

Inventarisasi Dan Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) Di Desa Ujong Tanjong Kabupaten Aceh Barat

Inventory and Identification of Disease Symptoms in Chili (*Capsicum annuum* L.) in West Aceh District

Agustinur^{*1}, Marwiah¹, Chairudin¹, Vina Maulidia², Siti Aminah¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar
Jalan Alue Peunyareng, Ujong Tanoh Darat, Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681

²Program Studi Magister Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku
Jalan Alue Peunyareng, Ujong Tanoh Darat, Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681

*Email korespondensi. e-mail: agustinur@utu.ac.id

ABSTRACT

*Red chili (*Capsicum annuum* L.) is a strategic commodity whose productivity is often hindered by pathogen attacks. This study aims to inventory the types of diseases and characterize the pathogens based on morphology and damage symptoms in Ujong Tanjong Village, West Aceh Regency. The research was conducted using a survey method with a purposive sampling technique for field observations, followed by laboratory characterization including pathogen isolation on Potato Dextrose Agar (PDA) and confirmation via Koch's Postulates. The results identified four major diseases: Fusarium wilt, leaf spot (*Cercospora* sp.), fruit rot (anthracnose), and chili leaf curl virus (CLCV). Fusarium wilt was found to be the most dominant threat, with the highest disease incidence of 34.13% and a severity index of 12.23%. Morphological characterization of the isolates showed distinct features consistent with field symptoms, including the presence of pink conidial masses in the anthracnose isolates. Koch's Postulates validated all isolates as the causal agents with high virulence, where clinical symptoms emerged within 14–21 days post-inoculation. In conclusion, soil-borne pathogens are the primary biotic constraint in the coastal areas of West Aceh, exacerbated by microclimatic conditions with high humidity. The implications of this study highlight the urgency of implementing integrated disease management, particularly the use of biological control agents and farmer education on field sanitation techniques, to prevent further yield loss and maintain regional chili production stability.*

Keywords: West Aceh, Red Chili, Disease Inventory, Fusarium Wilt, Koch's Postulates.

ABSTRAK

Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan komoditas strategis yang produktivitasnya sering terhambat oleh serangan patogen. Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi jenis penyakit serta melakukan karakterisasi patogen berdasarkan morfologi dan gejala kerusakan di Desa Ujong Tanjong, Kabupaten Aceh Barat. Penelitian dilaksanakan melalui metode survei dengan teknik *purposive sampling* untuk pengamatan lapangan, serta karakterisasi laboratorium yang meliputi isolasi patogen pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan uji konfirmasi melalui Postulat Koch. Hasil penelitian mengidentifikasi empat penyakit utama: Layu *Fusarium*, Bercak Daun (*Cercospora* sp.), Busuk Buah (Antraknosa), dan Virus Daun Keriting. Penyakit Layu *Fusarium* ditemukan sebagai ancaman paling dominan dengan persentase serangan tertinggi sebesar 34,13% dan intensitas serangan 12,23%. Karakterisasi morfologi isolat menunjukkan ciri khas yang konsisten dengan gejala lapangan, termasuk adanya massa konidia berwarna merah muda pada isolat Antraknosa. Uji Postulat Koch memvalidasi seluruh isolat sebagai agen penyebab penyakit dengan tingkat virulensi tinggi, di mana gejala klinis muncul dalam waktu 14–21 hari setelah inokulasi. Kesimpulannya, patogen tular tanah (*soil-borne*) merupakan kendala biotik utama di wilayah pesisir Aceh Barat yang didukung oleh kondisi iklim mikro dengan kelembapan tinggi. Implikasi hasil penelitian ini menekankan urgensi penerapan manajemen penyakit terpadu, khususnya penggunaan agens hayati dan edukasi teknik sanitasi lahan bagi petani lokal, guna mencegah kehilangan hasil yang lebih luas dan menjaga stabilitas produksi cabai daerah.

Kata Kunci: Aceh Barat, Cabai Merah, Inventarisasi Penyakit, Layu *Fusarium*, Postulat Koch.

PENDAHULUAN

Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura strategis yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan peran krusial dalam ketahanan pangan di Indonesia. Secara global, cabai tidak hanya dimanfaatkan sebagai bumbu dapur, tetapi juga sebagai bahan baku industri farmasi, kosmetik, dan pangan olahan karena kandungan senyawa bioaktifnya seperti kapsaisin, vitamin C, dan antioksidan (Batiha *et al.*, 2020; Sanati *et al.*, 2021). Namun, produktivitas cabai nasional seringkali mengalami fluktuasi yang signifikan akibat berbagai kendala teknis di lapangan. Salah satu faktor pembatas utama yang menyebabkan penurunan hasil secara drastis adalah serangan berbagai patogen penyebab penyakit, mulai dari jamur, bakteri, virus, hingga nematoda.

Di tingkat global, tantangan produksi cabai semakin meningkat seiring dengan perubahan iklim yang ekstrem. Perubahan pola curah hujan dan peningkatan suhu udara menciptakan mikroklimat yang sangat kondusif bagi perkembangan dan penyebaran patogen tanaman. Penyakit-penyakit seperti antraknosa yang disebabkan oleh kompleks spesies *Colletotrichum*, layu fusarium (*Fusarium oxysporum*), serta penyakit virus seperti *Chilli Veinal Mottle Virus* (ChiVMV) dan *Pepper Yellow Leaf Curl Virus* (PepYLCV) dilaporkan telah menyebabkan kehilangan hasil hingga 80% bahkan gagal panen total di berbagai wilayah tropis (Menge *et al.*, 2020; Saxena *et al.*, 2016; Nalla *et al.*, 2023). Kerugian ekonomi yang ditimbulkan tidak hanya berdampak pada pendapatan petani secara langsung, tetapi juga memicu ketidakstabilan harga pasar yang seringkali menjadi pemicu inflasi nasional.

Urgensi penelitian ini di Kabupaten Aceh Barat didukung oleh data statistik yang menunjukkan fluktuasi produksi yang mengkhawatirkan. Berdasarkan data BPS Kabupaten Aceh

Barat (2024), produksi cabai merah di wilayah ini mengalami dinamika yang tidak stabil dalam beberapa tahun terakhir. Sebagai gambaran, luas panen cabai merah di Kabupaten Aceh Barat mencapai puluhan hektar dengan produktivitas rata-rata yang masih berada di bawah potensi maksimal varietas unggul (yang seharusnya mencapai 18–20 ton/ha). Rendahnya produktivitas ini salah satunya disebabkan oleh serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Di Desa Ujong Tanjong, Kecamatan Meureubo, kondisi agroklimat pesisir dengan kelembapan udara mencapai >80% dan intensitas curah hujan yang tidak menentu menjadi faktor pemicu utama bagi proliferasi spora jamur dan aktivitas vektor serangga pembawa virus (Sam-on *et al.*, 2024). Ketidakmampuan petani dalam mengidentifikasi jenis penyakit secara akurat menyebabkan aplikasi pestisida seringkali tidak tepat sasaran (*misuse*), yang justru memicu resistensi patogen dan degradasi lingkungan.

Pentingnya penelitian ini juga terletak pada perlunya ketersediaan data epidemiologi yang akurat sebagai dasar pengelolaan penyakit tanaman terpadu (PHT). Identifikasi penyakit berdasarkan gejala klinis di lapangan sering kali menyesatkan karena adanya kemiripan gejala (*overlapping symptoms*) antara penyakit yang disebabkan oleh biotik maupun abiotik. Misalnya, gejala layu dapat disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum*, jamur *Fusarium*, atau serangan nematoda puru akar. Oleh karena itu, inventarisasi yang sistematis dan identifikasi yang akurat menjadi langkah fundamental dalam menentukan strategi pengendalian yang efisien dan berkelanjutan di tingkat lokal wilayah pesisir Aceh Barat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi jenis-jenis penyakit yang menyerang tanaman cabai di Desa Ujong Tanjong serta melakukan identifikasi patogen berdasarkan karakter

morfologi dan gejala kerusakan yang ditimbulkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman bagi instansi terkait dan petani dalam merancang kalender pengendalian penyakit yang lebih efektif, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan petani cabai di Aceh Barat secara berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di lahan pertanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) Desa Ujong Tanjong, Kabupaten Aceh Barat, yang ditentukan secara *purposive*. Proses identifikasi laboratorium dilakukan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Universitas Teuku Umar.

Pengambilan Sampel dan Penilaian Penyakit

Metode survei lapangan dilakukan dengan mengikuti teknik *purposive sampling* berdasarkan kemunculan gejala visual pada tanaman. Pengambilan sampel dilakukan pada lima titik pengamatan dalam satu hamparan lahan dengan pola diagonal. Penentuan persentase penyakit dan intensitas penyakit dihitung berdasarkan persentase tanaman yang menunjukkan gejala dibandingkan tanaman yang diamati, sesuai dengan protokol yang diterapkan oleh Rao *et al.* (2016).

Isolasi Patogen

Isolasi patogen dilakukan menggunakan metode *tissue transplanting* pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) untuk jamur dan *Nutrient Agar* (NA) untuk bakteri. Untuk memastikan isolat murni, jaringan tanaman yang sakit (akar, batang, atau buah) disterilisasi permukaannya menggunakan larutan Natrium Hipoklorit (NaOCl) 1% selama 1-2 menit, diikuti dengan etanol 70% selama 30 detik, kemudian dibilas dengan akuades steril (Deepak *et al.*, 2022). Isolat yang tumbuh kemudian dimurnikan pada

media PDA dan diamati karakteristik koloninya setelah inkubasi selama 7 hari pada suhu ruang.

Uji Konfirmasi Patogenesitas Isolat Terhadap Tanaman Cabai Merah

Untuk memastikan bahwa isolat yang diperoleh merupakan agen penyebab penyakit (*causal agent*), dilakukan uji patogenesitas pada tanaman cabai sehat. Prosedur ini dilakukan mengikuti protokol Postulat Koch yang dimodifikasi berdasarkan jenis patogen yang ditemukan (Rao *et al.*, 2020). Teknik inokulasi dilakukan berdasarkan target serangan patogen di lapangan. Patogen buah (Antraknosa) dilakukan dengan metode luka (*wounded*) dan tanpa luka (*non-wounded*) menggunakan jarum steril, kemudian suspensi konidia diteteskan pada permukaan buah cabai sehat (Jayawardena *et al.*, 2021). Patogen daun (bercak daun), suspensi inokulum disemprotkan secara merata pada permukaan daun menggunakan *hand sprayer* hingga mencapai titik jenuh (Sarker *et al.*, 2022). Sementara patogen tanah (layu): Dilakukan dengan metode siraman akar (*root drenching*) sebanyak 50 mL suspensi inokulum per pot tanaman (Ferniah *et al.*, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala Serangan Patogen pada Tanaman Cabai Merah





Berdasarkan hasil observasi di lokasi penelitian Desa Ujong Tanjong, ditemukan empat jenis penyakit utama yang menyerang tanaman cabai merah dengan karakteristik gejala yang beragam pada organ daun, batang, dan buah. Identifikasi visual menunjukkan dominasi penyakit yang disebabkan oleh jamur dan virus (Tabel 1).

Manifestasi gejala yang ditemukan menunjukkan kompleksitas patogen biotik yang menyerang tanaman cabai di wilayah pesisir Aceh Barat. Kondisi agroklimat Kabupaten Aceh Barat yang memiliki curah hujan tinggi (rata-rata >3.000

mm/tahun) dan kelembapan udara relatif yang sering mencapai >80% menciptakan lingkungan yang sangat ideal bagi perkecambahan spora jamur. Gejala bercak daun yang melebar menyerupai deskripsi infeksi *Cercospora capsici*, di mana nekrosis jaringan daun dipicu oleh

toksin serkosporin yang merusak membran sel tanaman. Pada gejala layu *Fusarium*, fenomena layu di siang hari (layu sementara) merupakan indikator kerusakan pembuluh xilem oleh hifa jamur yang menghambat transportasi air secara sistemik.

Tabel 1. Hasil Obsevasi pada Lokasi di Desa Ujong Tanjong Kecamatan Meureubo Kabupaten Aceh Barat

Gejala	Kondisi tanaman cabai yang diamati	Prediksi Penyakit
	Pada daun terdapat bercak- bercak berwarna coklat membentuk luka daun yang besar, daun berwarna kuning dan berguguran langsung.	Bercak daun (<i>Cercospora</i>)
	Tepi daun melengkung ke atas, daun yang lebih tua menjadi kasar, daun kerdil dan rapuh. Tanda-tanda layu <i>Fusarium</i> selama siang hari	Layu <i>Fusarium</i>
	Daun muda berwarna kuning muda dan daun menggulung atau berkerut keatas, daun muda berukuran kecil dan berwarna kuning.	Virus daun keriting (<i>CLCV</i>)
	Bagian pantat buah berkerut, busuk berwarna coklat dibagian bawah dan busuk hitam.	Busuk Buah <i>Antraknosa</i>

Dibandingkan dengan penelitian terdahulu di wilayah dataran tinggi Aceh (seperti Bener Meriah), perkembangan gejala busuk buah (*Antraknosa*) di pesisir Ujong Tanjong terpantau lebih progresif yaitu 26 – 31°C. Hal ini sejalan dengan temuan Hussain *et al.* (2023) yang

menyatakan bahwa pada wilayah pesisir dengan suhu hangat (27-32°C) dan kelembapan tinggi, masa inkubasi *Colletotrichum* spp. menjadi lebih singkat dibandingkan di dataran tinggi yang bersuhu sejuk. Suhu yang lebih hangat di Aceh Barat juga mempercepat siklus

hidup vektor *Bemisia tabaci*, yang menjelaskan tingginya persistensi virus CLCV (Daun Keriting) di lahan terbuka Desa Ujong Tanjong (Sarker *et al.*, 2022).

Hal lain yang juga mendukung kondisi ini adalah mayoritas petani masih menerapkan sistem monokultur tanpa pergiliran tanaman (*crop rotation*) yang memadai. Kebiasaan membiarkan sisa-sisa tanaman yang terinfeksi tetap berada di sekitar lahan menjadi sumber inokulum (sanitasi yang buruk). Menurut Tudi *et al.* (2021), keberadaan residu tanaman sakit

merupakan faktor kunci persistensi *Fusarium oxysporum* di dalam tanah, karena patogen ini mampu membentuk struktur bertahan (klamidospora).

Persentase dan Intensitas Serangan Penyakit pada Tanaman Cabai

Data kuantitatif (Tabel 2) menunjukkan bahwa penyakit Layu *Fusarium* mendominasi di wilayah penelitian, baik dari sisi sebaran (persentase) maupun tingkat kerusakan (intensitas).

Tabel 2. Persentase dan intensitas Serangan Penyakit pada Tanaman Cabai Merah di Desa Ujong Tanjong

Penyakit	Persentase serangan(%)	Intensitas serangan (%)
Bercak daun	26,28	8,30
Layu <i>Fusarium</i>	34,13	12,23
Busuk buah	22,56	6,49
Daun keriting	19,94	5,13

Dominasi Layu *Fusarium* (34,13%) menunjukkan bahwa patogen tular tanah (*soil-borne*) merupakan kendala utama di Desa Ujong Tanjong. Tingginya persentase ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh faktor lingkungan marginal pesisir dan praktik budidaya yang mungkin belum menerapkan pergiliran tanaman secara efektif. Menurut Adhikari *et al.* (2021), intensitas serangan di atas 10% pada penyakit layu sudah dianggap kritis karena potensi kehilangan hasil yang bersifat permanen pada tanaman yang terinfeksi.

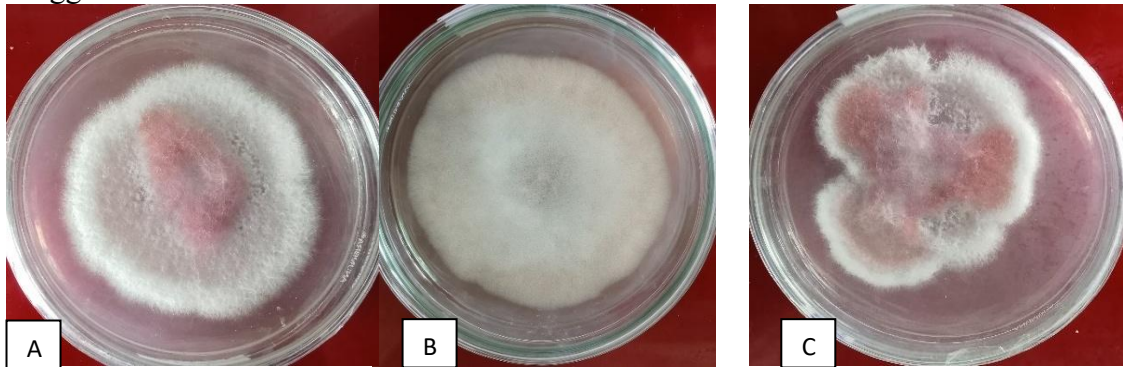
Intensitas serangan bercak daun dan busuk buah (antraknosa) yang berada di kisaran 6-8% menunjukkan bahwa serangan masih bersifat lokal pada organ tertentu (daun dan buah) namun tetap menurunkan kualitas hasil panen. Penelitian Hussain *et al.* (2023) menyebutkan bahwa pada wilayah dengan curah hujan tinggi, intensitas antraknosa cenderung meningkat pesat saat fase generatif. Jika dibandingkan dengan rata-rata serangan di kabupaten lain di Aceh, angka serangan di Meureubo ini tergolong moderat namun memerlukan manajemen

terpadu untuk mencegah epidemi yang lebih luas.

Karakteristik Patogen dan Konfirmasi patogenisitas

Proses isolasi menghasilkan biakan murni dengan karakteristik morfologi yang berbeda pada media agar. Identifikasi ini dikonfirmasi dengan uji patogenisitas kembali pada tanaman (postulat Koch) yang memunculkan gejala nekrosis dan kelayuan pada tanaman uji. Pada Gambar 1, Isolat 01 (penyebab bercak daun) menunjukkan koloni putih keabuan dengan tekstur kapas. Pada uji konfirmasi, gejala nekrosis muncul 2 minggu setelah aplikasi, ditandai dengan bercak cokelat yang meluas mengelilingi daun hingga menyebabkan kerontokan. Isolat 02 (penyebab layu) menunjukkan koloni jamur putih. Gejala kelayuan muncul 3 minggu setelah inokulasi, tanaman terinfeksi mengalami kerusakan akar yang parah dibandingkan tanaman sehat yang akarnya tetap utuh dan kokoh. Isolat 03 (Busuk Buah/Antraknosa) memiliki pigmentasi merah muda/pink di bagian tengah koloni. Uji konfirmasi pada

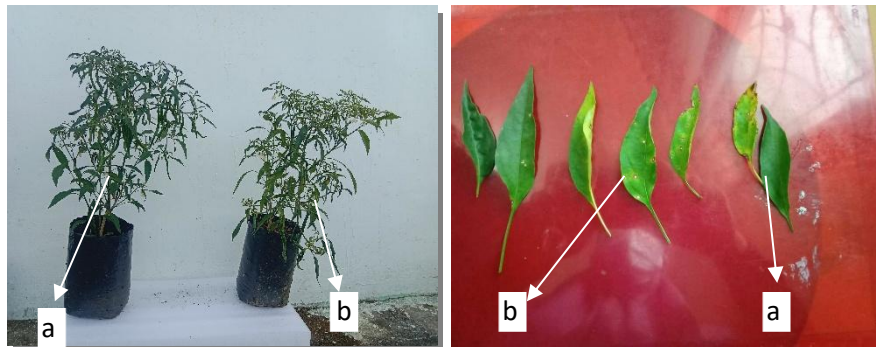
buah menunjukkan gejala pengerutan dan pembusukan yang signifikan dalam waktu 3 minggu.



Gambar 1. Isolat jamur patogen (A. Isolat 01 Patogen penyebab bercak daun; B. Isolat 02 Patogen penyebab layu; C. Isolat 03 Patogen penyebab busuk buah)

Pada Gambar 2, uji konfirmasi membuktikan bahwa isolat 01 mampu menyebabkan gejala penyakit yang serupa pada tanaman sehat. Tanaman yang diinfeksi menunjukkan gejala nekrosis (bercak cokelat) mulai muncul pada umur

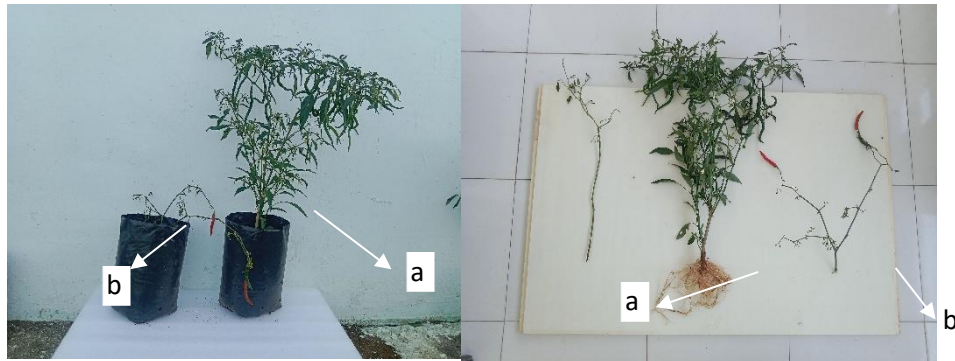
2 minggu setelah aplikasi isolat. Daun terinfeksi tampak lebih kuning, kecil, dan layu dibandingkan tanaman kontrol yang daunnya lebih hijau dan tulang daunnya jelas.



Gambar 2. Perbandingan tanaman cabai merah sehat dengan yang diinfeksi dengan isolat 01 (a. Tanaman dan sampel daun sehat; b. Tanaman dan sampel daun dan terinfeksi)

Pada Gambar 3, Tanaman yang diinfeksi dengan isolat 02 menunjukkan gejala layu. Gejala ini muncul pada umur 3 minggu setelah inokulasi isolat 02. Pada awal gejala tanaman menunjukkan layu pada bagian

daun, namun semakin lama infeksi semakin terlihat pada bagian batang bahkan buah. Setelah tanaman dicabut terlihat bahwa bagian perakaran mengalami kerusakan sehingga proses penyerapan air dan hara menjadi terganggu.



Gambar 3. Perbandingan tanaman cabai merah sehat dengan yang diinfeksi dengan isolat 02 (a. Tanaman dan akar tanaman sehat; b. Tanaman dan akar tanaman terinfeksi).

Gambar 4 menunjukkan perbandingan buah cabai control dengan buah cabai yang diberikan perlakuan isolate 03. Aplikasi isolat 03 pada buah

menyebabkan buah menjadi mengkerut, busuk hitam meluas, dan akhirnya buah rontok dalam waktu 3 minggu.



Gambar 4. Perbandingan buah cabai sehat dengan yang diinfeksi isolat 03 (a. Buah cabai sehat; b. Buah cabai terinfeksi)

Uji konfirmasi ini menunjukkan bahwa patogen yang ditemukan di lapangan merupakan agen penyebab gejala penyakit pada tanaman cabai di Desa Ujong Tanjong. Munculnya gejala nekrosis pada daun dalam 14 hari menunjukkan siklus hidup patogen bercak daun yang relatif cepat dalam kondisi terkontrol. Analisis pada akar tanaman yang terinfeksi *Fusarium* menunjukkan degradasi jaringan korteks akar, yang secara langsung memutus suplai hara ke bagian tajuk tanaman. Menurut penelitian Prasetyo dan Agustinur (2022) penyakit layu *Fusarium* menjadi salah satu penyakit yang mendominasi di kebun cabai masyarakat tradisional di Aceh Barat. Perbandingan visual antara tanaman sehat (kontrol) dan tanaman terinfeksi memberikan bukti mengenai kerusakan

fisiologis yang ditimbulkan. Kecepatan kemunculan gejala (2-3 minggu) di laboratorium menunjukkan bahwa isolat lokal dari Aceh Barat memiliki tingkat virulensi yang relatif tinggi, sehingga memerlukan strategi pengendalian yang bersifat preventif sebelum fase generatif tanaman dimulai.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa terdapat empat jenis penyakit utama yang menyerang tanaman cabai merah di Desa Ujong Tanjong, Kabupaten Aceh Barat, yaitu Layu *Fusarium*, Bercak Daun (*Cercospora*), Busuk Buah (Antraknosa), dan Virus Daun Keriting (CLCV). Di antara keempat penyakit tersebut, Layu *Fusarium* merupakan penyakit yang paling destruktif dan dominan dengan

persentase serangan tertinggi sebesar 34,13% dan intensitas serangan mencapai 12,23%, sedangkan Virus Daun Keriting memiliki tingkat sebaran terendah sebesar 19,94%. Hasil karakterisasi isolat menunjukkan variasi morfologi yang spesifik, yaitu isolat Bercak Daun memiliki koloni putih bertekstur kapas, isolat Layu *Fusarium* berwarna putih keabu-abuan dengan hifa halus, dan isolat Antraknosa menunjukkan pigmentasi merah muda (*pink*) yang merupakan massa konidia. Gejala kerusakan yang ditimbulkan meliputi kerusakan sistemik berupa degradasi jaringan vaskular dan pembusukan akar pada Layu *Fusarium*, serta gejala lokal berupa nekrosis melingkar pada daun dan pembusukan buah yang meluas. Validasi melalui uji Postulat Koch mengonfirmasi bahwa seluruh isolat yang diperoleh merupakan agen penyebab utama (*causal agent*) dengan masa inkubasi gejala antara 14 hingga 21 hari, yang mengindikasikan bahwa isolat lokal dari Aceh Barat memiliki tingkat virulensi yang relatif tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Aceh Barat, 2024. Aceh Barat dalam Angka. Aceh Barat
- Batiha, G. E.-S., Alqahtani, A., Ojo, O. A., Shaheen, H. M., Wasef, L., Elzeiny, M., Ismail, M., Shalaby, M., Murata, T., Zaragoza-Bastida, A., Rivero-Perez, N., Magdy Beshbishy, A., Kasozi, K. I., Jeandet, P., & Hetta, H. F. (2020). Biological Properties, Bioactive Constituents, and Pharmacokinetics of Some *Capsicum* spp. and Capsaicinoids. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(15), 5179. <https://doi.org/10.3390/ijms21155179>
- Deepak, H., & Virk, V. (2022). Optimization of surface sterilization method for the isolation of endophytic fungi associated with *Curcuma longa* L. and their antibacterial activity. *Journal of Advanced Biotechnology and Experimental Therapeutics*, 5(2), 334. <https://doi.org/10.5455/jabet.2022.d119>
- Hussein, M. A. M., Abdel-Aal, A. M. K., Rawa, M. J., Mousa, M. A. A., Moustafa, Y. M. M., & Abo-Elyousr, K. A. M. (2023). Enhancing chili pepper (*Capsicum annuum* L.) resistance and yield against powdery mildew (*Leveillula taurica*) with beneficial bacteria. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 33(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-023-00758-0>
- Menge, Y., Patil, Dr. P., Gadhawe, A., Giri, V., & Phondekar, U. (2020). Integrated disease management for chilli wilt caused by *Fusarium oxysporum* F. Sp. capsici, in wilt sick pots. *International Journal of Chemical Studies*, 8(4), 2114–2117. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4w.9939>
- Nalla, M. K., Schafleitner, R., Pappu, H. R., & Barchenger, D. W. (2023). Current status, breeding strategies and future prospects for managing chilli leaf curl virus disease and associated begomoviruses in Chilli (*Capsicum* spp.). *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1223982>
- Prasetyo, A. D., & Agustinur, A. (2022). Inventarisasi Penyakit Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) di Kebun Warga Gampong Suak Raya Kecamatan Johan Pahlawan Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Agrotek Lestari*, 8(1), 70. <https://doi.org/10.35308/jal.v8i1.5293>
- Rao, S., S. Danish, S. Keflemariam, H. Tesfagergish, R. Tesfamariam and T. Habtemariam. (2016). Pathological Survey on Disease Incidence and Severity of Major Diseases on Tomato and Chilli Crops Grown in Sub Zoba Hamelmalo, Eritrea. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*, 2(1). <https://doi.org/10.20431/2454-6224.0201004>
- Sam-on, M. F. S., Mustafa, S., Yusof, M. T., Mohd Hashim, A., & Ku Aizuddin, K. N. A. (2024). Exploring the Global Trends of *Bacillus*, *Trichoderma* and Entomopathogenic Fungi for Pathogen and Pest Control in Chili Cultivation. *Saudi Journal of Biological Sciences*,

- 31(8), 104046.
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2024.104046>
- Sanati S, BM Razavi, H Hosseinzadeh (2018). A review of the effects of *Capsicum annum* L. and its constituent, capsaicin, in metabolic syndrome. *Iran J Basic Med Sci* 21:439–448. [10.22038/IJBMS.2018.25200.6238](https://doi.org/10.22038/IJBMS.2018.25200.6238)
- Saxena, A., Raghuwanshi, R., Gupta, V. K., & Singh, H. B. (2016). Chilli Anthracnose: The Epidemiology and Management. *Frontiers in Microbiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01527>
- Siti F, R., Setiadi Daryono, B., Sri Kasiamdari, R., & Priyatmojo, A. (2014). Characterization and Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* as the Causal Agent of Fusarium Wilt in Chili (*Capsicum annum* L.). *Microbiology Indonesia*, 8(3), 121–126. <https://doi.org/10.5454/mi.8.3.5>