

Analisis Keterkaitan Budi Daya Petani terhadap Penyakit Tular Tanah Lada di Bangka

Analysis of the Correlation between Farmers' Cultivation and Soil-borne Diseases of Pepper in Bangka

Ferri Styta Budi¹, Ali Nurmansyah¹, Arief Hartono², Widodo^{1*}

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

²Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

(diterima Februari 2024, disetujui Mei 2024)

ABSTRAK

Penurunan luas areal tanam dan produksi lada (*Piper nigrum*) di Bangka dipengaruhi oleh penyakit tular tanah seperti penyakit kuning, busuk pangkal batang, dan jamur akar putih. Penyakit tular tanah berkaitan erat dengan faktor biotik dan abiotik yang memicu perkembangannya, termasuk teknik budi daya yang dilakukan oleh petani. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi sebaran dan faktor teknik budi daya yang memicu perkembangan penyakit tular tanah pada tanaman lada di Bangka. Penelitian dilakukan di Kabupaten Bangka Selatan, Bangka Tengah, Bangka, dan Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Pengumpulan data lapangan dilakukan melalui pengamatan insidensi penyakit dan wawancara terstruktur kepada petani. Hasil analisis disajikan dalam tabel tabulasi silang untuk masing-masing penyakit tular tanah yang dilengkapi dengan plot korespondensi untuk melihat sebaran kelompok faktor budi daya terhadap tingkat insidensi penyakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyakit kuning ialah penyakit tular tanah dominan pada pertanaman lada di Pulau Bangka, diikuti oleh penyakit busuk pangkal batang dan jamur akar putih. Analisis korespondensi menggunakan uji *chi-square* pada α 0.05 menunjukkan faktor budi daya yang berkaitan erat dengan insidensi penyakit kuning adalah umur tanaman, populasi tanaman, asal bibit, pola tanam, bahan organik, dan kondisi naungan. Sedangkan faktor yang berpengaruh nyata terhadap penyakit busuk pangkal batang ialah asal bibit, kondisi naungan, dan sanitasi kebun. Pemangkasan sulur berkaitan erat dengan insidensi penyakit jamur akar putih. Teknik budi daya terbukti menjadi faktor penting dalam perkembangan penyakit tular tanah di Bangka. Penelitian lanjutan untuk mengidentifikasi keterkaitan antarfaktor tersebut diperlukan.

Kata kunci: busuk pangkal batang lada, epidemi, jamur akar putih, penyakit kuning, predisposisi

ABSTRACT

The decrease in planted area and production of black pepper (*Piper nigrum*) in Bangka is influenced by soil-borne diseases such as yellow disease, basal rot disease, and white root disease. Soil-borne diseases are closely related to biotic and abiotic factors that trigger their development, such as cultivation techniques practiced by farmers. This study aims to identify distribution and cultivation techniques that trigger the development of soil-borne diseases in black pepper plants in Bangka. The study was

*Alamat penulis korespondensi: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga Bogor, Jawa Barat 16680.
Tel: +62 251 8629364, Faks: +62 251 8629364, Surel: widodo@apps.ipb.ac.id

conducted in the districts of South Bangka, Central Bangka, Bangka, and West Bangka in Province of Bangka Belitung Islands. Field data collection was conducted through observations of disease intensity and structured interviews with farmers. The analysis results are presented in cross-tabulation tables for each soil-borne disease with correspondence plots to see distribution of cultivation factor groups on disease incidence levels. The results showed that yellow disease is the dominant soil-borne disease of pepper plantations in Bangka Island, followed by basal rot and white root. Correspondence analysis using the chi-square test at α 0.05, the cultivation factors that were significantly correlated with the intensity of yellow disease were plant age, plant population, seedling source, planting pattern, organic matter, and shading. While the factors that significantly affect the intensity of basal rot are seedling source, shading, and sanitation. Vine pruning is closely related to the incidence of white root disease. Cultivation techniques have been identified as an important factor in the development of pepper soil-borne diseases in Bangka. Further research is needed to identify the interrelationships between these factors.

Keywords: basal rot, epidemic, predisposition, slow decline disease, white root disease

PENDAHULUAN

Lada (*Piper nigrum*) merupakan rempah unggulan di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Badan Pusat Statistik (2021) mencatat total ekspor lada di Indonesia mencapai 32 728.7 ton dengan nilai ekspor sebesar US\$ 140.57 juta pada tahun 2021. Luas tanam lada di Indonesia tahun 2020 sebesar 191 635 ha dimana 96.29% merupakan perkebunan rakyat dengan keterlibatan 295.49 ribu keluarga petani (Ditjenbun 2021). Kepulauan Bangka Belitung menjadi provinsi dengan luas tanam dan produksi terbesar nasional mencakup 27.23% luasan dan 37.78% produksi nasional. Namun pada satu dekade terakhir terjadi penurunan luas area tanam dan produksi lada di Pulau Bangka yang dipicu oleh beberapa faktor, di antaranya fluktuasi harga jual, pengusahaan tanaman lain, penambangan timah ilegal, dan organisme pengganggu tanaman (Daras dan Pranowo 2009; Karmawati *et al.* 2020).

Penyakit tular tanah menjadi faktor pembatas produksi lada yang penting dan berpotensi menyebabkan kehilangan hasil baik kuantitas maupun kualitas. Penyakit tular tanah yang dilaporkan menyerang tanaman lada di Indonesia, antara lain penyakit kuning, penyakit busuk pangkal batang (BPB), dan jamur akar putih (JAP). Penyakit kuning dilaporkan menjadi penyakit utama di Pulau Bangka dan telah menyebar merata dengan rata-rata insidensi penyakit mencapai

30%–41% dan mengakibatkan kehilangan produksi hingga 40% (Munif dan Sulistiawati 2014; Munif dan Harni 2020). Penyakit kuning disebabkan oleh kompleks patogen dengan patogen utama ialah nematoda *Radophulus similis*, yang berinteraksi dengan *Meloidogyne incognita* dan cendawan patogen *Fusarium solani* (Mustika 1990). Gejala khas penyakit kuning berupa daun menguning, helai daun kaku menekuk, tetapi tidak layu, busuk akar dan terdapat puru akar (Thuy *et al.* 2012). Busuk pangkal batang dikenal sebagai *quick-wilt disease* karena menimbulkan kematian tanaman dalam waktu yang singkat. Patogen utama penyebab BPB adalah organisme tular tanah *Phytophthora capsici* (Manohara 2007). Penyakit BPB telah menjadi ancaman serius bagi petani lada di Indonesia, Malaysia, dan Vietnam dengan potensi kerugian mencapai 10%–15% (Drenth dan Guest 2004). Gejala BPB ditandai dengan kelayuan tanaman secara mendadak, daun berwarna coklat kehitaman tetapi tetap menggantung dan gugur. Pangkal batang yang terserang BPB menjadi hitam, membusuk, dan pada keadaan lembap tampak lendir kehitaman (Truong *et al.* 2008). Penyakit jamur akar putih (JAP) disebut "kulat malam" oleh petani lada di Bangka, patogen utamanya ialah cendawan dari kelas Basidiomycota, yaitu *Rigidoporus microporus* (sin. *R. lignosus*) (Suwandi 2003). Gejala khas infeksi JAP ialah munculnya rizomorf berwarna putih pada akar dan pangkal batang (Kaewchai dan Soyong 2010). Gejala pada

tajuk berupa daun berwarna hijau gelap dan menguning yang dimulai dari satu cabang dan menyebar ke seluruh tajuk, kemudian diikuti kerontokan daun serta kematian cabang tanaman pada akhir perkembangan penyakit.

Epidemi penyakit tular tanah ditentukan oleh interaksi komponen pembentuk, yaitu patogen, inang, dan lingkungan. Manusia sebagai faktor keempat melalui praktik budi dayanya dapat memengaruhi ketiga komponen pembentuk tersebut baik secara langsung maupun tidak langsung. Aspek budi daya lada seperti pemilihan varietas toleran (var. Petaling-1, var. Natar-2, var. Bengkayang, var. Malonan-1, dan var. Nyelungkup) dapat mengurangi kerusakan akibat serangan penyakit kuning (Rostiana dan Ruhnayat 2020). Penambahan bahan organik yang dikombinasikan dengan bakteri rizosfer dan endofit pada lahan dapat meningkatkan kesehatan tanaman dan hasil panen lada (Munif dan Harni 2020; Nguyen *et al.* 2020). Solarisasi lahan dapat menekan kepadatan populasi *Fusarium* di dalam tanah (Seremi *et al.* 2011).

Pengendalian penyakit tular tanah lada saat ini masih menjadi tantangan yang perlu dijawab, mengingat belum ada strategi yang efektif dan efisien untuk diterapkan dalam tingkat lapangan. Strategi pengendalian perlu didasari pemahaman yang baik mengenai faktor-faktor penyebab penyakit tular tanah pada lada. Penelitian ini bertujuan mengetahui sebaran penyakit tular tanah pada tanaman lada di Pulau Bangka serta faktor-faktor budi daya yang memicu perkembangan penyakit tersebut.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan data primer berupa insidensi penyakit dan teknik budi daya dilakukan pada 60 lahan petani lada, yaitu 20 lahan di Kabupaten Bangka Selatan, 9 lahan di Bangka Tengah, 13 lahan di Bangka, dan 18 lahan di Bangka Barat. Pengambilan data dilakukan antara bulan Oktober hingga Desember 2023.

Pengumpulan Data Teknik Budi Daya Petani

Data teknik budi daya didapatkan melalui wawancara kuesioner terstruktur. Responden

merupakan 60 petani yang lokasi lahannya berada di lingkup pengamatan dan dipilih dengan teknik *purposive sampling*. Kriteria lahan petani yang dipilih adalah pertanaman lada tiang panjat hidup dan tiang panjat mati dengan umur minimal satu tahun. Hal ini terkait dengan waktu kemunculan gejala penyakit tular tanah lada. Parameter teknik budi daya petani yang diamati ialah umur tanaman, populasi tanaman, sejarah lahan, varietas, asal bibit, pola tanam, jarak tanam, bahan organik, pemberian kapur, dosis pemupukan N, P, dan K, penggunaan herbisida, frekuensi penyiangan, naungan, pemangkasan sulur, drainase, lanskap sekitar, dan sanitasi.

Pengamatan Insidensi Penyakit Tular Tanah

Pengamatan jenis insidensi penyakit ditentukan berdasarkan gejala dan tanda penyakit yang muncul pada bagian tajuk, pangkal batang, dan akar tanaman lada. Perhitungan insidensi penyakit dilakukan pada setiap lahan petani dengan mengikuti pola baris. Tanaman contoh diambil pada selang 1 hingga 3 baris menyesuaikan luas lahan dan jarak tanam. Jumlah tanaman yang diamati sebanyak 10% dari populasi tanaman. Insidensi penyakit dihitung dengan formula

$$IP = \frac{n}{N} \times 100\%, \text{ dengan}$$

IP, insidensi penyakit; n, jumlah tanaman sakit; dan N, jumlah tanaman yang diamati.

Analisis Data

Data ditabulasi dengan perangkat lunak Microsoft Excel 365. Pengaruh teknik budi daya petani terhadap insidensi penyakit kuning, penyakit BPB, dan penyakit JAP diuji menggunakan analisis *chi-square* (χ^2) pada α 0.05. Analisis korespondensi untuk melihat sebaran kelompok faktor budi daya terhadap tingkat insidensi penyakit dilakukan menggunakan perangkat lunak Minitab 18.

HASIL

Kondisi Umum Pertanaman Lada dan Sebaran Insidensi Penyakit Tular Tanah

Rata-rata luasan lahan yang diusahakan petani lada di Bangka ialah 0.75 ha dengan

populasi 1000 tanaman. Varietas lada yang ditanam petani antara lain var. Lampung Daun lebar, var. Lampung Daun Kecil, var. Petaling-1, dan var. Nyelungkup, serta varietas lokal Merapin, Jambi, dan Bogor. Petani lebih banyak memilih menanam kultivar lada secara campuran (63.33%) daripada menanam satu jenis kultivar saja (36.67%). Produktivitas rata-rata lada kering di Bangka ialah 600 g per tanaman per tahun setara dengan 800 kg ha⁻¹.

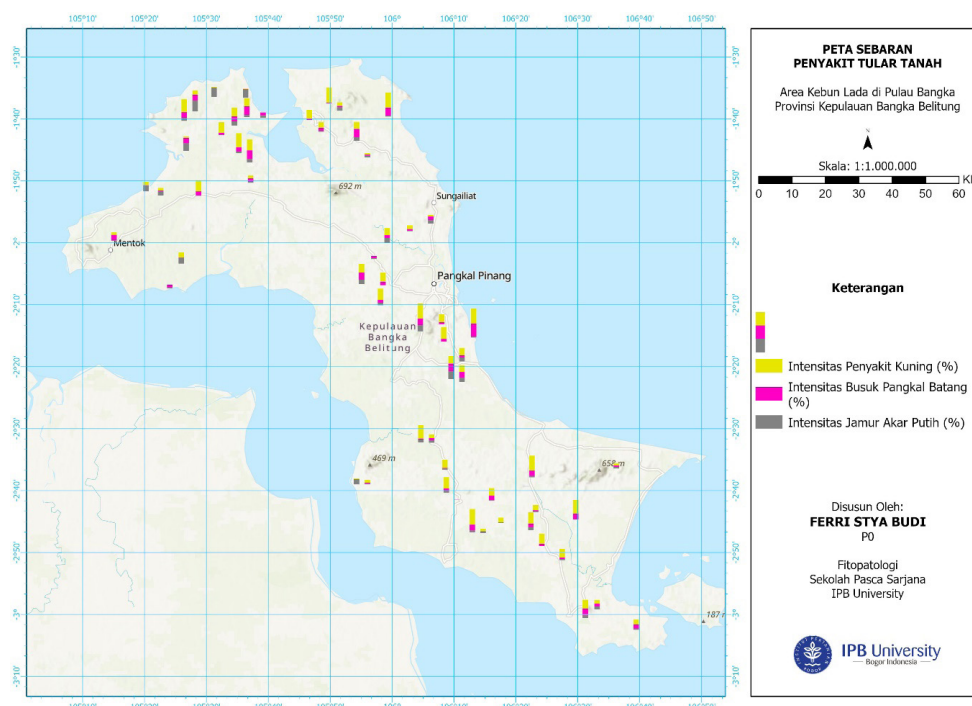
Pertanaman lada di Kabupaten Bangka Selatan, Bangka Tengah, Bangka, dan Bangka Barat hampir seluruhnya terinfeksi penyakit tular tanah dengan insidensi yang berbeda-beda. Penyakit tular tanah yang dominan di Pulau Bangka adalah penyakit kuning dengan rata-rata insidensi penyakit mencapai 37.62%, penyakit BPB sebesar 18.10%, dan JAP mencapai 14.45% (Gambar 1).

Insidensi penyakit kuning tertinggi berada di Kabupaten Bangka Tengah mencapai 50.13%, Bangka Selatan 40.47%, Bangka 35.64%, dan Bangka Barat 29.62% (Gambar 2). Insidensi penyakit BPB tertinggi berada di Kabupaten Bangka Tengah sebesar 25.73%, Bangka Barat 19.30%, Bangka 18.20%, dan Bangka Selatan 13.53%. Insidensi penyakit

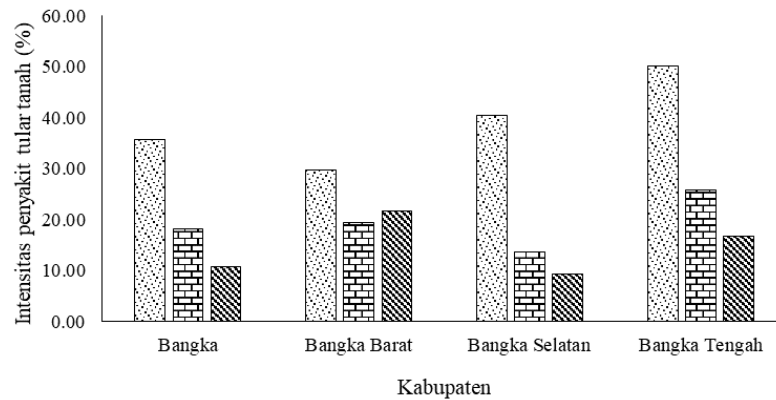
JAP tertinggi berada di Bangka Barat sebesar 21.68%, Bangka Tengah 16.73%, Bangka 10.81%, dan Bangka Selatan 9.28%.

Karakteristik Gejala Penyakit Tular Tanah Lada di Pulau Bangka

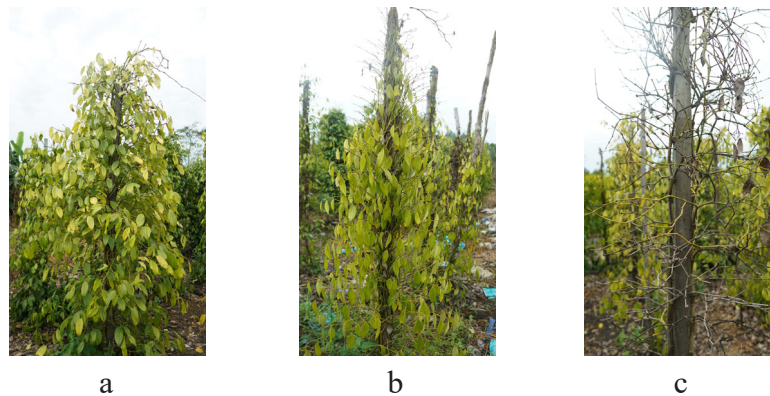
Tanaman lada yang terserang penyakit tular tanah menunjukkan perkembangan gejala yang berbeda, namun gejala akhir dari ketiga penyakit tular tanah adalah kematian tanaman. Gejala penyakit kuning ditandai dengan perubahan warna tajuk menjadi kuning, daun kaku menekuk ke arah dalam, serta terjadi penurunan kebugaran tanaman secara terus menerus (*slow decline*). Gejala tersebut apabila berlangsung lama menyebabkan tanaman layu dan diikuti dengan kerontokan daun secara bertahap (Gambar 3). Gejala di bawah permukaan tanah berupa kerusakan akar rambut yang disebabkan aktivitas nematoda dan cendawan patogen, dengan gejala lanjut berupa pembengkakan akar atau munculnya puru. Kerusakan pada akar tersebut mengganggu proses transportasi air dan mineral yang menyebabkan tipe gejala penyakit kuning mirip dengan gejala tanaman kekurangan hara yaitu perubahan tajuk menjadi kuning.



Gambar 1 Peta sebaran insidensi penyakit tular tanah lada di Pulau Bangka. (Figure 1 Distribution map of black pepper soil-borne disease incidence in Bangka Island).



Gambar 2 Insidensi penyakit tular tanah pada tanaman lada di empat kabupaten di Pulau Bangka. , penyakit kuning; , busuk pangkal batang; dan , jamur akar putih. (Figure 2 Incidence of soil-borne diseases in black pepper plants in four districts in Bangka Island. , yellow disease; , basal rot disease; dan , white root disease).



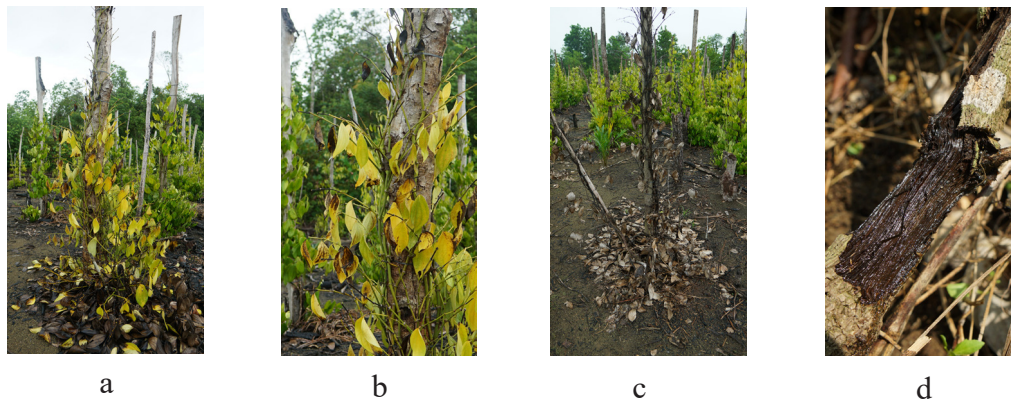
Gambar 3 Perkembangan gejala penyakit kuning lada. a, tajuk tanaman menguning; b, kerontokan daun secara perlahan; dan c, tajuk tanaman gundul. (Figure 3 Symptom development of yellow disease. a, yellowing of the plant crown; b, slow leaf falling; and c, defoliation of the plant.

Kematian tanaman akibat BPB berlangsung cepat sejak tanaman menunjukkan gejala layu. Kematian tanaman berlangsung kurang lebih 14 hari setelah gejala pertama muncul. Gejala pada tajuk berupa kelayuan tanaman secara tiba-tiba diikuti kerontokan daun secara masif. Perkembangan penyakit yang begitu cepat pada tanaman yang masih hijau menyebabkan tanaman mati dengan gejala daun mengering dan menggantung. Gejala lain berupa munculnya hawar pada daun berwarna cokelat kehitaman. Gejala pada pangkal batang berupa busuk kehitaman yang menyebabkan jaringan menjadi lunak dan basah (Gambar 4). Kematian tanaman yang berlangsung cepat disebabkan oleh kerusakan jaringan pembuluh pada pangkal batang yang menghambat translokasi air dan hara tanaman.

Gejala serangan JAP mudah dikenali oleh petani dari tanda penyakit berupa rizomorf berwarna putih pada permukaan pangkal batang dan perakaran. Miselium tersebut tumbuh dengan pola bercabang mirip benang tebal. Infeksi cendawan *Rigidoporus* menyebabkan kerusakan akar dan pangkal batang yang diikuti gejala pada tajuk, yaitu daun menguning, rontok secara perlahan yang dimulai dari tajuk atas sehingga tajuk tanaman semakin jarang, dan pada akhirnya menyebabkan kematian tanaman (Gambar 5).

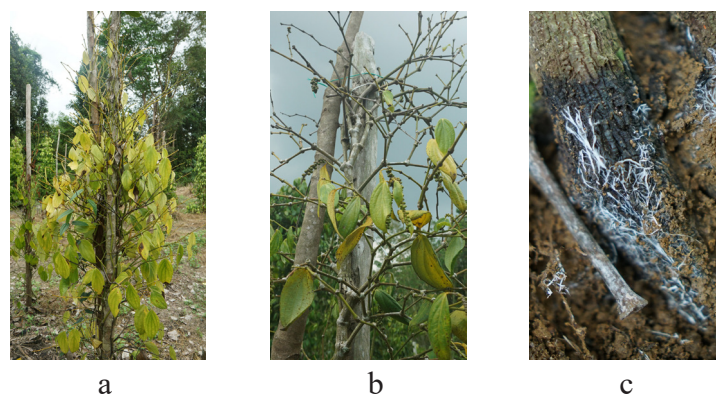
Faktor Teknik Budi Daya Pemicu Perkembangan Penyakit Tular Tanah Lada

Penelitian ini menunjukkan beberapa teknik budi daya yang dilakukan petani berpengaruh terhadap insidensi penyakit tular tanah pada



Gambar 4 Variasi gejala busuk pangkal batang pada tanaman lada. a dan b, hawar pada daun dan kelayuan tajuk tanaman secara tiba-tiba; c, kerontokan daun secara masif; dan d, pembusukan yang ditandai perubahan warna jaringan pembuluh menjadi cokelat kehitaman dan jaringan tanaman terlihat basah.

Figure 4 Variation of basal rot symptoms in black pepper plants. a and b, leaf blight and sudden wilt of the plant crown; c, massive leaf loss; and d, plant decay characterized by changes in the color of the vascular tissue to blackish brown and the plant tissue looks wet.



Gambar 5 Variasi gejala jamur akar putih pada tanaman lada. a dan b, mati ranting yang dimulai dari tajuk teratas; c, perubahan warna kulit kayu menjadi hitam dan tumbuhnya rizomorf berwarna putih.

Figure 5 Variations of white root disease symptoms on black pepper plants. a and b twig death starting from the top crown; c, black bark discoloration and white rhizomorph growth.

pertanaman lada di Pulau Bangka (Tabel 1). Analisis *chi-square* menunjukkan bahwa faktor budi daya yang berpengaruh nyata terhadap insidensi penyakit kuning ialah umur tanaman, populasi tanaman, asal bibit, pola tanam, bahan organik, dan naungan (Tabel 1). Insidensi penyakit kuning semakin tinggi pada tanaman berumur ≤ 3 tahun dibandingkan tanaman berumur > 3 tahun. Penggunaan bibit lada yang berasal dari kebun sendiri memicu insidensi penyakit kuning yang lebih tinggi dibandingkan mendatangkan bibit dari luar. Pola tanam lada tumpang sari kelapa sawit

menunjukkan insidensi penyakit kuning lebih tinggi jika dibandingkan pertanaman lada non-tumpang sari kelapa sawit. Penambahan bahan organik pada pertanaman lada dapat menekan insidensi penyakit kuning dibandingkan dengan tanpa penambahan bahan organik. Kondisi pertanaman lada tanpa naungan dan terpapar sinar matahari secara langsung menunjukkan insidensi penyakit kuning yang lebih tinggi, sedangkan tanaman ternaungi memiliki insidensi penyakit yang lebih rendah (Tabel 2). Plot korespondensi menunjukkan kelompok sebaran faktor budi daya yang memiliki

Tabel 1 Hasil uji *chi-square* faktor budi daya terhadap insidensi penyakit tular tanah
 Table 1 Results of *chi-square* test of cultivation factors on soil-borne disease incidence

Faktor budi daya <i>Cultivation factors</i>	Penyakit kuning (<i>Yellow disease</i>)		Busuk pangkal batang (<i>Basal rot disease</i>)		Jamur akar putih (<i>White rot disease</i>)	
	χ^2	<i>P</i>	χ^2	<i>P</i>	χ^2	<i>P</i>
Umur tanaman (<i>Plant age</i>)	6.775	0.033 ^a	1.111	0.573	1.417	0.492
Populasi tanaman (<i>Population</i>)	7.224	0.026 ^a	4.254	0.119	4.400	0.110
Sejarah lahan (<i>Land history</i>)	1.620	0.444	0.150	0.927	0.271	0.873
Varietas (<i>Varieties</i>)	1.825	0.767	2.332	0.674	2.332	0.674
Asal bibit (<i>Seedling source</i>)	6.574	0.037 ^a	11.16	0.003 ^a	1.903	0.386
Pola tanam (<i>Cropping pattern</i>)	15.904	0.000 ^a	4.889	0.086	0.606	0.738
Jarak tanam (<i>Plant spacing</i>)	0.115	0.943	0.404	0.816	1.473	0.478
Bahan organik (<i>Organic matter</i>)	13.331	0.001 ^a	2.537	0.281	2.760	0.251
Pemberian kapur (<i>Lime addition</i>)	0.190	0.908	2.321	0.313	1.200	0.548
Dosis pemupukan N (<i>Nitrogen fertilization dose</i>)	0.349	0.986	8.525	0.074	0.882	0.927
Dosis pemupukan P (<i>Phosphorus fertilization dose</i>)	0.115	0.944	1.366	0.505	2.202	0.332
Dosis pemupukan K (<i>Pottasium fertilization dose</i>)	0.784	0.675	0.241	0.886	2.307	0.315
Penggunaan herbisida (<i>Herbicide</i>)	0.704	0.703	2.546	0.279	5.238	0.072
Frekuensi penyiangan (<i>Weeding frequency</i>)	4.252	0.119	0.671	0.714	1.111	0.573
Kondisi naungan (<i>Shading</i>)	14.939	0.000 ^a	10.180	0.006 ^a	2.857	0.239
Pemangkasan sulur (<i>Prunning</i>)	2.463	0.291	2.981	0.225	8.609	0.013 ^a
Drainase (<i>Drainage</i>)	2.981	0.225	0.106	0.948	5.066	0.079
Lanskap sekitar (<i>Surrounding Landscape</i>)	8.227	0.083	4.620	0.328	4.406	0.353
Sanitasi tanaman (<i>Sanitation</i>)	3.169	0.205	9.124	0.010 ^a	0.740	0.690

^aBerpengaruh nyata pada α 0.05. (*Significant at α 0.05*).

kecenderungan terhadap insidensi berat dan insidensi ringan penyakit kuning di Pulau Bangka (Gambar 6).

Faktor teknik budi daya yang berpengaruh nyata terhadap insidensi penyakit BPB antara lain asal bibit, kondisi naungan, dan sanitasi tanaman (Tabel 1). Penggunaan bibit yang berasal dari kebun sebelumnya menunjukkan insidensi penyakit BPB yang tinggi dibandingkan penggunaan bibit dari luar. Serupa dengan penyakit kuning, pertanaman lada tanpa naungan memiliki insidensi penyakit BPB yang lebih tinggi dibandingkan pertanaman dengan naungan. Sanitasi kebun berpengaruh terhadap insidensi penyakit BPB, pembiaran tanaman sakit atau mati akibat BPB di lahan

menyebabkan insidensi penyakit tinggi (Tabel 3). Plot korespondensi menunjukkan sebaran kelompok faktor budi daya yang memiliki kecenderungan terhadap insidensi berat dan insidensi ringan BPB di Pulau Bangka (Gambar 6).

Insidensi penyakit JAP secara nyata dipengaruhi oleh tindakan pemangkasan sulur (Tabel 1). Pertanaman lada yang dipangkas sulurnya untuk kebutuhan bibit menunjukkan insidensi penyakit yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pemangkasan (Tabel 4). Sebaran kelompok faktor budi daya yang memiliki kecenderungan terhadap insidensi berat dan insidensi ringan JAP ditunjukkan oleh plot korespondensi (Gambar 7).

Tabel 2 Insidensi penyakit kuning lada pada kelompok lahan dengan teknik budi daya yang berpengaruh berdasarkan hasil uji *chi-square*Table 2 *Pepper yellow disease incidence in land groups with significant cultivation techniques based on chi-square test results*

Faktor budi daya <i>Cultivation factors</i>	Insidensi penyakit <i>Disease incidence</i> (%)		
	≤ 25	25 < x < 50	≥ 50
Umur tanaman (<i>Plant age</i>)			
< 3 tahun (< 3 years old)	11	13	16
≥ 3 tahun (≥ 3 years old)	11	7	2
Populasi tanaman (<i>Plant population</i>)			
< 600 batang (< 600 plants)	15	5	10
≥ 600 batang (≥ 600 plants)	7	14	9
Asal bibit (<i>Seedling source</i>)			
Tanaman sebelumnya (<i>Previous plants</i>)	9	14	14
Dari luar (<i>External seedlings</i>)	13	6	4
Pola Tanam (<i>Cropping pattern</i>)			
Tumpangsari sawit (<i>Oil palm intercropping</i>)	5	13	15
Non tumpangsari sawit (<i>Non-Oil palm intercropping</i>)	17	7	3
Bahan organik (<i>Organic matter</i>)			
Penambahan bahan organik (<i>Addition of organic matter</i>)	15	10	2
Tanpa penambahan bahan organik (<i>Without addition of organic matter</i>)	7	10	16
Naungan (<i>Shading</i>)			
Ternaungi (<i>With shading</i>)	13	4	1
Tidak ternaungi (<i>Without shading</i>)	9	16	17

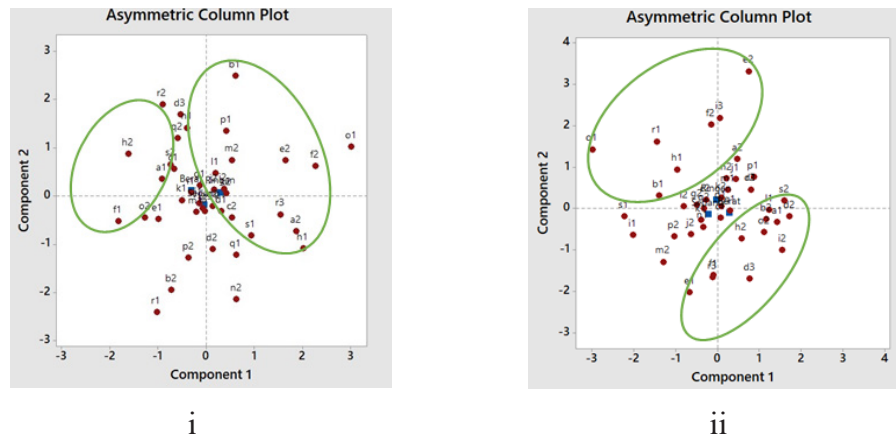
Tabel 3 Insidensi penyakit BPB lada pada kelompok lahan dengan teknik budi daya yang berpengaruh berdasarkan *chi-square*Table 3 *Incidence of basal rot disease in locations with cultivation techniques that have significant effect based on chi-square test*

Faktor budi daya <i>Cultivation factors</i>	Insidensi penyakit <i>Disease incidence</i> (%)		
	≤ 10	10 < x < 25	≥ 25
Asal bibit (<i>Seedling source</i>)			
Tanaman sebelumnya (<i>Previous plants seedlings</i>)	8	18	11
Dari luar (<i>External seedling</i>)	14	3	6
Naungan			
Ternaungi (<i>With shading</i>)	9	9	0
Tidak ternaungi (<i>Without shading</i>)	13	12	17
Sanitasi tanaman (<i>Sanitation</i>)			
Sanitasi (<i>With sanitation</i>)	8	14	11
Pembiaran (<i>Without sanitation</i>)	14	7	6

PEMBAHASAN

Produktivitas lada kering per hektar di Pulau Bangka jauh lebih rendah jika dibandingkan

dengan produktivitas lada di negara Vietnam dan Brasil yang masing-masing mencapai 2.5 ton ha⁻¹ dan 3.1 ton ha⁻¹ (FAO 2022). Kehilangan hasil akibat gangguan penyakit



Gambar 6 Plot korespondensi kelompok faktor budi daya terhadap insidensi berat dan ringan i, penyakit kuning dan ii, busuk pangkal batang lada di Pulau Bangka. a, umur tanaman (1, tanaman muda ≤ 3 tahun; 2, tanaman tua > 3 tahun); b, populasi (1, < 600 batang; 2, ≥ 600 batang); c, sejarah lahan (1, bekas tanaman karet; 2, bekas tanaman non-karet); d, kultivar (1, monokultivar; 2, 2 kultivar; 3, ≥ 2 kultivar); e, asal bibit (1, bibit tanaman sebelumnya; 2, bibit dari luar); f, pola tanam (1, tumpang sari sawit; 2, tumpang sari non-sawit); g, jarak tanam (1, $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$; 2, $\geq 1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$); h, bahan organik (1, bahan organik; 2, tanpa bahan organik); i, dosis pemupukan nitrogen (N) (1, $< 200\text{ g}$; 2, $200\text{ g} < x < 400\text{ g}$; 3, $\geq 400\text{ g}$); j, dosis pemupukan fosfor (P) (1, $< 150\text{ g}$; 2, $\geq 150\text{ g}$); k, dosis pemupukan kalium (K) (1, $< 100\text{ g}$; 2, $\geq 100\text{ g}$); l, penambahan kapur (1, diberi kapur; 2, tanpa kapur); m, penggunaan herbisida (1, herbisida; 2, non herbisida); n, frekuensi pengendalian gulma (1, < 4 kali; 2, ≥ 4 kali); o, naungan (1, ternaungi; 2, tidak ternaungi); p, pemangkasan sulur (1, dengan pemangkasan; 2, tanpa pemangkasan); q, drainase (1, ada; 2, tidak ada); r, lanskap sekitar (1, karet; 2, sawit; 3, non-monokultur); s, sanitasi tanaman (1, sanitasi; 2, pembiaran).

Figure 6 Correspondence plot of cultivation factor groups on high and low incidence of i, yellow disease and ii, basal rot disease of pepper plants on Bangka Island; a, plant age (1, young plants ≤ 3 years; 2, old plants > 3 years); b, population (1, < 600 stems; 2, ≥ 600 stems); c, land history (1, former rubber crop; 2, former non-rubber crop); d, varieties (1, monovariety; 2, 2 varieties; 3, ≥ 2 varieties); e, seedling source (1, previous crop seedlings; 2, external seedlings); f, cropping pattern (1, oil palm intercropping; 2, non-oil palm intercropping); g, planting spacing (1, $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$; 2, $\geq 1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$); h, organic matter (1, organic matter; 2, no organic matter); i, nitrogen (N) fertilization dose (1, $< 200\text{ g}$; 2, $200\text{ g} < x < 400\text{ g}$; 3, $\geq 400\text{ g}$); j, phosphorus (P) fertilization dose (1, $< 150\text{ g}$; 2, $\geq 150\text{ g}$); k, potassium (K) fertilization dose (1, $< 100\text{ g}$; 2, $\geq 100\text{ g}$); l, lime addition (1, lime; 2, no lime); m, herbicide use (1, herbicide; 2, non-herbicide); n, weeding frequency (1, < 4 times; 2, ≥ 4 times); o, shade (1, with shading; 2, without shading); p, vine pruning (1, with pruning; 2, without pruning); q, drainage (1, present; 2, absent); r, surrounding landscape (1, rubber; 2, oil palm; 3, non-monoculture); s, crop sanitation (1, with sanitation; 2, without sanitation).

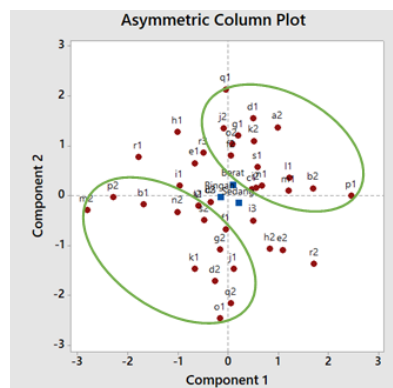
tanaman menjadi faktor utama rendahnya produktivitas. Selain itu, berkurangnya fokus petani akibat introduksi tanaman perkebunan pengganti menyebabkan tidak efisiennya budi daya lada. Di sisi lain, pengendalian penyakit tular tanah dengan pemupukan, penggunaan pestisida, dan pemakaian mulsa belum mampu mengatasi penyakit (Munif dan Harni 2020).

Sejak dilaporkan pertama kali oleh Van Der Vecht tahun 1932, penyakit kuning hingga saat ini menjadi penyakit tular tanah paling dominan dan telah tersebar secara merata di Pulau Bangka (Munif dan Sulistiawati 2014). Penyakit kuning dilaporkan pernah merusak 90% pertanaman lada di Bangka (Thorne 1961). Sebaran dan tingkat kerusakan penyakit

Tabel 4 Insidensi penyakit JAP lada pada kelompok lahan dengan teknik budi daya yang berpengaruh berdasarkan uji *chi-square*

Table 4 Incidence of white rot disease in locations with cultivation techniques that have significant effect based on *chi-square* test

Faktor budi daya <i>Cultivation factors</i>	Insidensi penyakit <i>Disease incidence</i> (%)		
	≤ 10	10 < x < 20	≥ 20
Pemangkasan sulur (<i>Vine pruning</i>)			
Dengan pemangkasan (<i>With pruning</i>)	9	11	9
Tanpa pemangkasan (<i>Without pruning</i>)	21	4	6



Gambar 7 Plot korespondensi kelompok faktor budi daya terhadap insidensi berat dan ringan penyakit jamur akar putih tanaman lada di Pulau Bangka. a, umur tanaman (1, tanaman muda ≤ 3 tahun; 2, tanaman tua > 3 tahun); b, populasi (1, < 600 batang; 2, ≥ 600 batang); c; sejarah lahan (1, bekas tanaman karet; 2, bekas tanaman non-karet); d, kultivar (1, monovarietas; 2, 2 varietas; 3, ≥ 2 varietas); e, asal bibit (1, bibit tanaman sebelumnya; 2, bibit dari luar); f, pola tanam (1, tumpang sari sawit; 2, tumpang sari non-sawit); g, jarak tanam (1, 1.5 m × 1.5 m; 2, ≥ 1.5 m × 1.5 m); h, bahan organik (1, bahan organik; 2, tanpa bahan organik); i, dosis pemupukan nitrogen (N) (1, < 200 g; 2, 200 g < x < 400 g; 3, ≥ 400 g); j, dosis pemupukan fosfor (P) (1, < 150 g; 2, ≥ 150 g); k, dosis pemupukan kalium (K) (1, < 100 g; 2, ≥ 100 g); l, penambahan kapur (1, diberi kapur; 2, tanpa kapur); m, penggunaan herbisida (1, herbisida; 2, non herbisida); n, frekuensi pengendalian gulma (1, < 4 kali; 2, ≥ 4 kali); o, naungan (1, ternaungi; 2, tidak ternaungi); p, pemangkasan sulur (1, dengan pemangkasan; 2, tanpa pemangkasan); q, drainase (1, ada; 2, tidak ada); r, lanskap sekitar (1, karet; 2, sawit; 3, non-monokultur); s, sanitasi tanaman (1, sanitasi; 2, pembiaran).

Figure 8 Correspondence plot of cultivation factor groups on high and low incidence of white root disease of pepper plants on Bangka Island a, plant age (1, young plants ≤ 3 years; 2, old plants > 3 years); b, population (1, < 600 stems; 2, ≥ 600 stems); c, land history (1, former rubber crop; 2, former non-rubber crop); d, varieties (1, monovariety; 2, 2 varieties; 3, ≥ 2 varieties); e, seedling source (1, previous crop seedlings; 2, external seedlings); f, cropping pattern (1, oil palm intercropping; 2, non-oil palm intercropping); g, planting spacing (1, 1.5 m × 1.5 m; 2, ≥ 1.5 m × 1.5 m); h, organic matter (1, organic matter; 2, no organic matter); i, nitrogen (N) fertilization dose (1, < 200 g; 2, 200 g < x < 400 g; 3, ≥ 400 g); j, phosphorus (P) fertilization dose (1, < 150 g; 2, ≥ 150 g); k, potassium (K) fertilization dose (1, < 100 g; 2, ≥ 100 g); l, lime addition (1, lime; 2, no lime); m, herbicide use (1, herbicide; 2, non-herbicide); n, weeding frequency (1, < 4 times; 2, ≥ 4 times); o, shade (1, with shading; 2, without shading); p, vine pruning (1, with pruning; 2, without pruning); q, drainage (1, present; 2, absent); r, surrounding landscape (1, rubber; 2, oil palm; 3, non-monoculture); s, crop sanitation (1, with sanitation; 2, without sanitation).

kuning dipengaruhi oleh berbagai faktor predisposisi, di antaranya kondisi kesuburan tanah, pemupukan mineral, kondisi fisik tanah, defisiensi hara, dan cekaman lingkungan (De Waard 1969; Mustika 1990; Wahid dan Kamalam 1982).

Insidensi penyakit BPB di Pulau Bangka sebesar 18.10%, tetapi kerusakannya cukup besar bagi petani. Perkembangan gejala yang menonjol dan kematian tanaman yang berlangsung singkat membuat petani gagal memitigasi dan mengendalikan BPB. Wahyuno (2009) melaporkan tanaman lada yang dibiarkan tidak terawat dan tidak dipupuk sesuai dosis memicu tanaman lebih rentan terhadap infeksi BPB. Faktor abiotik seperti kelembapan tanah, drainase, dan cahaya memegang peran penting dalam penyebaran inokulum *P. capsici* di lapangan (Manohara 2007; Ristaino dan Gumpertz 2000).

Laporan terkait serangan JAP pada tanaman lada belum banyak yang meneliti. Insidensi penyakit JAP di Bangka berada pada tingkat yang rendah, meskipun demikian penyakit ini secara konsisten muncul hampir di seluruh wilayah di Pulau Bangka. Kecenderungan serangan JAP lebih mudah ditemui pada lahan sejarah tanaman karet dan ubi kayu yang tidak tersanitasi dengan baik. Tanaman sehat dapat terinfeksi melalui kontak dengan sumber inokulum yang berasal dari rizomorf, akar terinfeksi, tunggul mati, atau puing kayu (Nandris *et al.* 1987). *Rigidoporus* yang ditemukan pada pertanaman lada di Bangka dilaporkan memiliki tingkat patogenisitas sedang hingga tinggi (Suwandi 2006).

Analisis korespondensi menunjukkan insidensi penyakit tular tanah di Pulau Bangka dipengaruhi oleh beberapa faktor teknik budi daya. Teknik budi daya berpengaruh pada kondisi kebugaran tanaman yang mana kebugaran tanaman menjadi salah satu komponen pembentuk penyakit. Insidensi penyakit kuning berhubungan nyata dengan umur tanaman, populasi tanaman, asal bibit, pola tanam, bahan organik, dan naungan. Tanaman lada yang terinfeksi penyakit kuning lebih banyak ditemukan pada umur tanaman muda. Hal ini berkaitan dengan kepekaan

inang dan waktu infeksi patogen. Nematoda yang bertahan di dalam tanah dan sisa tanaman akan segera memulai infeksi ketika ada tanaman baru sehingga insidensi penyakit cenderung terjadi pada tanaman muda. *Meloidogyne* membentuk *gall* pada jaringan muda, meristematik, dan sedang dalam proses pertumbuhan (Krusberg 1963). Infeksi *R. similis* dilaporkan dapat meningkatkan kepekaan inang terhadap penyakit kuning yang disebabkan oleh *Fusarium* (Moens dan Perry 2009). Serangan penyakit kuning lebih tinggi pada lahan dengan kerapatan populasi tinggi. Temuan ini sesuai dengan model yang dikembangkan oleh Thrall *et al.* (1997) dimana peningkatan awal populasi cendawan tular tanah membutuhkan kepadatan inang di atas ambang batas, dan ambang batas ini akan menurun seiring dengan peningkatan kelangsungan hidup patogen ketika tidak ada inang, dan peningkatan kemampuannya untuk tumbuh secara saprofit.

Bibit lada yang berasal dari pertanaman sebelumnya memicu insidensi penyakit yang tinggi, terlebih jika pertanaman sebelumnya sudah terserang penyakit kuning dan BPB yang menandakan bahwa bibit tersebut memiliki sifat peka terhadap patogen. Bahan perbanyakan tanaman yang tidak bugar akibat cekaman lingkungan atau bibit yang terlalu muda dapat mempercepat laju infeksi cendawan *Fusarium* dan *Phytophthora* dalam tanah (McCully dan Thomas 1977). Pertanaman lada tumpang sari kelapa sawit menunjukkan insidensi penyakit kuning yang lebih tinggi. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan kompetisi hara dan air bagi pertanaman lada, akibatnya tanaman berisiko mengalami defisiensi hara dan air yang menyebabkan predisposisi penyakit. Sebaliknya, pada tanah dengan ketersediaan air dan unsur hara yang cukup menyebabkan tanaman lada lebih toleran terhadap infeksi *M. incognita*, *R. similis*, dan *F. solani* (Mustika 1990). Bahan organik berperan penting dalam membentuk kesehatan tanah. Pertanaman lada yang diberi bahan organik dari kotoran hewan menunjukkan insidensi penyakit kuning yang rendah. Penambahan bahan organik berpengaruh terhadap parameter biologi, kimia,

dan fisik tanah yang meliputi struktur dan aerasi tanah, drainase, kemampuan menahan air, ketersediaan hara, dan ekologi mikroba (Larkin 2015).

Tanaman dengan naungan menunjukkan nilai insidensi penyakit kuning dan BPB yang lebih rendah. Naungan berkontribusi terhadap pembentukan iklim mikro yang lebih sesuai bagi pertanaman lada meliputi intensitas radiasi surya, suhu harian, suhu tanah harian, kelembaban nisbi udara, dan kelembapan tanah (Syakir 1990). Kesesuaian tempat tumbuh tersebut mendorong tanaman tumbuh sehat dan menekan peluang predisposisi penyakit tular tanah akibat cekaman lingkungan.

Sisa tanaman pada lahan pertanian dapat menjadi inokulum penyakit BPB. Mekanisme potensial penularan inokulum *P. capsici* di lapangan paling efektif melalui air permukaan. Penularan tersebut dapat terjadi secara lokal maupun jarak jauh dengan nilai *expansion rate* yang tinggi (Ristaino dan Gumpertz 2000). Selain itu *P. capsici* memiliki kemampuan bertahan pada serasah dan sisa tanaman dalam waktu yang lama dengan membentuk kladidospora.

Insidensi penyakit JAP yang tinggi secara nyata dipicu oleh tindakan pemotongan sulur, karena pemotongan sulur menyebabkan perlukaan pada tanaman. Cekaman akibat perlukaan meningkatkan predisposisi terhadap infeksi patogen (Bostock *et al.* 2014). *Rigidoporus* memanfaatkan kondisi tercekam pada tanaman dalam proses patogenesisnya.

Penyakit tular tanah pada tanaman di Bangka yang paling dominan ialah penyakit kuning. Insidensi penyakit BPB dan JAP lebih rendah dibandingkan dengan penyakit kuning. Teknik budi daya yang paling berpengaruh terhadap insidensi penyakit tular tanah ialah umur tanaman, populasi tanaman, asal bibit, pola tanam, bahan organik, kondisi naungan, pemangkasan sulur dan sanitasi lahan. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman yang lebih komprehensif untuk penyakit tular tanah pada tanaman lada sehingga dapat menjadi dasar untuk menyusun strategi pengendalian yang efektif dan efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada PT Cinquer Agro Nusantara (CAN) yang turut mendukung dan memfasilitasi proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bostock RM, Pye MF, Roubtsova TV. 2014. Predisposition in plant disease: exploiting the nexus in abiotic and biotic stress perception and response. *Annual Review Phytopathology*. 52(23):517–549. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-081211-172902>.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Ekspor Lada Putih dan Hitam menurut Negara Tujuan Utama 2012-2019. Tersedia pada: <https://www.bps.go.id/statictable/2019/02/25/2023/ekspor-lada-putih-menurut-negara-tujuan-utama-2012-2021.html> [diakses 06 Jun 2023].
- Daras U, Pranowo D. 2009. Kondisi kritis lada putih Bangka Belitung dan alternatif pemulihannya. *Jurnal Litbang Pertanian*. 28 (1):1–6.
- De Waard PWF. 1969. Foliar diagnosis, nutrition, and yield stability of black pepper (*Piper nigrum L.*) in Sarawak [thesis]. Wageningen (NL): Wageningen University.
- Drenth A, Guest DI. 2004. Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia. Canberra (AU): Australian Centre for International Agricultural Research.
- [Ditjenbun] Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. 2021. Statistik Unggulan Perkebunan Nasional 2020–2022. Jakarta (ID): Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian RI.
- [FAO] Food Agricultural Organization. 2022. Faostat. Tersedia pada: <https://www.fao.org/faostat/en/#data> [diakses 20 Jan 2024].
- Kaewchai S, Soyong K. 2010. Application of biofungicides against *Rigidoporus microporus* causing white root disease

- of rubber trees. *Journal of Agricultural Technology* 2010. 6(2):349–363.
- Karmawati E, Ardana IK, Siswanto, Soetopo D. 2020. Factors affecting pepper production and quality in several production center. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 418:1–10. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/418/1/012051>.
- Krusberg LR. 1963. Host response to nematode infection. *Annual Review Phytopathology*. 1:219–240. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.py.01.090163.001251>.
- Larkin RP. 2015. Soil health paradigms and implication for disease management. *Annual Review Phytopathology*. 53(10):199–221. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080614-120357>.
- Manohara D. 2007. Formation and pathogenicity variation of oospores of *Phytophthora capsici* infecting black pepper. *Microbiology Indonesia*. 1(2):61–64. DOI: <https://doi.org/10.5454/mi.1.2.3>.
- McCully AJ, Thomas MB. 1977. Soil-borne diseases and their role in plant propagation. *Journal Article of Agricultural Microbiology and Horticulture Departments*. Lincoln (NZ): Lincoln University. 339–350.
- Moens M, Perry RN. 2009. Migratory plant endoparasitic nematodes: a group rich in contrasts and divergence. *Annual Review Phytopathology*. 47:313–332.
- Munif A, Harni R. 2020. Management of endophytic bacteria and organic material for the biological control of yellowing disease on pepper. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 418: 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/418/1/012052>.
- Munif A, Sulistiawati I. 2014. Pengelolaan penyakit kuning lada tanaman lada oleh petani di wilayah Bangka. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 10(1):8-16. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.10.1.8>.
- Mustika I. 1990. Studies on the interactions of *Meloidogyne incognita*, *Radopholus similis*, and *Fusarium solani* on black pepper (*Piper nigrum* L.) [tesis]. Wageningen (NL): Wageningen University.
- Nandris DM, Nicole M, Geiger JP. 1987. Root rot disease of rubber trees. *Plant Disease*. 71:298-306. DOI: <https://doi.org/10.1094/PD-71-0298>.
- Nguyen SD, Trinh TH, Tran TD, Nguyen TV, Chuyen HV, Ngo VA, Nguyen AD. 2020. Combined application of rhizosphere bacteria with endophytic bacteria suppresses root disease and increase productivity of black pepper (*Piper nigrum* L.). *Agriculture*. 11(15):1–15. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11010015>.
- Ristaino JB, Gumpertz ML. 2000. New frontiers in the study of dispersal and spatial analysis of epidemics caused by species in the genus *Phytophthora*. *Annual Review Phytopathology*. 38:541–576. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.38.1.541>.
- Rostiana O, Ruhnayat A. 2020. Varietas Unggul Tanaman Lada di Indonesia. Bogor (ID): Pusat Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Kementerian Pertanian RI.
- Seremi H, Okhovvat SM, Ashrafi SJ. 2011. *Fusarium* disease as the main soil borne fungal pathogen on plants and their control management with soil solarization in Iran. *African Journal of Biotechnology*. 10(80):18391–18398. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB11.2935>.
- Suwandi. 2003. White root disease of black pepper caused by *Rigidoporus lignosus*. Di dalam: *Proceedings of the 16th Congress of the Indonesian Phytopathological Society*; 2003 Agt 6–8; Bandung (ID).
- Suwandi. 2006. Mode of dispersal and variation in population of white root fungus *Rigidoporus microporus* as revealed my mycelial incompatibility. Di dalam: *Proceeding International Workshop on White Root Disease of Hevea brasiliensis*; 2006 Nov 28-29; Salatiga (ID). hlm 68–75.
- Syakir M. 1990. Pengaruh naungan serta pemupukan P dan Mg terhadap pertumbuhan tanaman lada (*Piper nigrum* L.) [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

- Thrall PH, Bever JD, Mihail JD, Alexander HM. 1997. The population dynamics of annual plants and soil-borne fungal pathogens. *Jurnal Ecology*. 85:313–328. DOI: <https://doi.org/10.2307/2960504>.
- Thorne G. 1961. *Principles of Nematology*. New York (US): Mc Graw Hill Book Co. Inc.
- Thuy TT, Yen NT, Tuyet NT, Te LL, De Waele D. 2012. Plant-parasitic nematodes and yellowing of leaves associated with black pepper in Vietnam. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 45(10):1183–1200. DOI: <https://doi.org/10.1080/03235408.2012.659508>.
- Truong NV, Burgess LW, Liew ECY. 2008. Prevalence and aetiology of *Phytophthora* foot rot of black pepper in Vietnam. *Australasian Plant Pathology*. 37:431–442. DOI: <https://doi.org/10.1071/AP08034>.
- Wahid PA, Kamalam NV. 1982. Mineral nutrition of slow wilt affected pepper (*Piper nigrum* L.). *Journal of Plantation Crops*. 10(1):21–25.
- Wahyuno D. 2009. Pengendalian terpadu busuk pangkal batang lada. *Perspektif*. 8(1):17–29.