identification, prevalence and pathogenicity of *Colletotrichum* species causing anthracnose of *Capsicum annuum* in Asia. *IMA fungus*, 10(1), 1-32. <https://doi.org/10.1186/s43008-019-0001-y>
- de Silva, D. D., Crous, P. W., Ades, P. K., Hyde, K. D., & Taylor, P. W. (2017a). Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. *Fungal Biology Reviews*, 31(3), 155-168. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2017.05.001>
- de Silva, D. D., Ades, P. K., Crous, P. W., & Taylor, P. W. J. (2017b). *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Australia. *Plant Pathology*, 66(2), 254-267. <https://doi.org/10.1111/ppa.12572>
- Dhiman, S., Badiyal, A., Katoch, S., Pathania, A., Singh, A., Rathour, R., Rathour, R., Padder, B.A. & Sharma, P. N. (2022). Insights on atypical adult plant resistance phenomenon in Andean bean cultivar Baspa (KRC-8) to *Colletotrichum lindemuthianum*, the bean anthracnose pathogen. *Euphytica*, 218(6), 77. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03018-8>

- Diao, Y. Z., Zhang, C., Liu, F., Wang, W. Z., Liu, L., Cai, L., & Liu, X. L. (2017). *Colletotrichum* species causing anthracnose disease of chili in China. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 38(1), 20-37.
- Dzung, P. D., Hiet, H. D., Van Le, B., Thang, N. T., Van Phu, D., Duy, N. N., & Hien, N. Q. (2017). Induction of anthracnose disease resistance on chili fruit by treatment of oligochitosan—nanosilica hybrid material. *Agricultural Sciences*, 8(10), 1105-1113. <https://doi.org/10.4236/as.2017.810080>
- Hajjah, H., Mariana, M., & Pramudi, M. I. (2022). Uji Resistensi *Colletotrichum* sp. Asal Cabai Hiyung Terhadap Fungisida Berbahan Aktif Klorotalonil dan Mankozeb. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 5(2), 455-465. <http://dx.doi.org/10.20527/jppt.v5i2.1250>
- Hartoni & Shafriani, K. A. (2023). Efisiensi Teknis Usahatani Cabai Besar Pada Lahan Pasang Surut Kecamatan Cerbon Kabupaten Barito Kuala (Pendekatan Data Envelopment Analysis). In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* 8 (2), 39-45.
- Hayati, A., & Hardarani, N. (2019). Karakteristik lahan dan budidaya cabai rawit Hiyung: Informasi dasar untuk peningkatan produksi cabai rawit Hiyung di lahan rawa lebak. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* 4 (1), 57-59.
- Hu, S., Zhang, Y., Yu, H., Zhou, J., Hu, M., Liu, A., Wu, J., Wang, H. & Zhang, C. (2022). *Colletotrichum* spp. diversity between leaf anthracnose and crown rot from the same strawberry plant. *Frontiers in Microbiology*, 13, 860694. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.860694>
- Jayawardana, H. A. R. K., Weerahewa, H. L. D., & Saparamadu, M. D. J. S. (2016). The mechanisms underlying the anthracnose disease reduction by rice hull as a silicon source in capsicum (*Capsicum annum* L.) grown in simplified hydroponics. *Procedia food science*, 6, 147-150. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.035>
- Kim, K. H., Yoon, J. B., Park, H. G., Park, E. W., & Kim, Y. H. (2004). Structural modifications and programmed cell death of chili pepper fruit related to resistance responses to *Colletotrichum gloeosporioides* infection. *Phytopathology*, 94(12), 1295-1304. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.12.1295>
- Kiran, R., Akhtar, J., Kumar, P., & Shekhar, M. (2020). Anthracnose of chilli: Status, diagnosis, and management. In *Capsicum*. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.93614>
- Leclerc, M., Doré, T., Gilligan, C. A., Lucas, P., & Filipe, J. A. (2014). Estimating the delay between host infection and disease (incubation period) and assessing its significance to the epidemiology of plant diseases. *PLoS one*, 9(1), e86568.
- Liu, F., Tang, G., Zheng, X., Li, Y., Sun, X., Qi, X., Qi, Y, Zhou, J Xu, H Chen, X Chang, S Zhang & Gong, G. (2016). Molecular and phenotypic characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease in peppers from Sichuan Province, China. *Scientific reports*, 6(1), 32761.
- Malhat, F., Anagnostopoulos, C., Bakery, M., Youssef, M., El-Sayed, W., Abdallah, A., & El-Salam Shokr, S. A. (2023). Investigation of the dissipation behaviour and exposure of flonicamid and imidacloprid in open field green beans under dry climatic conditions. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-13.

- Mariana, M., Liestiany, E., Cholis, F. R., & Hasbi, N. S. (2021a). Penyakit antraknosa cabai oleh *Colletotrichum* sp. di lahan rawa Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1), 30-36. <https://doi.org/10.31186/jipi.23.1.30-36>
- Mariana, M., Liestiany, E., Cholis, F. R., Adiyatama, M. D., Adhni, A. L., & Hasbi, N. S. (2021b). Ketahanan jamur *Colletotrichum* spp. penyebab antraknosa buah cabai terhadap fungisida di lahan rawa. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 6, No. 2).
- Meena, P. D., Chattopadhyay, C., Meena, S. S., & Kumar, A. (2011). Area under disease progress curve and apparent infection rate of *Alternaria* blight disease of Indian mustard (*Brassica juncea*) at different plant age. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 44(7), 684-693. <https://doi.org/10.1080/03235400903345281>
- Mishra, R., Nanda, S., Rout, E., Chand, S. K., Mohanty, J. N., & Joshi, R. K. (2017). Differential expression of defense-related genes in chilli pepper infected with anthracnose pathogen *Colletotrichum truncatum*. *Physiological and molecular plant pathology*, 97, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.pmp.2016.11.001>
- Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. J. (2018). Chili anthracnose: *Colletotrichum* taxonomy and pathogenicity. *Plant Pathology*, 67(6), 1255-1263. Doi: 10.1111/ppa.12850
- Mora, M. L., Capó, Y. A., Suárez, M. A., Martín, M. C., Roque, B., & Méndez, E. M. (2015). Components of resistance to assess Black Sigatoka response in artificially inoculated *Musa* genotypes. *Revista de Protección Vegetal*, 30(1), 60. <https://doi.org/10.1080/00275514.1984.12023847>
- Nursyamsi, D., & Noor, M.H. (2015). Perkembangan Model Surjan Di Lahan Rawa. In *Sistem Surjan Model Pertanian Lahan Rawa Adaptif Perubahan Iklim*. IAARD Press. Jakarta.
- Nutter, F. F. (2007). The role of plant disease epidemiology in developing successful integrated disease management programs. In *General concepts in integrated pest and disease management* (pp. 45-79). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6061-8_3
- Oo, M. M., & Oh, S. K. (2016). Chilli anthracnose (*Colletotrichum* spp.) disease and its management approach. *Korean Journal of Agricultural Science*, 43(2), 153-162.
- Oo, M. M., & Oh, S. K. (2020). First report of anthracnose of chili pepper fruit caused by *Colletotrichum truncatum* in Korea. *Plant Disease*, 104(2), 564. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20160018>
- Palupi, H., Yulianah, I., & Respatijarti, R. (2015). Uji Ketahanan 14 Galur Cabai Besar (*Capsicum annum* L.) Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum Spp*) Dan Layu Bakteri (*Ralstonia Solanacearum*) (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Perdani, A. Y., Paradisa, Y. B., Wahyuni, W., Indrayani, S., Sulistyowati, Y., & Cahyani, Y. (2021). Response of Six Chili Varieties to Anthracnose Disease Caused By *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 21(2), 144-150. <https://doi.org/10.23960/jhptt.221144-150>
- Prasath, D., & Ponnuswami, V. (2008). Screening of chilli (*Capsicum annum* L.) genotypes against *Colletotrichum capsici* and analysis of biochemical and enzymatic activities in inducing resistance. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 68(03), 344-346. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3098.4328>

- Prihatiningsih, N., Djatmiko, H. A., & Erminawati, E. (2020). Komponen epidemi penyakit antraknosa pada tanaman cabai di kecamatan baturaden kabupaten Banyumas. *Jurnal Agro*, 7(2), 203-212. <http://dx.doi.org/10.15575/8000>
- Purnama, I., & Mutamima, A. (2023). Pesticida dalam Produk Pertanian: Dampak, Analisis, dan Strategi Pengendalian. Soega Publishing.
- Putra, B. U., Krisnandika, A. A. K., & Dharmadiatmika, I. M. A. (2022). Pengaruh Kombinasi Kerapatan Kanopi Pohon terhadap Kenyamanan Termal di Lapangan Puputan Margarana, Denpasar. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 14(1), 16-21.
- Rahoo, A. M., Mukhtar, T., Gowen, S. R., Rahoo, R. K., & Abro, S. I. (2017). Reproductive potential and host searching ability of entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(1), 229-234. <https://doi.org/10.21307%2Fjofnem-2021-083>
- Ridzuan, R., Rafii, M. Y., Ismail, S. I., Mohammad Yusoff, M., Miah, G., & Usman, M. (2018). Breeding for Anthracnose Disease Resistance in Chili: Progress and Prospects. *International journal of molecular sciences*, 19(10), 3122. <https://doi.org/10.3390/ijms19103122>
- Riley, M. B., Williamson, M. R., & Maloy, O. (2002). Plant disease diagnosis. The plant health instructor. 10. DOI: 10.1094/PHI-I-2002-1021-01
- Rout, S. S., Rout, P., Uzair, M., Kumar, G., & Nanda, S. (2023). Genome-wide identification and expression analysis of CRK gene family in chili pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to *Colletotrichum truncatum* infection. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 98(2), 194-206. <https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2117654>
- Salotti, I., Liang, Y. J., Ji, T., & Rossi, V. (2023). Development of a model for *Colletotrichum* diseases with calibration for phylogenetic clades on different host plants. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1069092. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1069092>
- Shahzaman, S., Inam-ul-Haq, M., Mukhtar, T., & Naeem, M. (2015). Isolation, identification of antagonistic rhizobacterial strains obtained from chickpea (*Cicer arietinum* L.) field and their in-vitro evaluation against fungal root pathogens. *Pak. J. Bot*, 47(4), 1553-1558.
- Sheu, Z. M., & Wang, T. C. (2005). Evaluation of phenotypic and molecular criteria for the identification of *Colletotrichum* species causing pepper anthracnose in Taiwan. In *The second Asian conference on plant pathology 2005* (No. AVRDC Staff Publication). Faculty of Science, National University of Singapore.
- Soesanto, L. 2019. *Kompendium Penyakit-Penyakit Cabai*. Lily Publisher.
- Srisapoom, T., Saksirirat, W., Mongkolthanasak, W. and Niamsanit, S. (2021). Avirulent *Colletotrichum* strain for controlling anthracnose disease in chilli caused by *Colletotrichum capsici*. *International Journal of Agricultural Technology* 17(5), 1943-1956
- Sutomo, R. C., Subandiyah, S., Wibowo, A., & Widiastuti, A. (2022). Description and Pathogenicity of *Colletotrichum* species causing chili anthracnose in Yogyakarta, Indonesia. *Agrivita, Journal of Agricultural Science*, 44(2), 312-321. <http://dx.doi.org/10.17503/agrivita.v44i2.3705>
- Syafrani, S., Purnama, I., Mutamima, A., & Dewi, W. N. (2022, June). Study on the commitment of oil palm companies to achieve sustainable agriculture in Riau Province from the perspective of pesticide use. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1041, No. 1, p. 012038). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1041/1/012038>

- Syukur, M., Sujiprihati, S., & Koswara, J. (2007). Pewarisan Ketahanan Cabai (*Capsicum annuum* L.) terhadap Antraknosa yang Disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 35(2), 112–117.
<https://doi.org/10.24831/jai.v35i2.1319>
- Than, P. P., Jeewon, R., Hyde, K. D., Pongsupasamit, S., Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. J. (2008). Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose on chilli (*Capsicum* spp.) in Thailand. *Plant pathology*, 57(3), 562-572.
- Van der Plank, J.E. (1963). *Plant Disease Epidemics and Control*. Academic Press
- Widodo, W. D. (2007, September). Status of chili anthracnose in Indonesia. In *First International Symposium on chilli Anthracnose. Seoul* (pp. 17-19).
- Widodo & Hidayat, S. H. (2018). Identification of *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Indonesia by morphological characteristics and species-specific primers. *Asian Journal of Plant Pathology*, 12(1), 7-15.

[16042-Please check before published](#)

mariana
2023-12-26 11:08 PM

16042-Please check before published ✕

Participants

Mariana (mariana)
Indra Purnama (indra1905)

Messages

Note	From
Dear Dr. Mariana, Berikut kami kirimkan file ready PDF. Silakan lakukan pengecekan untuk terakhir kalinya dan konfirmasi ke kami malam ini jika sudah ok, agar segera kami published. Salam, Dr. Indra Editor indra1905, 16042- v20i3 - article new.pdf	indra1905 2023-12-26 09:41 AM
▶ Dear Dr. Indra. Kami sudah melakukan pengecekan dan sudah disetujui oleh semua penulis. Terimakasih banyak atas semua bantuannya. Salam Mariana	mariana 2023-12-26 11:08 PM

Finish ready to publish indra1905 2023-12-26 09:41 AM [indra1905_16042- v20i3 - article new.pdf](#)

Resistance of cayenne pepper varieties [*Capsicum frutescens*] to anthracnose disease [*Colletotrichum gloeosporioides*] isolates from swampy areas

Ketahanan varietas cabai rawit [*Capsicum frutescens*] terhadap penyakit antraknosa [*Colletotrichum Gloeosporioides*] isolat asal lahan rawa

Ismed Setya Budi, Mariana*, Amalia Fauziah

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Universitas Lambung Mangkurat, South Kalimantan, Indonesia

ARTICLE INFO

Article History	ABSTRACT
Received: Sep 06, 2023	Anthracnose, a primary disease in chili plants caused by the pathogen fungus <i>Colletotrichum</i> sp., has proven significant losses by affecting harvests and inducing fruit decay. Control measures using synthetic pesticides have been
Accepted: Dec 19, 2023	implemented but yielded unsatisfactory results. The utilization of resistant varieties stands as a pertinent approach in early control efforts to minimize harvest losses. Additionally, the use of resistant varieties is a crucial component of integrated disease control implementation. This study aims to
Available Online: Dec 26, 2023	investigate the resistance levels of ten chili varieties commonly grown in swampy areas against specific isolates of <i>Colletotrichum</i> sp. present in swampy locations. The research, conducted in a randomized complete design in a greenhouse, tested ten varieties of cayenne pepper typically
Keywords: <i>chili crop resilience,</i> <i>fungal infection dynamics,</i> <i>integrated disease control,</i> <i>varietaal susceptibility assessment,</i> <i>anthracnose mitigation</i>	cultivated in swampy areas. The results revealed that the Hiyung variety is Susceptible, while Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, and CR-9 varieties exhibit moderate resistance. Conversely, Tiung Ulin, Alip, and Sret varieties are classified as resistant. The incubation period for tested cayenne pepper varieties varied, ranging from 3.5 to 5.3 days. A longer

ABSTRAK

Antraknosa, penyakit utama pada tanaman cabai yang disebabkan jamur patogen *Colletotrichum* sp., terbukti menimbulkan kerugian signifikan karena dapat menginfeksi hasil panen hingga menyebabkan kerusakan buah yang parah. Meskipun telah dilakukan upaya pengendalian menggunakan pestisida sintesis, hasilnya belum memuaskan. Penggunaan varietas tahan menjadi pendekatan yang sangat relevan dalam strategi pengendalian dini untuk meminimalkan kerugian hasil panen. Selain itu, integrasi varietas tahan menjadi unsur krusial dalam implementasi pengendalian penyakit secara terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki tingkat ketahanan sepuluh varietas cabai yang umumnya ditanam di lahan rawa terhadap isolat *Colletotrichum* sp. yang spesifik di lokasi lahan rawa. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca dengan rancangan acak lengkap untuk menguji sepuluh varietas cabai rawit yang biasanya ditanam di lahan rawa. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa varietas Hiyung tergolong rentan, sementara varietas Bara, Dewata 43 F1, Tiung Tanjung, Genie, Sekar, dan CR-9 bersifat moderat terhadap varietas Tiung Lili, Alin, dan Sret tergolong



