

Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan Vegetatif dan Keparahan Penyakit Bercak Daun *Curvularia oryzae* pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*)

Effect of Drought Stress on Vegetative Growth and Curvularia oryzae Leaf Spot Disease Severity on Oil Palm (Elaeis guineensis) Seedlings

Hari Priwiratama*, Eka Wijayanti, Suryo Wiyono¹, Efi Toding Tondok¹, Sri Hendrastuti Hidayat¹,
dan Sri Wening

Abstrak Cekaman kekeringan merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi pertumbuhan bibit kelapa sawit. Kekeringan dalam jangka panjang berpotensi meningkatkan kerentanan kelapa sawit terhadap penyakit tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kekeringan terhadap pertumbuhan vegetatif dan keparahan penyakit bercak daun *Curvularia*. Cekaman kekeringan disimulasikan dengan membatasi pemberian air terhadap bibit kelapa sawit berumur tiga bulan pada level kapasitas lapang (KL), 75% KL, 50% KL, dan 25% KL. Perlakuan penyiraman dengan standar pembibitan digunakan sebagai pembanding (K). Pada masing-masing perlakuan, inokulasi *Curvularia oryzae* dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi spora (1×10^5 konidia/mL) secara merata pada permukaan daun. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa bibit terinfeksi bercak daun yang mengalami cekaman kekeringan berat (25% KL) memiliki tinggi dan lebar bonggol yang lebih rendah dibandingkan perlakuan K dan KL. Tingkat keparahan penyakit bercak daun *Curvularia* pada tanaman yang mengalami cekaman air berat (25% KL) lebih rendah dibandingkan perlakuan standar pembibitan, KL dan 75% KL. Secara umum dapat disimpulkan bahwa cekaman kekeringan memberikan dampak yang bertolak belakang antara

variabel pertumbuhan tanaman dan keparahan penyakit bercak daun.

Kata kunci: *Curvularia*, kekeringan, keparahan penyakit

Abstract Drought stress is one of the factors that may influence the growth of oil palm seedlings. In long term, drought can potentially increase the susceptibility of oil palm to plant diseases. This study aims to analyze the effect of drought on vegetative growth and the severity of *Curvularia* leaf spot disease. Drought stress was simulated by limiting water application to three-month-old oil palm seedlings at field capacity (KL), 75% KL, 50% KL, and 25% KL levels. In each treatment, inoculation of *Curvularia oryzae* was conducted by spraying a spore suspension (1×10^5 conidia/mL) evenly on the leaf surface. The results showed that infected seedlings under severe drought stress (25% KL) had lower height and crown width compared to treatments KL. The severity of *Curvularia* leaf spot disease in plants experiencing severe water stress (25% KL) was lower than in the standard nursery treatment, KL, and 75% KL. In general, it can be concluded that drought stress has contrasting effects on plant growth variables and the severity of *Curvularia* leaf spot disease.

Keywords: *Curvularia*, disease severity, drought

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Hari Priwiratama* (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan 20158 Indonesia

Email: hari.priwira@iopri.org

¹Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor, Bogor

PENDAHULUAN

Kekeringan merupakan kondisi lingkungan yang ditandai dengan kurangnya curah hujan dalam jangka waktu yang panjang sehingga mengakibatkan kekurangan air. Cekaman kekeringan dapat memengaruhi kesehatan dan produktivitas tanaman melalui berbagai proses fisiologis, metabolik, dan biokimia (Ghanbary *et al.*, 2021). Tingkat keparahan dan durasi kekeringan dapat bervariasi sepanjang tahun yang turut memengaruhi respons dan mekanisme ketahanan tanaman. Meskipun sering dikaitkan dengan efek langsung terhadap tanaman, cekaman kekeringan yang berkepanjangan dapat menyebabkan tanaman menjadi lebih rentan terhadap penyakit (Singh *et al.*, 2023). Infeksi patogen pada saat terjadinya cekaman kekeringan dapat memperburuk kondisi tanaman dan meningkatkan risiko kematian (Choudhary & Senthil-Kumar, 2024).

Secara teoritis, terdapat tiga kemungkinan yang dapat terjadi dalam interaksi antara kekeringan dan penyakit tanaman yang disebabkan oleh cendawan (Desprez-Loustau *et al.*, 2006). Pertama, kekeringan dapat memengaruhi aktivitas patogen secara langsung. Cendawan patogen memerlukan air atau kelembapan yang tinggi untuk tahap infeksi, terutama pada saat perkecambahan spora dan proses penetrasi, sehingga kekeringan akan menekan tingkat kejadian penyakit (Aung *et al.*, 2018). Kedua, kekeringan memberikan dampak tidak langsung terhadap patogen melalui interaksi dengan organisme lain. Hal ini terutama berlaku pada cendawan yang membutuhkan vektor untuk penyebarannya, seperti *Ophiostoma* sp. yang menjadi penyebab penyakit pada beberapa jenis pohon di Eropa (McLeod *et al.*, 2005; Davydenko, 2021). Ketiga, kekeringan memengaruhi penyakit tanaman secara tidak langsung melalui perubahan fisiologi pada tanaman inang yang dapat berdampak positif maupun negatif terhadap laju perkembangan penyakit (Desprez-Loustau *et al.*, 2006).

Kelapa sawit merupakan tanaman yang sensitif terhadap kondisi kekeringan. Cekaman kekeringan diketahui menyebabkan gangguan pada pertumbuhan tanaman kelapa sawit, bahkan hingga mengakibatkan penurunan hasil (Riski, 2021). Di sisi lain, kondisi kekeringan berkepanjangan berpotensi meningkatkan kerentanan kelapa sawit terhadap

penyakit seperti busuk pangkal batang *Ganoderma* dan layu *Fusarium* (Paterson *et al.*, 2013; Paterson, 2019). Namun demikian, dampaknya terhadap patogen lain seperti *Curvularia* belum pernah dilaporkan.

Curvularia merupakan cendawan yang dapat hidup pada kondisi ekstrem, termasuk kekeringan (Khan *et al.*, 2023). Hasil penelitian de Oliveira *et al.* (2020) di padang rumput tropis menunjukkan bahwa spesies cendawan fitopatogen seperti *Curvularia* memiliki kelimpahan yang lebih tinggi pada kondisi kekeringan. Hal tersebut berpeluang meningkatkan insidensi dan keparahan penyakit yang disebabkan oleh *Curvularia*. Namun, hingga saat ini, belum ada penelitian yang memperlihatkan bagaimana tingkat keparahan penyakit bercak daun *Curvularia* pada tanaman kelapa sawit yang mengalami cekaman kekeringan. Oleh karena itu, tahap penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh cekaman kekeringan pada bibit kelapa sawit terhadap penyakit bercak daun *Curvularia*.

BAHAN DAN METODE

Cekaman Kekeringan

Percobaan dilakukan di rumah kaca Kelompok Peneliti Proteksi Tanaman, Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Unit Marihat menggunakan bibit kelapa sawit (DxP Simalungun) berumur tiga bulan. Kecambah ditanam pada *polybag* yang berisi media tanam berupa campuran tanah *top soil* dan pasir (2:1) sebanyak 2,5 kg. Kecambah dipelihara dengan penyiraman teratur hingga berumur tiga bulan. Setelah bibit berumur tiga bulan, media tanam disiram hingga jenuh dan dibiarkan hingga mencapai kapasitas lapang (KL). Selanjutnya, kadar air pada kondisi KL diukur dengan metode gravimetri (Hermawan, 2004). Perlakuan cekaman kekeringan pada bibit dilakukan mengikuti metode Palupi & Dedywiryanto (2008) dengan menghentikan penyiraman hingga kadar air pada media tanam turun dari 100% KL menjadi 75% KL, 50% KL, dan 25% KL. Kadar air dijaga konstan dengan mempertahankan berat *polybag* setiap tiga hari sekali selama percobaan berlangsung. Perlakuan dengan penyiraman standar pembibitan PPKS Unit Marihat digunakan sebagai pembanding (K).

Percobaan disusun dalam rancangan acak faktorial dengan dua faktor utama yang terdiri atas cekaman kekeringan dan inokulasi patogen. Perlakuan yang diujikan terdiri atas empat taraf kadar air tanah (KL, 75% KL, 50% KL, dan 25% KL) dan perlakuan pembibitan komersial sebagai pembanding. Setiap perlakuan terdiri atas lima ulangan, dengan masing-masing ulangan terdiri atas lima bibit kelapa sawit. Pertumbuhan vegetatif tanaman, meliputi tinggi tanaman, diameter bonggol, dan jumlah daun diamati dengan interval satu bulan selama tiga bulan pengamatan. Sementara itu, biomassa tanaman diamati satu kali pada tahap akhir percobaan (tiga bulan setelah inokulasi).

Inokulasi *Curvularia oryzae* pada Bibit Kelapa Sawit

Isolat *C. oryzae* SU6 (nomor aksesori Genbank PP888036.1) koleksi Laboratorium Mikologi, PPKS yang telah dipelihara pada bibit kelapa sawit diisolasi pada media PDA hingga diperoleh biakan murni. Isolat murni kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 14 hari hingga menghasilkan spora. Selanjutnya, biakan digenangi dengan 10 ml air steril dan diseka menggunakan spreader kaca secara aseptik untuk memanen spora. Kerapatan spora dihitung menggunakan hemositometer dan konsentrasinya kemudian disesuaikan hingga 1×10^5 spora/ml. Inokulasi *C. oryzae* SU6 dilakukan dengan menyemprotkan 2 ml suspensi spora pada seluruh permukaan daun. Bibit kemudian disungkup menggunakan plastik polietilena transparan selama 24 jam untuk menjaga kelembapan selama masa inkubasi.

Pengamatan Vegetatif Bibit Kelapa Sawit

Parameter vegetatif yang diamati terdiri atas tinggi tanaman, lebar bonggol, dan jumlah daun pada bibit kelapa sawit yang diujikan. Pengamatan dilakukan sebanyak tiga kali dengan interval satu bulan hingga tanaman berumur tiga bulan setelah inokulasi. Pada akhir pengamatan, tanaman sampel dipanen dan dibersihkan dari tanah yang menempel. Tanaman kemudian dikeringkan pada suhu 110°C selama 24 jam untuk memperoleh bobot kering konstan.

Pengamatan Keparahan Penyakit

Bibit kelapa sawit yang telah diinokulasi diamati setiap hari selama 10 hari pertama untuk mengetahui masa inkubasi penyakit. Selanjutnya, kejadian dan keparahan penyakit diamati setiap minggu selama tiga bulan untuk melihat perkembangan penyakit bercak daun pada cekaman kekeringan. Penilaian keparahan penyakit dilakukan mengikuti sistem skoring Susanto & Prasetyo (2013). Selanjutnya, nilai keparahan penyakit digunakan untuk menghitung luas area di bawah kurva penyakit (*area under disease progression curve* [AUDPC]) mengikuti Simko & Piepho (2012).

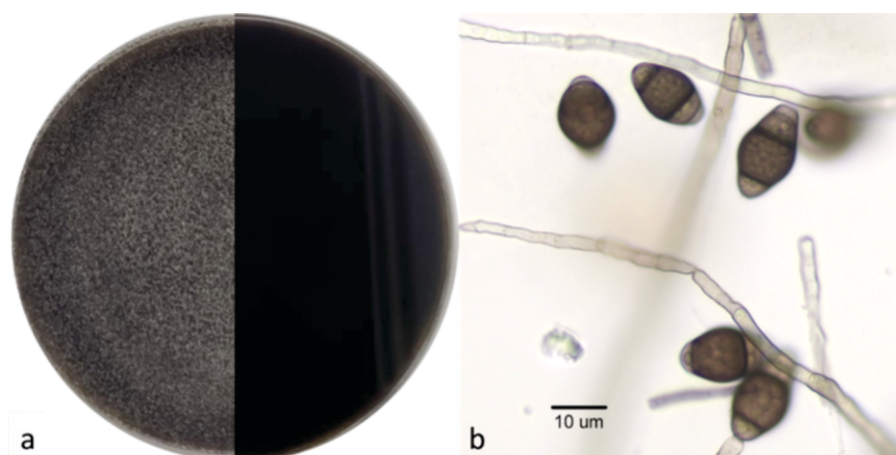
Analisis Data

Data pertumbuhan vegetatif, biomassa akar dan daun, keparahan penyakit dan AUDPC ditabulasikan menggunakan perangkat lunak Ms. Excel dan dianalisis sidik ragam (ANOVA) dengan bantuan program GenStat v12. Jika terdapat pengaruh nyata antar perlakuan, uji lanjut dilakukan dengan metode Tukey pada selang kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Morfologis Cendawan Patogen *Curvularia oryzae*

Isolat *C. oryzae* SU6 memiliki karakteristik koloni berwarna kehitaman dengan pertumbuhan melingkar (Gambar 1a). Miselium *C. oryzae* SU6 tumbuh cepat pada permukaan agar dengan penampakan hifa udara menyerupai beludru (*velvet*). Selain di permukaan agar, hifa *C. oryzae* SU6 juga tumbuh berkembang di dalam media agar dengan warna hitam yang lebih pekat. Konidia dihasilkan pada konidiofor tunggal atau bercabang yang tumbuh dari hifa udara. Konidia berbentuk *ovoid* hingga *obclavate* dengan 3-4 sel. Secara umum, sel pada bagian pangkal dan terminal berwarna transparan sedangkan sel pada bagian berwarna lebih gelap dan mengalami pembengkakan (Gambar 1b).



Gambar 1. Koloni *Curvularia oryzae* SU6 pada media *potato dextrose agar* (a) dan konidia yang dilihat pada perbesaran 400x (b).

Figure 1. *Curvularia oryzae* SU6 colony on *potato dextrose agar* medium (a) and visualization of conidia under 400x magnification (b).

Interaksi antara Faktor Inokulasi Patogen dan Cekaman Kekeringan terhadap Variabel Pengamatan

Hasil analisis ragam memperlihatkan adanya interaksi yang signifikan antara inokulasi patogen dan cekaman air terhadap parameter tinggi tanaman dan diameter bonggol bibit kelapa sawit (Tabel 1). Hal ini memperlihatkan bahwa tinggi tanaman dan diameter bonggol pada setiap perlakuan inokulasi patogen turut dipengaruhi oleh perbedaan perlakuan cekaman kekeringan. Sementara itu, parameter jumlah daun dan bobot kering bibit kelapa sawit tidak dipengaruhi oleh interaksi kedua faktor tersebut. Dengan demikian, kontribusi masing-masing faktor utama terhadap jumlah daun dan bobot kering tanaman dapat dijelaskan secara independen. Jumlah daun bibit kelapa sawit lebih dipengaruhi oleh cekaman kekeringan, sementara bobot kering tanaman dapat dipengaruhi secara independen oleh kedua faktor.

Pengaruh Inokulasi Patogen dan Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit

Secara umum, tanaman yang terinfeksi penyakit bercak daun dan mengalami cekaman kekeringan cenderung memperlihatkan pertumbuhan vegetatif yang tertekan (Tabel 2). Indikasi ini dapat terlihat

dari pertumbuhan tinggi tanaman dimana bibit terinfeksi yang tumbuh pada seluruh perlakuan cekaman kekeringan di bawah kapasitas lapang memiliki tinggi tanaman yang secara nyata lebih rendah dibandingkan bibit tanpa bercak daun. Kecenderungan ini memperlihatkan bahwa infeksi *C. oryzae* dapat memperparah dampak negatif terhadap tinggi tanaman pada bibit yang mengalami cekaman kekeringan. Namun, pada kondisi air tanah 25% dari KL tidak terdapat perbedaan tinggi antara tanaman terinfeksi bercak daun dengan tanaman yang bebas dari bercak daun.

Hasil pengukuran diameter bonggol juga menunjukkan pola yang mirip dengan tinggi tanaman. Secara umum, tanaman terinfeksi *C. oryzae* memiliki diameter bonggol yang semakin kecil seiring dengan peningkatan cekaman kekeringan (Tabel 2). Dampak penyakit bercak daun pada kondisi cekaman kekeringan mulai terlihat ketika kandungan air turun menjadi 50% KL. Pada kondisi tersebut, diameter bonggol bibit sawit terinfeksi secara nyata lebih rendah dibandingkan bibit sawit bebas bercak daun.

Berbeda dengan parameter tinggi tanaman dan diameter bonggol, jumlah daun bibit kelapa sawit tidak dipengaruhi oleh interaksi antara inokulasi patogen dan cekaman kekeringan. Hasil uji statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada

Tabel 1. Hasil analisis ragam interaksi antara inokulasi patogen dan cekaman kekeringan terhadap parameter vegetatif tanaman dan keparahan penyakit bercak daun *Curvularia*

Table 1. The analysis of variance of the interaction between pathogen inoculation and drought stress on vegetative growth and severity of *Curvularia* leaf spot disease.

Parameter	Sumber variasi		
	Inokulasi x Cekaman kekeringan	Inokulasi	Cekaman kekeringan
Tinggi tanaman	***	n.a	n.a
Diameter bonggol	***	n.a	n.a
Jumlah daun	n.s	n.s	***
Bobot kering akar	n.s	n.s	n.s
Bobot kering tajuk	n.s	***	***
Bobot kering total	n.s	***	n.s
Keparahan penyakit	***	n.a	n.a

*** Signifikan berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata $\alpha=0,05$; n.a: tidak dilakukan karena terdapat interaksi antara dua faktor yang diuji; n.s: tidak signifikan berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata $\alpha=0,05$.

*** Significant based on Tukey's test at $\alpha=0.05$ real level; n.a: not performed because there is an interaction between the two factors tested; n.s: not significant based on Tukey's test at $\alpha=0.05$ real level.

jumlah daun antara bibit yang terinfeksi *C. oryzae* dengan bibit yang bebas bercak daun. Perbedaan jumlah daun diperlihatkan pada faktor cekaman kekeringan. Semakin tinggi tingkat cekaman kekeringan maka jumlah daun yang diproduksi bibit kelapa sawit menjadi semakin sedikit (Tabel 3). Secara rata-rata, jumlah daun bibit pada kondisi cekaman kekeringan hingga 25% KL secara nyata lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Fenomena ini dapat tergambarkan dengan baik melalui penampakan visual bibit pada seluruh perlakuan cekaman kekeringan (Gambar 2). Pengaruh negatif kekeringan terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit telah ditunjukkan pada berbagai penelitian terdahulu (Palupi & Dedywiryanto, 2008; Syarovy *et al.*, 2015; Duangpan *et al.*, 2018; Febrianto *et al.*, 2019; Ikhajiagbe, 2021; Riski, 2021; Pangaribuan *et al.*, 2024).

Pengaruh inokulasi patogen dan cekaman kekeringan terhadap bobot kering tanaman juga dapat dijelaskan secara independen. Inokulasi patogen dan cekaman kekeringan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bobot kering akar, namun berpengaruh terhadap bobot kering daun. Secara umum, bobot kering daun semakin ringan seiring dengan semakin tingginya tingkat cekaman kekeringan yang terjadi pada bibit kelapa sawit (Tabel 4). Pengaruh cekaman kekeringan terhadap bobot daun ini terlihat ketika kadar air turun hingga mencapai 25% KL. Pada tahap ini, bobot kering daun secara nyata lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya, kecuali dengan perlakuan 50% KL. Meskipun menunjukkan pengaruh signifikan pada bobot kering daun, dalam penelitian ini cekaman kekeringan tidak menunjukkan dampak signifikan terhadap total bobot kering tanaman (Tabel 1).

Tabel 2. Pengaruh inokulasi patogen dan cekaman kekeringan terhadap tinggi dan diameter bibit kelapa sawit pada 90 hari setelah inokulasi

Table 2. Effect of pathogen inoculation and drought stress on height and diameter of oil palm seedlings at 90 days after inoculation

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)		Diameter bonggol (mm)	
Tanpa inokulasi				
K	33,78	a	5,81	a
KL	34,98	a	5,61	ab
75% KL	34,02	a	5,34	ab
50% KL	34,48	a	5,81	a
25% KL	23,82	c	3,18	d
Dengan inokulasi				
K	31,82	ab	5,30	ab
KL	31,66	ab	5,91	a
75% KL	27,68	bc	4,64	bc
50% KL	25,22	c	3,87	cd
25% KL	23,18	c	3,73	cd

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata $\alpha = 0,05$. K: kontrol; KL: kapasitas lapang.

Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different based on Tukey's test at the real level $\alpha = 0.05$. K: control; KL: field capacity.

Sementara itu, rata-rata bobot kering daun pada tanaman terinfeksi *C. oryzae* juga secara nyata lebih ringan dibanding tanaman yang bebas dari bercak daun. Jika dilihat secara global, total bobot kering tanaman pada bibit yang terinfeksi bercak daun secara signifikan lebih rendah dibandingkan tanaman yang bebas dari bercak daun (Tabel 1). Hal ini mengindikasikan bahwa infeksi *C. oryzae* mampu menghambat perkembangan bibit kelapa sawit. Penyakit seperti bercak daun, hawar, antraknosa dan karat daun menyebabkan luas permukaan daun untuk

fotosintesis menjadi berkurang sehingga dalam jangka panjang dapat berdampak pada biomassa tanaman (Yang & Li, 2022). Pada intensitas serangan berat, penyakit karat daun dan sejenisnya mampu menyebabkan penurunan laju fotosintesis hingga lebih dari 40% (Susanto *et al.*, 2020). Dalam prakteknya di lapangan, tanaman terinfeksi bercak daun seringkali mengalami stagnasi dalam pertumbuhan tanaman sehingga menyebabkan waktu pembibitan menjadi lebih panjang, khususnya pada bibit dengan gejala infeksi berat (Priwiratama *et al.*, 2017).

Tabel 3. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap jumlah daun bibit kelapa sawit pada 90 hari setelah inokulasi
Table 3. Effect of drought stress on the number of leaves of oil palm seedlings at 90 days after inoculation

Perlakuan	Jumlah daun*
K	4,7 a
KL	4,4 ab
75% KL	4,3 ab
50% KL	3,9 b
25% KL	3,2 c

*Nilai rata-rata jumlah daun untuk menunjukkan pengaruh faktor utama cekaman kekeringan. Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata $\alpha=0,05$. K: kontrol; KL: kapasitas lapang.

*Average value of the number of leaves to show the effect of the main factor of drought stress. Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different based on the Tukey test at the real level $\alpha=0.05$. K: control; KL: field capacity.

Tabel 4. Pengaruh inokulasi patogen terhadap bobot kering daun (gram) bibit kelapa sawit pada 90 hari setelah inokulasi

Table 4. Effect of pathogen inoculation on leaf dry weight (grams) of oil palm seedlings at 90 days after inoculation

Perlakuan	Tanpa inokulasi	Dengan inokulasi	Rata-rata *
K	1,21	0,84	1,03 a
KL	1,23	0,94	1,09 a
75% KL	1,22	0,69	0,96 a
50% KL	1,19	0,64	0,92 ab
25% KL	0,66	0,70	0,68 b
Rata-rata**	1,102 x	0,762 y	

*rata-rata bobot kering daun untuk menunjukkan pengaruh faktor utama cekaman kekeringan. Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata $\alpha=0,05$.

**rata-rata bobot kering daun untuk menunjukkan pengaruh faktor utama inokulasi patogen. Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata $\alpha=0,05$.

* Average of leaf dry weight to show the effect of the main factor of drought stress. Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different based on Tukey's test at the real level $\alpha=0.05$.

**Average leaf dry weight to show the effect of the main factor of pathogen inoculation. Numbers followed by the same letter in the row are not significantly different based on Tukey's test at the real level $\alpha=0.05$.



Gambar 2. Ilustrasi tajuk dan perakaran bibit kelapa sawit pada seluruh perlakuan inokulasi *Curvularia* dan cekaman kekeringan pada 90 hari setelah inokulasi. K: perlakuan penyiraman standar pembibitan komersial; KL: kapasitas lapang.

Figure 2. Illustration of the crown and roots of oil palm seedlings in all *Curvularia* inoculation and drought stress treatments at 90 days after inoculation. K: standard commercial nursery watering treatment; KL: field capacity.

Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Tingkat Keparahan Penyakit Bercak Daun *Curvularia* pada Bibit Kelapa Sawit

Tabel 5. Insidensi dan tingkat keparahan penyakit bercak daun *Curvularia oryzae* pada bibit kelapa sawit

Table 5. Incidence and severity of *Curvularia oryzae* leaf spot disease in oil palm seedlings

Perlakuan	Insidensi (hari ke-)	Keparahan penyakit (90hsi)	
		Intensitas kerusakan (%)	Kategori kerusakan
K	3	86,40	Sangat berat
KL	3	73,60	Berat
75%	3	72,80	Berat
50%	4	68,80	Berat
25%	7	32,80	Sedang

Perlakuan cekaman kekeringan secara umum memperpanjang masa inkubasi *C. oryzae* SU6. Pada perlakuan pemberian air dengan standar pembibitan (K) gejala penyakit bercak daun sudah terlihat pada 3 hari setelah inokulasi (hsi) dengan gejala awal berupa bercak berwarna cokelat pucat atau kekuningan (Tabel 5). Masa inkubasi pada perlakuan standar pembibitan tersebut sama dengan perlakuan kadar air pada kapasitas lapang (KL) dan 75% KL (Gambar 3). Sementara itu, masa inkubasi penyakit pada perlakuan 50% KL dan 25% KL lebih panjang, yaitu berturut-turut mencapai 4 dan 7 hari. Hasil ini memperlihatkan bahwa kondisi kekeringan pada tanaman cenderung memperlambat proses infeksi *C. oryzae* pada bibit kelapa sawit.

Masa inkubasi yang lebih panjang turut memberikan dampak terhadap keparahan penyakit bercak daun *Curvularia* pada bibit kelapa sawit yang terdampak kekeringan. Tingkat keparahan penyakit bercak daun *Curvularia* pada masing-masing perlakuan terus meningkat hingga 90 hsi. Pada perlakuan standar pembibitan (K), keparahan penyakit bercak daun secara perlahan-lahan meningkat hingga 7 hsi dan selanjutnya berkembang secara eksponensial hingga 30 hsi. Menariknya, tingkat keparahan penyakit semakin rendah seiring dengan peningkatan cekaman kekeringan yang diberikan pada bibit kelapa sawit. Di akhir pengamatan, rata-rata keparahan penyakit bercak daun pada bibit dengan perlakuan 25% KL mencapai 32,80% dan secara signifikan lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Tingkat keparahan penyakit pada perlakuan 50% KL juga memperlihatkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan standar pembibitan (K), namun tidak dengan bibit yang ditanam pada kapasitas lapang (KL) dan 75% KL. Hal yang sama juga ditunjukkan pada nilai AUDPC dimana perlakuan 25% KL memiliki AUDPC sebesar 2192,80 yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan perlakuan standar pembibitan (K), KL, dan 75% KL (Gambar 3).

Kondisi kekeringan telah diketahui dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap penyakit bercak daun yang disebabkan oleh cendawan. Sejalan dengan penelitian ini, Hoheneder *et al.* (2023) melaporkan bahwa cekaman kekeringan pada tanaman gandum menyebabkan penurunan penyakit bercak daun *Ramularia*. Hal ini didasari atas dugaan bahwa kekeringan berkepanjangan menyebabkan kondisi lingkungan mikro, terutama

periode basah pada daun, menjadi tidak sesuai untuk perkembangan cendawan filosfer (Hoheneder *et al.*, 2021). Pada kacang tanah, cekaman kekeringan tidak hanya memberikan efek negatif pada pertumbuhan vegetatif tanaman, namun juga menyebabkan tanaman menjadi lebih toleran terhadap penyakit bercak daun *Cercospora* (Bakhoun *et al.*, 2023). Saat terjadi cekaman kekeringan, beberapa genotipe kacang tanah diketahui menghasilkan senyawa metabolit yang dapat menekan perkembangan penyakit bercak daun dan penyakit sapu (Elsiddig *et al.*, 2019). Krokene *et al.* (2023) melaporkan efek ganda dari cekaman kekeringan. Pada tingkat ringan, cekaman kekeringan menyebabkan pohon pinus menjadi lebih tahan terhadap infeksi patogen karena terjadi modulasi ekspresi gen-gen yang berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman. Sebaliknya, pada tingkat berat, cekaman kekeringan justru meningkatkan kerentanan pinus terhadap patogen. Hasil yang sama ditunjukkan pada tanaman anggur, dimana cekaman kekeringan meningkatkan ketahanan terhadap *Plasmopara viticola* (Heyman *et al.*, 2021). Pada penelitian lainnya, pemulihan pasca kekeringan dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen seperti *Pseudomonas syringae* (Illouz-Eliaz *et al.*, 2023).

Selain berdampak positif terhadap penurunan keparahan penyakit tanaman, cekaman kekeringan juga diketahui dapat secara signifikan memengaruhi kerentanan tanaman terhadap penyakit tanaman dan transmisi patogen. Tanaman yang mengalami cekaman air umumnya menjadi lebih rentan terhadap berbagai patogen, termasuk cendawan dan bakteri (Liu & Ye, 2004). Peningkatan kerentanan ini mungkin disebabkan penurunan aktivitas biokimia dan sintesis protein yang dapat mengganggu mekanisme ketahanan tanaman terhadap penyakit (Boyer, 1995). Pada tanaman anggur, cekaman kekeringan memiliki korelasi yang erat terhadap peningkatan keparahan penyakit yang disebabkan oleh infeksi *Xylella fastidiosa* meskipun terjadi aktivasi gen-gen pertahanan (Choi *et al.*, 2013). Pada tanaman hutan, kekeringan menyebabkan peningkatan penyakit kanker batang dan mati pucuk yang disebabkan oleh beberapa jenis cendawan patogen (Desprez-Loustau *et al.*, 2006; Hossain *et al.*, 2018; Ryu *et al.*, 2018). Pada tanaman tahunan, peningkatan kerentanan tanaman umumnya terjadi sebagai dampak tidak langsung dari perubahan reaksi biokimia dan fisiologi

yang berdampak pada kesehatan atau vigor tanaman akibat cekaman kekeringan berkepanjangan (Singh *et al.*, 2023). Tanaman yang kekurangan air turut diketahui menjadi sumber yang lebih baik untuk transmisi virus oleh serangga vektor. Sebagai contoh, tingkat transmisi *Cauliflower mosaic virus* dan *Turnip mosaic virus* oleh kutu daun meningkat masing-masing sebesar 34% dan 100% dari tanaman yang mengalami cekaman kekeringan (van Munster *et al.*, 2017).

Temuan-temuan di atas menyoroti pentingnya studi mengenai interaksi antara cekaman kekeringan dan infeksi patogen untuk memahami dampaknya terhadap tingkat kerentanan tanaman pada patosistem tertentu. Pada bibit kelapa sawit, setidaknya terdapat dua mekanisme yang mungkin berkontribusi terhadap penurunan tingkat keparahan penyakit pada kondisi cekaman air. Pertama, kondisi kering menyebabkan perkecambahan spora *C. oryzae* menjadi terhambat dan turut menekan laju perkembangan penyakit. Kondisi kekeringan, yang erat kaitannya dengan kelembapan, diketahui menjadi faktor seleksi alami pada patogen-patogen filosfer sehingga dapat menyebabkan laju perkembangan penyakit yang disebabkan menjadi lebih lambat (Romero *et al.*, 2022). Kedua, dari tinjauan molekuler, kondisi kekeringan turut memodulasi ekspresi gen-gen pertahanan secara tidak langsung melalui komunikasi silang (*crosstalk*) dari ekspresi gen-gen yang merespons kekeringan. Fenomena *crosstalk* ini sebelumnya telah dilaporkan terjadi pada tanaman tomat yang diberi perlakuan inokulasi *Oidium lycopersici* dan cekaman air (Sunarti *et al.*, 2022). Hasilnya menunjukkan bahwa ekspresi gen-gen yang berkaitan dengan sistem pertahanan meningkat ketika terjadi induksi kekeringan.

Tanaman merespons cekaman ganda (kekeringan dan penyakit) dengan menyeimbangkan antara kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman dan bertahan dari cekaman tersebut (*trade-off*). Hasil-hasil studi mengindikasikan bahwa induksi gen-gen ketahanan terhadap kedua kondisi tersebut dimediasi oleh produksi fitohormon dan *reactive oxygen species* (ROS) (Ramegowda & Senthil-Kumar, 2015). Oleh karena itu, gen-gen yang terkait dengan produksi keduanya akan diatur naik dalam kondisi cekaman ganda. Sebaliknya, ekspresi gen-gen yang berkaitan dengan pertumbuhan tanaman akan ditekan sebagai kompensasi penggunaan energi (Gupta *et al.*, 2016). Transkriptom tanaman pada kondisi cekaman

kekeringan dan penyakit telah memperlihatkan adanya regulasi gen-gen spesifik yang terlibat dalam jalur pensinyalan, termasuk yang mengkode katalase, transferase, kinase, fosfatase, transporter dan faktor transkripsi (Ramegowda & Senthil-Kumar, 2015; Choudhary & Senthil-Kumar, 2021).

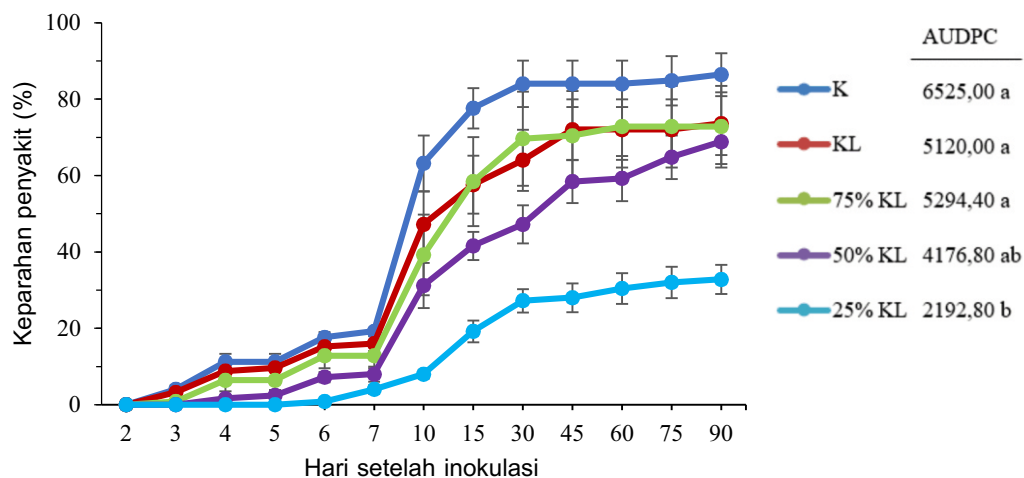
Hal yang perlu menjadi catatan adalah, pada kondisi terjadi cekaman ganda (biotik dan abiotik), peningkatan gen-gen yang berperan dalam modulasi sinyal untuk aktivasi sistem pertahanan tanaman tidak selalu berasosiasi dengan peningkatan ketahanan tanaman terhadap patogen (Yasuda *et al.*, 2008; Kissoudis *et al.*, 2016; Berens *et al.*, 2019). Oleh karena itu, penelitian pada tingkat molekuler masih diperlukan untuk mengetahui mekanisme utama yang menyebabkan rendahnya tingkat keparahan penyakit bercak daun *Curvularia* pada bibit kelapa sawit yang mengalami cekaman kekeringan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa cekaman kekeringan memberikan dampak yang bertolak belakang antara variabel pertumbuhan tanaman dan keparahan penyakit bercak daun. Semakin tinggi cekaman kekeringan yang dialami bibit kelapa sawit maka pertumbuhan tanaman akan semakin terhambat, namun tingkat keparahan penyakit bercak daun akan semakin tertekan. Perlakuan KL 25% memperlihatkan penurunan fisiologis bibit tertinggi namun mampu menekan insidensi dan keparahan penyakit hingga 32,80%. Penyakit bercak daun mampu menyebabkan penurunan biomassa bibit kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Aung, K., Y. Jiang dan S.Y. He. 2018. The role of water in plant-microbe interactions. *The Plant Journal*. 93 (4) : 771 - 780 .
<https://doi.org/10.1111/tpj.13795>.
- Bakhoum, G.S., M.S. Sadak dan M.S. Thabet. 2023. Induction of tolerance in groundnut plants against drought stress and *Cercospora* leaf spot disease with exogenous application of arginine and sodium nitroprusside under field conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 23(4): 6612-6631. 10.1007/s42729-023-01514-



Gambar 3. Perkembangan tingkat keparahan penyakit bercak daun *Curvularia* dan nilai AUDPC pada seluruh perlakuan cekaman kekeringan. K: kontrol; KL: kapasitas lapang.

Figure 3. Development of *Curvularia* leaf spot disease severity and AUDPC values across drought stress treatments. K: control; KL: field capacity.

- x.
- Berens, M.L., K.W. Wolinska, S. Spaepen, J. Ziegler, T. Nobori, A. Nair, V. Krüler, T.M. Winkelmüller, Y. Wang, A. Mine, D. Becker, R. Garrido-Oter, P. Schulze-Lefert dan K. Tsuda. 2019. Balancing trade-offs between biotic and abiotic stress responses through leaf age-dependent variation in stress hormone cross-talk. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 116(6): 2364-2373. doi:10.1073/pnas.1817233116.
- Boyer, J.S. 1995. Biochemical and biophysical aspects of water deficits and the predisposition to disease. *Annual Review of Phytopathology*. 33(Volume 33, 1995): 251-274. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.33.090195.001343>.
- Choi, H.-K., A.B. Iandolino, F.G. da Silva dan D.R. Cook. 2013. Water deficit modulates the response of *Vitis vinifera* to the Pierce's disease pathogen *Xylella fastidiosa*. *Molecular plant-microbe interactions*. 26(6): 643-657.
- Choudhary, A. dan M. Senthil-Kumar. 2021. Investigation of the novel transcriptional changes under combined drought and bacterial stress underpins the role of AtMYB96 in imparting tolerance. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*. 30(4): 999-1007. 10.1007/s13562-021-00724-7.
- Choudhary, A. dan M. Senthil-Kumar. 2024. Drought: A context-dependent damper and aggravator of plant diseases. *Plant, Cell & Environment*. 47(6): 2109-2126. <https://doi.org/10.1111/pce.14863>.
- Davydenko, K. 2021. New insights into the role of phytopathogenic fungi vectored by pine bark beetles in pine decline. *Forestry Academy of Sciences of Ukraine*. 9-16.
- de Oliveira, T.B., R.C. de Lucas, A.S.d.A. Scarcella, A.G. Contato, T.M. Pasin, C.A. Martinez dan M.d.L.T.d.M. Polizeli. 2020. Fungal communities differentially respond to warming and drought in tropical grassland soil. *Molecular Ecology*. 29(8): 1550-1559. <https://doi.org/10.1111/mec.15423>.
- Desprez-Loustau, M.-L., B. Marçais, L.-M. Nageleisen, D. Piou dan A. Vannini. 2006. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. *Ann. For. Sci.* 63(6): 597-612.
- Duangpan, S., P. Buapet, S. Sujitto dan T. Eksomtramage. 2018. Early assessment of drought tolerance in oil palm D × P progenies using growth and physiological characters in

- seedling stage. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*. 16(6): 544-554. 10.1017/S1479262118000151.
- Elsiddig, M., E. Nuwamanya, E. Afutu, W. Enoch, M. Natasha, S.E. Idris dan R.R. Patrick. 2019. Resistance mechanisms of late leaf spot and rosette diseases in drought tolerant groundnut genotypes. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*. 8(1): 12-27.
- Febrianto, E.B., S.M. Tarigan dan I. Azri. 2019. Evaluasi karakter agronomi kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) varietas DxP avros pada kondisi cekaman kekeringan di main nursery. *Bernas: Jurnal Penelitian Pertanian*. 15(1): 202-211
- Ghanbary, E., O. Fathizadeh, I. Pazhouhan, M. Zarafshar, M. Tabari, S. Jafarnia, G.A. Parad dan M.K.-F. Bader. 2021. Drought and pathogen effects on survival, leaf physiology, oxidative damage, and defense in two middle eastern oak species. *Forests*. 12(2): 247.
- Gupta, A., A.K. Sarkar dan M. Senthil-Kumar. 2016. Global Transcriptional Analysis Reveals Unique and Shared Responses in Arabidopsis thaliana Exposed to Combined Drought and Pathogen Stress. *Frontiers in Plant Science*. 7. 10.3389/fpls.2016.00686.
- Hermawan, B. 2004. Penetapan kadar air tanah melalui pengukuran sifat dielektrik pada berbagai tingkat kepadatan. *JlPI*. 6(2): 66-74.
- Heyman, L., A. Chrysargyris, K. Demeestere, N. Tzortzakakis dan M. Höfte. 2021. Responses to drought stress modulate the susceptibility to *Plasmopara viticola* in vitis vinifera self-rooted cuttings. *Plants*. 10(2): 273.
- Hoheneder, F., J. Groth, M. Herz dan R. Hüchelhoven. 2023. Artificially applied late-terminal drought stress in the field differentially affects Ramularia leaf spot disease in winter barley. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 130(6): 1357-1370. 10.1007/s41348-023-00790-0.
- Hoheneder, F., K. Hofer, J. Groth, M. Herz, M. Heß dan R. Hüchelhoven. 2021. *Ramularia* leaf spot disease of barley is highly host genotype-dependent and suppressed by continuous drought stress in the field. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 128(3): 749-767. 10.1007/s41348-020-00420-z.
- Hossain, M., E.J. Veneklaas, G.E.S.J. Hardy dan P. Poot. 2018. Tree host-pathogen interactions as influenced by drought timing: linking physiological performance, biochemical defence and disease severity. *Tree Physiology*. 39(1): 6-18. 10.1093/treephys/tpy113.
- Ikhajiagbe, B. 2021. Morpho-physiological assessment of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings exposed to simulated drought conditions. *Journal of Oil Palm Research*. 34(1): 26-34. 10.21894/jopr.2021.0018.
- Illouz-Eliaz, N., K. Lande, J. Yu, B. Jow, J. Swift, T. Lee, T. Nobori, R.G. Castanon, J.R. Nery dan J.R. Ecker. 2023. Drought recovery induced immunity confers pathogen resistance. *bioRxiv*: 2023.2002.2027.530256. 10.1101/2023.02.27.530256.
- Khan, N.A., S. Asaf, W. Ahmad, R. Jan, S. Bilal, I. Khan, A.L. Khan, K.-M. Kim dan A. Al-Harrasi. 2023. Diversity, lifestyle, genomics, and their functional role of *Cochliobolus*, *Bipolaris*, and *Curvularia* species in environmental remediation and plant growth promotion under biotic and abiotic stressors. *Journal of Fungi*. 9(2): 254.
- Kissoudis, C., S. Sunarti, C. van de Wiel, R.G.F. Visser, C.G. van der Linden dan Y. Bai. 2016. Responses to combined abiotic and biotic stress in tomato are governed by stress intensity and resistance mechanism. *Journal of Experimental Botany*. 67(17): 5119-5132. 10.1093/jxb/erw285.
- Krokene, P., I. Børja, E. Carneros, T.D. Eldhuset, N.E. Nagy, D. Volařík dan R. Gebauer. 2023. Effects of combined drought and pathogen stress on growth, resistance and gene expression in young Norway spruce trees. *Tree Physiology*. 43(9): 1603-1618. 10.1093/treephys/tpad062.
- Liu, J. dan J. Ye. 2004. Involvement of water stress in prevailing of plant infectious diseases. *Journal of Nanjing Forestry University*. 28: 67-71.
- McLeod, G., R. Gries, S.H. von Reuß, J.E. Rahe, R.

- McIntosh, W.A. König dan G. Gries. 2005. The pathogen causing Dutch elm disease makes host trees attract insect vectors. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 272(1580): 2499-2503. doi:10.1098/rspb.2005.3202.
- Palupi, E.R. dan Y. Dedywiryanto. 2008. Kajian karakter ketahanan terhadap cekaman kekeringan pada beberapa genotipe bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agronomi Indonesia*. 36(1). 10.24831/jai.v36i1.1341.
- Pangaribuan, I.F., N. Rahmawati, E.N. Akoeb, Y. Yenni, Sujadi dan Y. Pangaribuan. 2024. Reactions of drought-affected oil palm variety seedlings during the nursery phase: Bud and root responses. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1308(1): 012034. 10.1088/1755-1315/1308/1/012034.
- Paterson, R., M. Sariah dan N. Lima. 2013. How will climate change affect oil palm fungal diseases? *Crop Protection*. 46: 113-120.
- Paterson, R.R.M. 2019. *Ganoderma boninense* disease of oil palm to significantly reduce production after 2050 in Sumatra if projected climate change occurs. *Microorganisms*. 7(1): 24.
- Priwiratama, H., A.E. Prasetyo, A. Susanto dan Sujadi. 2017. Gejala, faktor pencetus dan penanganan bercak daun *Curvularia* dan antraknosa di pembibitan kelapa sawit. *Warta PPKS*. 23(1): 25-34.
- Ramegowda, V. dan M. Senthil-Kumar. 2015. The interactive effects of simultaneous biotic and abiotic stresses on plants: Mechanistic understanding from drought and pathogen combination. *Journal of Plant Physiology*. 176: 47-54. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.11.008>.
- Riski, W.F. 2021. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap fisiologi dan produksi kelapa sawit. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*. 26(3): 142-153.
- Romero, F., S. Cazzato, F. Walder, S. Vogelgsang, S.F. Bender dan M.G.A. van der Heijden. 2022. Humidity and high temperature are important for predicting fungal disease outbreaks worldwide. *New Phytologist*. 234(5): 1553-1556. <https://doi.org/10.1111/nph.17340>.
- Ryu, M., R.C. Mishra, J. Jeon, S.K. Lee dan H. Bae. 2018. Drought-induced susceptibility for *Cenangium ferruginosum* leads to progression of *Cenangium*-dieback disease in *Pinus koraiensis*. *Scientific Reports*. 8(1): 16368. 10.1038/s41598-018-34318-6.
- Simko, I. dan H.-P. Piepho. 2012. The area under the disease progress stairs: Calculation, advantage, and application. *Phytopathology*. 102(4): 381-389. 10.1094/phyto-07-11-0216.
- Singh, B.K., M. Delgado-Baquerizo, E. Egidi, E. Guirado, J.E. Leach, H. Liu dan P. Trivedi. 2023. Climate change impacts on plant pathogens, food security and paths forward. *Nature Reviews Microbiology*. 2023. 10.1038/s41579-023-00900-7.
- Sunarti, S., C. Kissoudis, Y. Van Der Hoek, H. Van Der Schoot, R.G.F. Visser, C.G. Van Der Linden, C. Van De Wiel dan Y. Bai. 2022. Drought stress interacts with powdery mildew infection in tomato. *Frontiers in Plant Science*. 13: 845379. 10.3389/fpls.2022.845379.
- Susanto, A. dan A.E. Prasetyo. 2013. Respons *Curvularia lunata* penyebab penyakit bercak daun kelapa sawit terhadap berbagai fungisida. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 9(6): 165-172. 10.14692/jfi.9.6.165.
- Susanto, A., A. E. Prasetyo, H. Priwiratama dan M. Syarovi. Laju fotosintesis pada tanaman kelapa sawit terinfeksi karat daun *Cephaleuros virescens*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 16(1): 21-29. 10.14692/jfi.16.1.21-29.
- Syarovy, M., E.N. Ginting dan H. Santoso. 2015. Respon morfologi dan fisiologi tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap cekaman air. *Warta PPKS*. 20(2): 77-85.
- van Munster, M., M. Yvon, D. Vile, B. Dader, A. Fereres dan S. Blanc. 2017. Water deficit enhances the transmission of plant viruses by insect vectors. *Plos One*. 12(5): e0174398.

- 10.1371/journal.pone.0174398.
- Yang, L. dan B. Li. 2022. Effects of timothy Cladosporium eyespot on photosynthesis and biomass. *Archives of Microbiology*. 204(568):1-12. 10.1007/s00203-02203151-x
- Yasuda, M., A. Ishikawa, Y. Jikumaru, M. Seki, T. Umezawa, T. Asami, A. Maruyama-Nakashita, T. Kudo, K. Shinozaki, S. Yoshida dan H. Nakashita. 2008. Antagonistic interaction between systemic acquired resistance and the abscisic acid-mediated abiotic stress response in Arabidopsis *The Plant Cell*. 20(6): 1678-1692. 10.1105/tpc.107.054296.