

Suppression of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* infection in rice seeds: investigating the optimal temperature and packaging conditions for enhanced pathogen control and seed quality

Penekanan infeksi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pada benih padi: investigasi suhu dan kondisi pengemasan optimal untuk peningkatan pengendalian patogen dan kualitas benih

Nikko, Evan Purnama Ramdan*, Risnawati, Herik Sugeru

Department of Agrotechnology, Faculty of Industrial Technology, Universitas Gunadarma, Depok, Indonesia

ARTICLE INFO

Article History

Received: Feb 12, 2023
Accepted: May 15, 2023
Available Online: Jun 05, 2023

Keywords:

Bacterial leaf blight,
growing on test,
liquid assay,
seed-borne pathogen,
vigor index

Cite this:

J. Ilm. Pertan., 2023, 20 (2) 109-117
DOI:
<https://doi.org/10.31849/jip.v20i2.13205>

ABSTRACT

The pathogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (*Xoo*) is responsible for rice bacterial leaf blight (BLB), a disease that can significantly reduce rice yield by 60-80%. *Xoo* can also be transmitted through seeds, making it a seed-borne pathogen. Therefore, it is crucial for farmers to consider environmental factors when storing seeds. This research aims to determine the optimal temperature and packaging for storing rice seeds to prevent *Xoo* infection. The study employed a split-plot design, where the main plot consisted of two temperature treatments: low ($4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) and room temperature ($28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$). The subplots focused on three packaging types: no packaging as a control, aluminum foil, and polyethylene plastic, resulting in a total of six treatment combinations. Seed pathology testing was conducted using the liquid assay method, while physiological testing utilized the growing on test method. The results revealed that plastic packaging at room temperature provided the most effective treatment for suppressing *Xoo*, exhibiting the lowest infectivity, number of colonies, and strength vigor index. Conversely, room temperature without packaging demonstrated the highest physiological quality in terms of seed germination and length. However, the temperature and packaging conditions are optimal for the growth of paddy seeds, i.e., at room temperature without packaging.

ABSTRAK

Patogen *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* (*Xoo*) bertanggung jawab atas penyakit hawar daun bakteri pada padi (BLB), suatu penyakit yang dapat secara signifikan mengurangi hasil panen padi sebesar 60-80%. *Xoo* juga dapat ditularkan melalui biji, menjadikannya patogen yang terbawa oleh benih. Oleh karena itu, penting bagi petani untuk mempertimbangkan faktor lingkungan saat menyimpan benih. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu dan kemasan optimal dalam menyimpan benih padi guna mencegah infeksi *Xoo*. Penelitian ini menggunakan desain plot terbagi, di mana plot utama terdiri dari dua perlakuan suhu: suhu rendah ($4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) dan suhu ruangan ($28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$). Subplot berfokus pada tiga tipe kemasan: tanpa kemasan sebagai kontrol, kertas aluminium, dan plastik polietilen, sehingga terdapat enam kombinasi perlakuan secara total. Pengujian patologi benih dilakukan menggunakan metode *liquid assay*, sedangkan uji fisiologi benih menggunakan metode *growing on test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemasan plastik pada suhu ruangan memberikan perlakuan paling efektif untuk menekan *Xoo*, dengan menunjukkan tingkat infeksi terendah, jumlah koloni, dan kekuatan indeks vigor. Sebaliknya, suhu ruangan tanpa kemasan menunjukkan kualitas fisiologis tertinggi dalam hal perkecambahan dan panjang benih. Namun, kondisi suhu dan kemasan yang optimal bagi pertumbuhan benih padi adalah pada suhu ruangan tanpa kemasan.

*Corresponding author

E-mail: evan_ramdan@staff.gunadarma.ac.id

PENDAHULUAN

Xanthomonas oryzae pv. *oryzae* (*Xoo*) merupakan penyebab penyakit hawar daun bakteri (HDB) pada padi (Laraswati et al., 2021; Ramdan et al., 2021a). HDB menjadi salah satu penyakit serius di Indonesia maupun di dunia dengan kehilangan hasil yang telah dilaporkan mencapai 60-80% (Mishra et al., 2013). Pengendalian HDB masih terkendala dengan kemampuan mutasi gen dan keragaman patotipe dari *Xoo* pada varietas tahan dan lingkungan yang berbeda (Sudir et al., 2015). Selain itu, *Xoo* juga dapat terbawa oleh benih sehingga padi dapat terinfeksi mulai dari pembibitan (Purnama et al., 2018). Benih yang terinfeksi patogen dapat menurunkan viabilitas benih sebesar 30% (Ramdan & Kulsum, 2017). Benih padi sebagai bahan tanam untuk produksi pangan perlu diperhatikan dan diseleksi mutunya. Benih bermutu yaitu benih yang memiliki vigor dan daya kecambah yang tinggi, serta dapat tumbuh pada keadaan suboptimum. Kriteria benih bermutu meliputi mutu genetis, fisiologis, dan fisik. Mutu fisiologis berkaitan dengan kesehatan benih, dimana benih bebas dari patogen penyebab penyakit tanaman (Setiawan et al., 2021).

Upaya untuk menghindari adanya infeksi patogen terbawa benih ke lapangan dapat dilakukan dengan mengeliminasi patogen secara fisik seperti elektroterapi, perlakuan panas kering, maupun secara kimia dengan pestisida sintesis maupun dari bahan alam seperti asap cair (Ramdan et al., 2021b; Purnama et al., 2018). Namun, perlakuan benih pada bahan kimia dengan konsentrasi tinggi maupun secara fisik yang terlalu lama dapat menurunkan daya kecambah benih (Ramdan et al., 2020a). Cara lain yang dapat digunakan untuk menekan patogen terbawa benih yaitu melalui manipulasi lingkungan penyimpanan. Kondisi ruang penyimpanan seperti suhu dan kelembapan rendah telah dilaporkan dapat menjaga benih dari infeksi cendawan patogen (Ramdan et al., 2022).

Setiap patogen memiliki suhu dan kelembapan optimal untuk hidupnya. Melalui manipulasi lingkungan penyimpanan diharapkan dapat menekan patogen terbawa oleh benih. Selain faktor lingkungan, faktor internal berupa kadar air benih juga perlu diperhatikan untuk keberhasilan persemaian. Pada penelitian faktor lingkungan sebelumnya masih ada penurunan daya kecambah sebesar 3.33% pada benih yang dibungkus kain kasa yang disimpan di suhu rendah (4 °C) (Ramdan et al., 2022). Penyimpanan dengan kain kasa belum mampu menjaga viabilitas benih sehingga perlu kemasan lain yang lebih kedap udara sehingga kadar air benih tetap terjaga. Salah satu kemasan yang telah diteliti mempengaruhi viabilitas benih sebesar 97.34% adalah plastik polietilena (Dewi & Sumarja, 2013). Namun, pengaruh kemasan penyimpanan benih belum diketahui pengaruhnya terhadap daya infeksi patogen terbawa benih. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran suhu dan kemasan sebagai faktor lingkungan terhadap daya infeksi *Xoo* dan viabilitas benih padi. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang tepat untuk penyimpanan benih padi yang dapat mengeliminasi *Xoo* dan viabilitas benih padi terjaga.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Benih padi Varietas Ciherang diambil dari petani di Kabupaten Indramayu yang disimpan menggunakan karung plastik selama 1 tahun. Benih kemudian disortasi dari kotoran dan rusak mengikuti prosedur penelitian terdahulu (Suparto et al., 2021). *Xoo* diisolasi dari daun tanaman padi bergejala penyakit hawar daun bakteri. Sedangkan bahan-bahan lainnya seperti aquades (Puma, Indonesia), media *Nutrient Agar* (NA) (Himedia, USA), media *Nutrient Borth* (NB) (Himedia, USA), alkohol 70% (JKCare, Indonesia), natrium hipoklorit (NaOCl) 1% (OneMed, Indonesia) diperoleh di produk komersial lokal.

Rancangan percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan petak terbagi (*Split-Plot*). Petakan utama berupa perlakuan suhu yang terdiri dari 2 taraf yaitu suhu rendah (A1) dengan suhu 4 °C ± 2 °C dan suhu ruang (A2) 28 °C ± 3 °C. Sementara itu anak petak berupa jenis kemasan yang terdiri dari 3 taraf yaitu tanpa kemasan sebagai kontrol (K0), aluminium *foil* (K1), dan plastik polietilena (K2). Total terdapat 6 kombinasi perlakuan yang diperoleh terdiri A1K0 (suhu rendah, tanpa kemasan), A1K1 (suhu rendah, kemasan aluminium *foil*), A1K2 (suhu rendah, kemasan plastik), A2K0 (suhu ruang, tanpa kemasan), A2K1 (suhu ruang, kemasan aluminium *foil*), A2K2 (suhu ruang, kemasan plastik).

kemasan), A2K1 (suhu rendah, kemasan aluminium), dan A2K2 (suhu ruang, kemasan plastik). Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga terdapat sebanyak 30 satuan percobaan.

Isolasi bakteri Xoo

Xoo diisolasi dari bagian daun padi yang menunjukkan gejala hawar daun bakteri mengikuti prosedur yang dikembangkan oleh Laraswati et al. (2022). Daun padi disterilisasi permukaan menggunakan alkohol 70% dan NaOCl 1% berturut-turut selama 1 menit serta dibilas akuades steril sebanyak 3 kali. Daun selanjutnya dikeringanginkan dan dipotong sepanjang 0.5 cm, kemudian ditanam pada media *nutrient agar*.

Uji postulat Koch Xoo

Isolat yang diperoleh ditumbuhkan pada media selektif *yeast dextrose calcium agar* (YDCA) untuk memastikan bahwa spesies *Xoo* yang diperoleh. Selain itu, pengujian postulat Koch dilakukan dengan cara menginokulasikan suspensi *Xoo* pada daun padi sehat. Gejala yang muncul harus sesuai dengan gejala HDB sebelumnya. Setelah itu direisolasi kembali dengan karakter bakteri yang diperoleh harus memiliki karakter yang sama dengan isolat sebelumnya (Dewi et al. 2015)

Inokulasi Xoo pada benih padi

Inokulum *Xoo* disiapkan dalam kultur cair dengan cara menumbuhkan koloni tunggal bakteri pada media NA mengikuti penelitian terdahulu (Laraswati et al., 2022), kemudian *dishaker* selama 24 jam. Suspensi *Xoo* kemudian diinokulasikan pada benih padi dengan cara merendam benih selama 30 menit pada suspensi. Benih selanjutnya dikeringanginkan selama 1 jam untuk diberi perlakuan selanjutnya.

Perlakuan benih padi

Benih padi yang telah diinokulasi *Xoo*, masing-masing dimasukkan ke dalam kemasan plastik, aluminium *foil*, dan baki sebagai kontrol tanpa kemasan sebanyak 100 butir yang merupakan modifikasi dari penelitian terdahulu (Suparto et al. 2021). Kemudian masing-masing benih disimpan pada suhu rendah rendah dalam kulkas pada suhu $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan suhu ruang $28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Setelah disimpan selama 7 hari kemudian dilakukan pengujian mutu patologis dan mutu fisiologis benih.

Pengujian kadar air benih

Sebanyak 100 butir benih padi yang telah diinokulasi *Xoo* ditimbang untuk memperoleh bobot basahnya sebagaimana yang dilakukan oleh Suparto et al. (2021). Kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam. Setelah itu benih padi ditimbang kembali untuk memperoleh bobot kering. Setelah itu kadar air dapat dihitung menggunakan rumus (Kartika dan Sari, 2015):

$$KA = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

M1 = berat cawan aluminium

M2 = berat cawan aluminium + isi dalam gram sebelum dikeringkan

M3 = berat cawan aluminium + isi dalam gram setelah dikeringkan

Pengujian patologis benih

Pengujian patologi benih (kesehatan benih) terdiri dari populasi *Xoo* dan insidensi penyakit HDB dari setiap perlakuan. Perhitungan populasi *Xoo* mengikuti metode *Liquid Assay* dari Fauziyah et al. (2022) dengan mengambil benih sebanyak 40 butir, kemudian digerus hingga halus. Selanjutnya, benih yang telah digerus ditambahkan Aquades sebanyak 2 mL dan didiamkan selama 2 jam pada suhu $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya suspensi benih dari setiap perlakuan diambil sebanyak 0.1 mL dengan mikropipet kemudian diratakan menggunakan *glassrod* pada media *Nutrient agar* untuk menghitung populasi *Xoo*.

Populasi bakteri X_{00} yang tumbuh dari pengujian patologis benih dihitung pada setiap cawan, jumlah koloni per mL kemudian dihitung dengan rumus (Ramdan et al., 2020b)

$$N = \frac{\Sigma c}{[(1 \times n1) + (0.1 \times n2)] \times (d)} \quad (2)$$

Keterangan

N = jumlah koloni, dinyatakan dalam CFU per ml

Σc = jumlah koloni pada semua cawan

n1 = jumlah cawan pada pengenceran pertama

n2 = jumlah cawan pada pengenceran kedua

d = pengenceran

Insidensi penyakit (IP) HDB dihitung pada persemaian padi menggunakan metode *growing on test* (Ramdan dan Kulsum, 2017). Sebanyak 25 benih dari setiap perlakuan disemai pada baki semai berisi media tanah steril selama 14 hari untuk mengamati insidensi penyakit. IP dihitung dengan cara menghitung jumlah bibit padi bergejala HDB dibagi dengan total bibit yang diamati menggunakan rumus:

$$IP = \frac{a}{b} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

IP = insidensi penyakit

a = jumlah bibit padi bergejala HDB

b = jumlah bibit padi yang diamati

Pengujian fisiologi benih

Pengujian fisiologi benih terdiri dari uji daya berkecambah dan vigor benih. Sebanyak 25 benih padi yang telah diberikan perlakuan ditanam pada media kertas buram yang telah dilapisi plastik. Daya berkecambah (DB) dihitung berdasarkan pengamatan kecambah normal pada umur 5 dan 14 HST dengan rumus daya berkecambah sebagai berikut (Tefa, 2017):

$$DB = \frac{\Sigma KN I + \Sigma KN II}{\Sigma \text{ Benih yang ditanam}} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

DB = daya berkecambah

KN I = kecambah normal pengamatan I

KN II = kecambah normal pengamatan II

Sementara indeks vigor (IV) dihitung berdasarkan persentase kecambah normal pada hari pertama pengujian DB. IV dihitung menggunakan rumus (Tefa, 2017):

$$IV (\%) = \frac{\Sigma KN I}{\Sigma \text{ benih yang ditanam}} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan :

IV = indeks vigor

KN I = kecambah normal pengamatan I

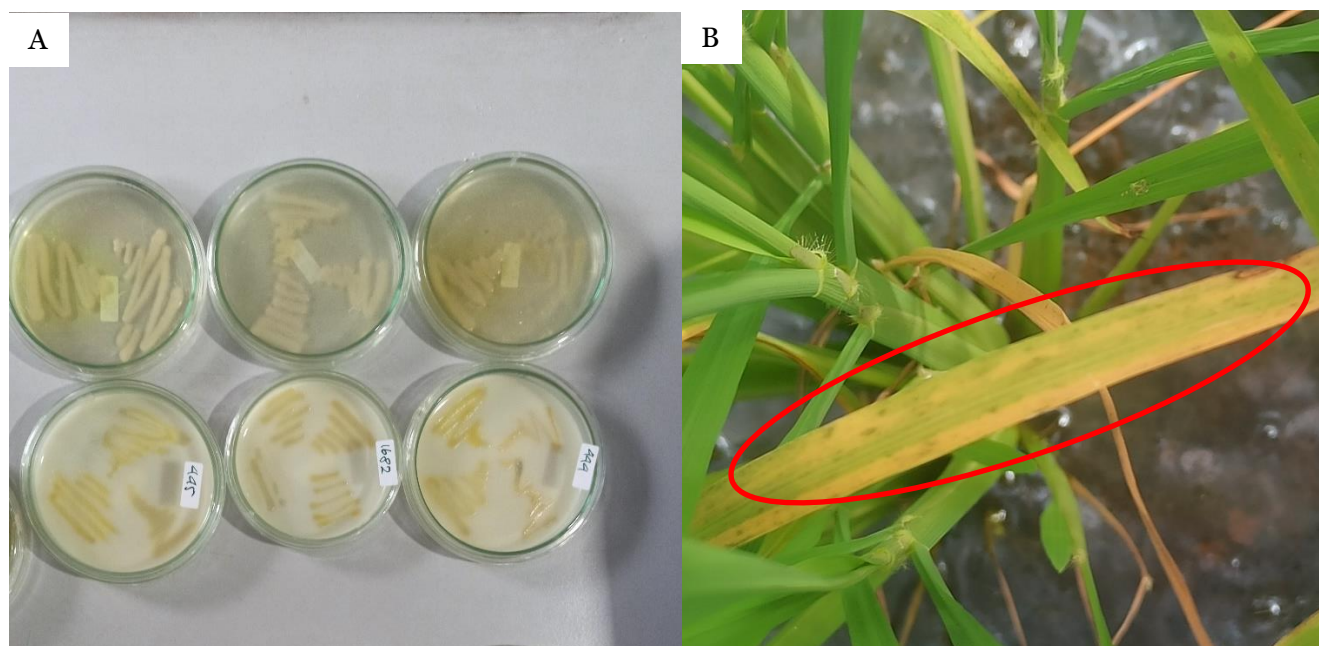
Analisis data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis sidik ragam menggunakan aplikasi SPSS (IBM, SPSS Inc, USA). Apabila terdapat beda nyata diantara perlakuan, pengujian dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolat *Xoo*

Hasil isolasi *Xoo* dari daun padi bergejala HDB menunjukkan pertumbuhan bakteri dengan karakter permukaan licin dan berwarna kuning pada media selektif YDCA seperti pada Gambar 1a. Sementara itu, hasil uji postulat Koch menunjukkan gejala HDB yang sama seperti dilapangan yaitu adanya bercak berwarna abu-abu pada tepi daun yang akan meluas ke arah pangkal daun baik di satu sisi atau di kedua sisi (Gambar 1b) seperti yang dideskripsikan oleh Laraswati et al. (2021).



Gambar 1. A) Isolat *Xoo* pada media selektif YDCA dan B) gejala hawar daun bakteri yang dilingkar merah

Tabel 1. Populasi bakteri *Xoo* pada kombinasi perlakuan benih padi

Petak utama	Petak anakan	Populasi bakteri <i>Xoo</i> (CFU/mL)					Rerata CFU/mL
		1	2	3	4	5	
A1	K0	2.8×10 ³	2.3×10 ³	2.6×10 ³	2.9×10 ³	1.6×10 ³	2.4×10 ³ b
	K1	4.8×10 ²	5.2×10 ²	8.7×10 ²	7.6×10 ²	8.8×10 ²	6.1×10 ³ b
	K2	8.2×10 ²	3.0×10 ²	4.0×10 ²	5.9×10 ²	5.0×10 ²	5.2×10 ³ a
A2	K0	3.2×10 ³	4.8×10 ³	3.7×10 ³	4.5×10 ³	4.5×10 ³	4.1×10 ³ b
	K1	5.8×10 ³	6.1×10 ³	5.3×10 ³	4.8×10 ³	3.9×10 ³	5.1×10 ³ b
	K2	1.0×10 ³	1.2×10 ³	1.1×10 ³	1.6×10 ³	1.7×10 ³	1.3×10 ³ a

A*K = (+)

A = (+)

K = (+)

Keterangan : Angka pada tiap kolom yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada α = 5%. (+) ada interaksi, (-) tidak berinteraksi, A1K0 = suhu rendah tanpa kemasan, A1K1 = suhu rendah dan kemasan aluminium, A1K2 = suhu rendah dan kemasan plastik, A2K0 = suhu ruang tanpa kemasan, A2K1 = suhu ruang dan kemasan aluminium; A2K2 = suhu ruang dan kemasan plastik, CFU = colony form unit.

Respon patologi benih padi

Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi antara suhu dan kemasan terhadap populasi bakteri berdasarkan analisis ragam (Tabel 1). Kombinasi perlakuan terbaik dalam menekan populasi bakteri *Xoo* ditunjukkan dengan adanya perbedaan nyata ($p < 0.05$) pada perlakuan suhu rendah + kemasan plastik (A1K2) dan suhu ruang + kemasan plastik (A2K2) dibandingkan kombinasi perlakuan lain. Hal tersebut juga dapat ditunjukkan secara berturut-turut oleh jumlah populasi *Xoo* sebanyak 5.2×10^2 CFU/mL dan 1.3×10^3 CFU/mL. Apabila dicermati per perlakuan tanpa adanya kombinasi, perlakuan suhu rendah ($4 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) lebih baik daripada perlakuan suhu ruang ($28 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$). Rata-rata koloni tunggal bakteri *Xoo* pada perlakuan suhu rendah lebih sedikit dibanding dengan perlakuan penyimpanan suhu ruang setelah di inkubasi selama 3 hari. Sesuai dengan laporan Herawati (2016) bahwa perkembangan *Xoo* lebih cepat berkembang pada suhu optimal berkisar $24.3 - 34 \text{ }^\circ\text{C}$. Referensi lainnya melaporkan suhu optimal untuk *Xoo* adalah $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (Hadianto et al., 2015). Hal ini menunjukkan bahwa suhu ruang selama penyimpanan benih padi mendukung perkembangan populasi *Xoo*.

Penekanan populasi *Xoo* pada benih padi oleh perlakuan A1K2 dan A2K2 sejalan dengan penekanan insidensi penyakit pada proses penyemaian padi. Kedua perlakuan ini menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$) dibandingkan perlakuan lain (Tabel 2) dengan kemampuan menurunkan insidensi penyakit HDB masing-masing sebesar 31% dan 6.02%. Berdasarkan hasil penelitian ini kemasan terbaik adalah plastik polietilena. Hal ini disebabkan tingkat kedap dari plastik lebih baik dari pada kertas aluminium foil. Tingkat kedap kemasan berpengaruh pada kelembapan penyimpanan benih keadaan lembab pada umumnya disukai patogen sehingga dapat berkembang dengan cepat (Susanti et al., 2018).

Tabel 2. Insidensi penyakit hawar daun bakteri pada persemaian padi

Petak utama	Petak anakan	Insidensi penyakit HDB (%)					Rerata (%)
		1	2	3	4	5	
A1	K0	84	88	88	88	92	88b
	K1	92	88	84	88	84	87b
	K2	60	64	72	48	60	60a
A2	K0	84	84	84	80	84	83b
	K1	72	76	68	88	92	79b
	K2	80	76	76	80	80	78a

A*K = (+)

A = (-)

K = (+)

Keterangan : Angka pada tiap kolom yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada $\alpha = 5\%$. (+) ada interaksi, (-) tidak berinteraksi, A1K0 = suhu rendah tanpa kemasan, A1K1 = suhu rendah dan kemasan aluminium, A1K2 = suhu rendah dan kemasan plastik, A2K0 = suhu ruang tanpa kemasan; A2K1 = suhu ruang dan kemasan aluminium; A2K2 = suhu ruang dan kemasan plastik.

Respon fisiologi benih padi

Berdasarkan hasil analisis ragam, pengaruh suhu, dan jenis kemasan mengalami interaksi terhadap daya berkecambah (DB) benih. Perlakuan suhu ruang dengan kemasan aluminium foil (A1K1) dan suhu rendah dengan kemasan aluminium foil (A2K1) menunjukkan pengaruh signifikan menurunkan DB dibandingkan perlakuan lainnya. Sementara perlakuan suhu ruang dan kemasan plastik polietilena (A1K2) dan suhu rendah dan kemasan plastik polietilena (A2K2) mampu mempertahankan daya kecambah sama dengan kontrol. Daya kecambah yang ditunjukkan berkisar antara 81% – 90%. Persentase tersebut telah sesuai dengan kriteria mutu benih yang harus memiliki daya kecambah > 80% (Kepmentan, 2016). Kedua perlakuan (A1K2 dan A2K2) ini juga konsisten mampu mempertahankan indeks vigor (IV) benih meskipun tidak signifikan secara statistik. Benih yang mempunyai vigor yang baik dapat menumbuhkan akar dan pucuk pada kondisi sub optimum serta tahan terhadap organisme pengganggu (Fatchullah, 2016). Hal ini juga dapat dibuktikan dengan insidensi penyakit HDB yang rendah pada perlakuan A1K2 dan A2K2 (Tabel 2). Kebalikannya, perlakuan A1K1 dan A2K1

berbeda nyata dengan nilai DB dan IV yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3). Hal ini diakibatkan oleh infeksi *Xoo* yang tinggi pada perlakuan A1K1 dan A2K1 yang ditunjukkan dengan tingginya populasi *Xoo* dan insidensi penyakit HDB (Tabel 1 dan 2).

Variabel pertumbuhan bibit padi menunjukkan bahwa pengaruh signifikan ditunjukkan oleh benih yang disimpan pada kemasan aluminium foil baik suhu ruang (A1K1) maupun suhu rendah (A2K1), kecuali pada variabel panjang akar. Hasil pengamatan yang dilakukan pada hari ke 5 dan 14 hari setelah semai memiliki rata-rata pertumbuhan yang hampir sama yaitu 4-6 cm. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sari dan Faisal (2017), pada pengujian vigor dan viabilitas menghasilkan rata-rata tinggi tanaman sebesar 3-6 cm, hal ini menunjukkan bahwa penyimpanan benih menggunakan suhu penyimpanan yang berbeda memiliki kemampuan yang sama untuk tumbuh normal.

Tabel 3. Respon perkecambahan benih padi pada perlakuan suhu dan kemasan.

Petak utama	Petak anakan	Daya berkecambah (%)	Panjang tajuk (Cm)	Panjang akar (Cm)	Indeks vigor (%)
A1	K0	88b	5.74b	7.25a	79.0b
	K1	77a	6.04b	7.75a	76.8ab
	K2	81b	5.66a	7.80a	80.8b
A2	K0	81b	6.56b	8.17a	80.8b
	K1	76a	5.84b	7.60a	72.0a
	K2	90b	4.63a	6.12a	84.8b
		A*K = (+)	A*K = (+)	A*K = (-)	A*K = (-)

Keterangan : Angka pada tiap kolom yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada $\alpha = 5\%$. (+) ada interaksi, (-) tidak berinteraksi, A1K0 = suhu rendah tanpa kemasan, A1K1 = suhu rendah dan kemasan aluminium, A1K2 = suhu rendah dan kemasan plastik, A2K0 = suhu ruang tanpa kemasan, A2K1 = suhu ruang dan kemasan aluminium; A2K2 = suhu ruang dan kemasan plastik.

Temuan lain pada penelitian ini menunjukkan bahwa modifikasi lingkungan penyimpanan dengan faktor suhu dan kemasan berbeda tidak berpengaruh terhadap kadar air benih (Tabel 4). Padahal, kadar air akan berpengaruh terhadap daya berkecambah dan indeks vigor (Sari dan Faisal, 2017). Kisaran kadar air benih pada penelitian ini yaitu 10.29% – 11.95%. Sementara itu, benih bermutu bersertifikat menunjukkan syarat kadar air harus sebesar 11% (Kepmentan, 2016). Namun meskipun demikian, modifikasi lingkungan dengan perlakuan A1K2 dan A2K2 menunjukkan populasi *Xoo* dan insidensi penyakit HDB yang rendah, serta daya berkecambah dan indeks vigor yang tinggi (Tabel 3).

Tabel 4. Kadar air benih padi pada perlakuan suhu dan kemasan

Petak utama	Petak anakan	Kadar air benih (%)					Rerata (%)
		1	2	3	4	5	
A1	K0	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79a
	K1	11.94	11.94	11.94	11.94	11.94	11.94a
	K2	11.94	11.94	11.94	11.94	11.94	11.95a
A2	K0	10.29	10.29	10.29	10.29	10.29	10.29a
	K1	10.44	10.44	10.44	10.44	10.44	10.44a
	K2	10.44	10.44	10.44	10.44	10.44	10.44a

Keterangan : Angka pada tiap kolom yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada $\alpha = 5\%$. (+) ada interaksi, (-) tidak berinteraksi, A1K0 = suhu rendah tanpa kemasan, A1K1 = suhu rendah dan kemasan aluminium, A1K2 = suhu rendah dan kemasan plastik, A2K0 = suhu ruang tanpa kemasan, A2K1 = suhu ruang dan kemasan aluminium; A2K2 = suhu ruang dan kemasan plastik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kombinasi perlakuan terbaik untuk menekan infeksi *Xoo* terbawa benih padi yaitu perlakuan suhu rendah + kemasan plastik ditunjukkan dengan rendahnya populasi *Xoo* (5.2×10^2 CFU/mL) pada uji patologis dan insidensi penyakit (60%) lebih rendah dibandingkan kombinasi perlakuan lain. Sementara itu kombinasi perlakuan penyimpanan suhu ruang tanpa kemasan dapat memacu pertumbuhan padi dengan meningkatkan daya berkecambah sebesar 90%, panjang tajuk 6.56 cm, dan indeks vigor 84.8%.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, I. N., & Sumarja, S. (2013). Viabilitas dan vigor benih padi (*Oryza sativa* L.) varietas ir 64 berdasarkan variasi tempat dan lama penyimpanan. *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNDIKSHA, ID*, 232-238. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/semnasmipa/article/view/2711>.
- Dewi, R. S., Kadir, T. S., & Nuryanto, B. (2015). Deteksi tular benih *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan hubungan tingkat keparahan penyakit dengan tingkat infeksi pada benih padi. *Balai Besar Penelitian Tanaman Padi*, 44, 449-158. <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/19795>.
- Fatchullah, D. (2016). Pengaruh jarak tanam dan kedalaman terhadap pertumbuhan dan hasil tanam kentang (*Solanum tuberosum* L) generasi 2 varietas granola. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian, ID*, 95-105. <https://doi.org/10.25181/proseminas.v0i0.465>.
- Fauziah, Q., Ramdan, E. P., & Yukti, A. M. (2022). Deteksi bakteri patogen terbawa benih kedelai dengan metode liquid assay. *Jurnal Agronida*, 8(1), 9-15. <https://ojs.unida.ac.id/JAG/article/view/4837>.
- Hadianto, W., Hakim, L., & Bakhtiar, B. (2015). Ketahanan beberapa genotipe padi terhadap penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*). *Jurnal HPT Tropika*, 5(2), 152-163. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.215152-163>
- Herawati A. (2016). Isolasi dan karakterisasi penyebab penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) pada tanaman padi di wilayah Sulawesi Utara. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan Online*, 4(3), 1-14. <http://dx.doi.org/10.30605/perbal.v4i3.591>.
- Kartika, K., & Sari, D.K. 2015. Pengaruh lama penyimpanan dan invigorasi terhadap viabilitas dan vigor benih padi local Bangka aksesori mayang. *Enviagro, Jurnal Pertanian dan Lingkungan*, 8(1), 10-18. <https://journal.ubb.ac.id/index.php/enviagro/article/view/314>.
- Kepmentan. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia. Nomor 1316/HK.150/C/12/2016 tentang perubahan atas Keputusan Menteri Pertanian Nomor 355/HK.130/C/05/2015 Tentang Pedoman Teknis Sertifikasi Benih Bina Tanaman Pangan. Kementerian Pertanian
- Laraswati, R., Ramdan, E. P., & Kulsum, U. (2021). Identifikasi penyebab bakteri hawar daun bakteri pada kombinasi system of rice intensification (SRI) dan jajar legowo. *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*, 5, 302-311. <https://doi.org/10.25047/agropross.2021.234>.
- Laraswati, R., Ramdan, E.P., Risnawati, R., Manurung, A.N.H. 2022. Potensi ekstrak daun sirih dan rimpang lengkuas sebagai pestisida nabati pengendali hawar daun bakteri pada padi. *Jurnal Pertanian Presisi*, 6(1), 1-14. <https://doi.org/10.35760/jpp.2022.v6i1.5895>.
- Mishra, D., Vishnupriya, M. R., Anil, M. G., Konda, K., Raj, Y., & Sonti, R.V. (2013). Pathotype and genetic diversity amongst Indian isolates of *Xanthomonas oryzae*. *Plos One*, 8(11), 1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone0081996>.
- Purnama, R, G, S., Mutaqin, K, H., Tondok, E, T. (2018). Efektifitas asap cair dan elektroterapi untuk mengeliminasi infeksi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pada benih padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 14(2), 54-62. <https://doi.org/10.14692/jfi.14.2.54>.
- Ramdan, E. P., & Kulsum, U. (2017). Inventarisasi cendawan terbawa benih padi, kedelai, dan cabai. *Jurnal Pertanian Presisi*, 1(1), 48-58. <https://ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/jpp/view/1795/1552>.
- Ramdan, E. P., Arti, I. M., & Risnawati, R. (2020a). Evaluasi viabilitas dan patogen terbawa benih jagung pada perlakuan fisik dan kimia. *Jurnal Berkala Benelitian Agronomi*, 8(2), 16-24. <http://dx.doi.org/10.33772/bp.V8i2.14900>.

- Ramdan, E. P., Perkasa, A.Y., Munif, A., Astuti, D., Hanif, A., Wati, C., Afriani, A, & Nurholis, N. (2020b). Abundance of soil microbial communities and plant growth in agroecosystems and forest ecosystems. *Eurasian Journal of Forest Science*, 8(2), 123-128. <http://dx.doi.org/10.31195/ejefifs.712478>
- Ramdan, E. P., Budiarti, L., Wulansari, N. K., Fajarfika, R., Handayani, R. M., Windriyati, R. D. H., Junairiah, J., Septariani, D. N., Rahmiyah, M., Defriyanti, W. T., Adiwena, M., Malik, A. F., Pradana, A. P., & Asril, M. (2021a). *Penyakit tanaman dan pengendaliannya*. Yayasan Kita Menulis.
- Ramdan, E. P., Perkasa, A. Y., Azmi, T. K. K., Aisyah, A., Kurniasih, R., Kanny, P. I., Risnawati, R., Asnur, P. (2021b). Effects of physica and chemical treatments on seed germination and soybean seed-borne fungi. *IOP Conf. Series: Earth and Environemntal Science*, 883, 1-6. <https://doi.org/10.1088/1755-1314/883/1/012022>.
- Ramdan, E. P., Kany, P. I., Pribadi, E. P., Budiman. (2022). Pengaruh suhu dan kelembaban selama penyimpanan benih kedelai terhadap daya kecambah dan infeksi patogen tular benih. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 389-394. <https://dx.doi.org/10.23960/jat.v10i3.5136>.
- Sari, W., & Faisal, M. F. (2017). Pengaruh media penyimpanan benih terhadap viabilitas dan vigor benih dari pandan wangi. *Agrosience*, 7(2), 300-310. <https://doi.org/10.35194/agsci.v7i2.155>.
- Setiawan, R. B., Indrawati, Fajarfika, R., Asrim, M., Jumawati, R., Purwaningsih., Joeniarti, E., Ramdan, E. P., & Asri, A. (2021). *Teknologi produksi benih*. Yayasan Kita Menulis.
- Sudir, S., Yuliani, D., & Wirajaswadi, L. (2015). Komposisi dan sebaran patotipe *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, penyakit pada padi di Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 34(2), 113-120. <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/1399>.
- Suparto, H., Saputra, R.A., Saragih, N. 2021. Pengaruh jenis wadah simpan kedap terhadap mutu benih padi. *Gontor Agrotech Science Journal*, 7(2), 109-135. <http://dx.doi.org/10.21111/agrotech.v7i2.6524>
- Susanti, V., Suhartiningsih, D. N., & Rachmi, M. (2018). Perkembangan penyakit dan pertumbuhan lima varietas padi (*Oryza sativa* L.) dengan sistem tanam blok. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 7(1), 8-19. <https://jatt.ejournal.unri.ac.id/index.php/JATT/article/view/7863/5716>.
- Tefa, A. 2017. Uji viabilitas dan vigor benih padi (*Oryza sativa* L.) selama penyimpanan pada tingkat kadar air yang berbeda. *Savana Cendana: Jurnal Pertanian Konservasi Lahan Kering*, 2(3), 48-50. <https://doi.org/10.32938/sc.v2i03.210>.