

**EFEKTIVITAS *DRY HEAT TREATMENT* PADA BENIH DALAM
MENEKAN GEJALA YANG DIDUGA DISEBABKAN OLEH *TOBACCO
MOSAIC VIRUS* (TMV) PADA BEBERAPA GALUR CABAI
(*CAPSICUM ANNUUM L.*) FASE VEGETATIF**

*(Effectiveness of Dry Heat Treatment on Seeds in Suppressing Symptoms Suspected of
Being Caused by Tobacco Mosaic Virus (TMV) in Several Chili (Capsicum annuum L.)
Lines in the Vegetative Phase)*

Febri Kristianto¹, Sari Megawati^{1*}, Suharno¹

¹Program Studi Teknologi Benih, Jurusan Pertanian, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta
Magelang, Jl. Kusumanegara No. 2, Yogyakarta 55167, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia. Tel.
+62-274-373479.

*Corresponding author, Email: megaazradewanto@gmail.com

ABSTRACT

Chili peppers (Capsicum annuum L.) are an important horticultural commodity susceptible to seed-borne virus infections, including Tobacco Mosaic Virus (TMV), which can reduce plant productivity. This study aimed to evaluate the effectiveness of Dry Heat Treatment (DHT) in suppressing the appearance of symptoms suspected to be related to TMV infection in several chili lines. The study used a factorial randomized block design (RBD) with two factors and four replications. The first factor consisted of seeds without DHT treatment and seeds with DHT treatment, while the second factor consisted of three chili lines. Observations were made on the percentage of plants showing symptoms of mosaic, chlorosis, leaf curl, and growth inhibition in the vegetative phase. Percentage data were transformed using arcsine transformation before being analyzed using analysis of variance (ANOVA) and continued with Duncan Multiple Range Test (DMRT) at the 5% level. The results showed that DHT treatment was able to reduce the percentage of symptomatic plants from 29.67% in untreated seeds to 10.33% in DHT-treated seeds. The combination of DHT-free treatment on the K3 strain resulted in the highest symptom percentage of 47.02%, while DHT treatment on all strains reduced the symptom percentage. The strain factor had no significant effect, while the interaction between DHT and the strain significantly affected the percentage of symptomatic plants. These results indicate that DHT has the potential to be applied as an environmentally friendly seed sanitation method to suppress seed-borne pathogens in chili plants. However, the identification of TMV in this study was based on field symptoms and has not been confirmed using serological or molecular methods.

Keywords: *seed sanitation, thermotherapy, Tobamovirus, seed-borne virus, vegetative stage*

ABSTRAK

Cabai (*Capsicum annuum L.*) merupakan komoditas hortikultura penting yang rentan terhadap infeksi virus tular benih, termasuk *Tobacco Mosaic Virus* (TMV), yang dapat menurunkan produktivitas tanaman. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas *Dry Heat Treatment* (DHT) dalam menekan munculnya gejala yang diduga berkaitan dengan infeksi TMV pada beberapa galur cabai. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor dan empat ulangan. Faktor pertama terdiri atas benih tanpa perlakuan DHT dan benih dengan perlakuan DHT, sedangkan faktor kedua terdiri atas tiga galur cabai. Pengamatan dilakukan terhadap persentase tanaman yang menunjukkan gejala mosaik, klorosis, keriting daun, dan hambatan pertumbuhan pada fase vegetatif. Data persentase

ditransformasi menggunakan transformasi arcsine sebelum dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan DHT mampu menurunkan persentase tanaman bergejala dari 29,67% pada benih tanpa perlakuan menjadi 10,33% pada benih yang diberi perlakuan DHT. Kombinasi perlakuan tanpa DHT pada galur K3 menghasilkan persentase gejala tertinggi sebesar 47,02%, sedangkan perlakuan DHT pada seluruh galur mampu menurunkan persentase gejala. Faktor galur tidak berpengaruh nyata, sedangkan interaksi antara DHT dan galur berpengaruh nyata terhadap persentase tanaman bergejala. Hasil ini menunjukkan bahwa DHT berpotensi diterapkan sebagai metode sanitasi benih yang ramah lingkungan untuk menekan patogen tular benih pada tanaman cabai. Namun demikian, identifikasi TMV dalam penelitian ini didasarkan pada gejala lapangan dan belum dikonfirmasi melalui metode serologi maupun molekuler.

Kata kunci: sanitasi benih, *thermotherapy*, Tobamovirus, virus tular benih, fase vegetatif

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman cabai memiliki peran strategis dalam memenuhi kebutuhan konsumsi rumah tangga, industri pangan, maupun sektor agribisnis. Tingginya permintaan cabai setiap tahun menjadikan komoditas ini memiliki prospek pengembangan yang sangat baik di sektor pertanian. Meskipun memiliki nilai ekonomi tinggi, produktivitas tanaman cabai di lapangan masih sering mengalami fluktuasi akibat berbagai faktor, salah satunya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), termasuk penyakit yang disebabkan oleh virus. Infeksi virus pada tanaman cabai dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan dan hasil produksi sehingga menjadi salah satu kendala penting dalam budidaya cabai (Fitriani & Febrianto, 2022).

Produksi cabai besar di Jawa Tengah sebanyak 502.838 kw pada tahun 2022, 486.099 kw pada tahun 2023, dan 407.699 kw pada tahun 2024 (*Badan Pusat Statistik Jawa Tengah*, 2024). Berdasarkan data tersebut produksi cabai besar di Jawa Tengah mengalami penurunan setiap tahunnya, hal ini

disebabkan oleh banyak faktor, salah satu faktor yang terjadi pada produksi cabai adalah infeksi virus salah satunya yaitu TMV (*Tobacco Mosaic Virus*). TMV merupakan patogen dari golongan *Tobamovirus* yang dikenal sangat stabil dan memiliki kisaran inang yang luas. Hal yang paling krusial adalah sifat virus ini yang tular benih (*seedborne*), di mana virus dapat bertahan di dalam kulit benih maupun embrio. Benih yang terinfeksi menjadi sumber inokulum awal yang efektif untuk menyebarkan penyakit secara luas di lahan pertanaman, yang dapat menyebabkan penurunan hasil panen secara signifikan atau bahkan gagal panen total. Infeksi virus pada tanaman dicirikan oleh gejala klorosis (menguning), mosaik, dan deformasi daun (seperti mikrofilia dan keriting). Gejala yang ditemukan pada tanaman cabai berupa mosaik, klorosis, keriting daun, dan pertumbuhan tanaman yang terhambat diduga berkaitan dengan infeksi virus, salah satunya *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) yang diketahui merupakan patogen penting pada tanaman cabai (Nyana, 2021).

TMV merupakan virus yang diketahui dapat ditularkan melalui benih (*seed transmission*). TMV diakui sebagai salah satu

DOI: <https://doi.org/10.32663/ja.v24i1.5577>

virion paling stabil (*highly stable*) yang diketahui dalam fitopatologi, memungkinkannya menunjukkan persistensi lingkungan yang ekstensif. TMV dilaporkan mampu mempertahankan viabilitasnya (*remain viable*) dalam jangka waktu yang signifikan sebagai kontaminan pada benih, dalam residu tanaman terinfeksi, dan di dalam matriks tanah. Selain itu, penularan mekanis virus sangat difasilitasi oleh kontaminasi material, di mana TMV yang terkandung dalam serpihan sisa tanaman dapat menempel pada pakaian pekerja pertanian dan tetap infeksi hingga dua tahun. Sumber kontaminasi sekunder yang penting adalah produk tembakau (seperti rokok), yang dapat membawa TMV, di mana *virion* tersebut dapat bertahan di permukaan kulit (tangan) selama beberapa jam setelah kontak, meningkatkan risiko inokulasi (Carr, 2024). Pada kondisi lapangan, tanaman cabai yang terinfeksi TMV ditemukan menunjukkan gejala mosaik, perubahan warna daun, keriting, dan pertumbuhan tanaman yang terhambat pada fase vegetatif.

Kontaminasi *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) pada benih dapat ditekan melalui perlakuan panas kering *Dry Heat Treatment* (DHT), yaitu metode disinfeksi benih yang dinilai lebih ramah lingkungan karena tidak meninggalkan residu dan mampu menjangkau patogen pada jaringan internal benih. Metode *thermotherapy* ini bekerja dengan memanfaatkan suhu tinggi untuk menginaktivasi *virion* TMV sehingga dapat mengurangi risiko penularan *seed-borne* pada tanaman (Salamon & Kaszta, 2000). Fauziyah et al. (2024) menjelaskan bahwa DHT efektif mengeliminasi patogen pada benih, meskipun penggunaan suhu dan durasi yang tidak tepat dapat menurunkan viabilitas serta *vigor* benih, sehingga diperlukan kombinasi

perlakuan yang optimal. Selain itu, Salamon & Kaszta (2000) juga menyatakan bahwa *Tobamovirus* memiliki tingkat infektivitas tinggi pada permukaan maupun jaringan internal benih, sehingga penggunaan metode pemanasan menjadi strategi penting dalam menekan keberadaan TMV pada berbagai galur cabai dan menjaga kesehatan benih. Metode ini menjadi alternatif pengendalian yang potensial karena mampu menekan patogen tular benih tanpa meninggalkan residu kimia pada benih.

Upaya pengendalian penyakit tular benih menjadi penting dilakukan untuk meningkatkan kesehatan benih dan menekan penyebaran penyakit di lapangan. Penggunaan metode sanitasi benih yang efektif dan ramah lingkungan diperlukan untuk mengurangi sumber inokulum awal tanpa menurunkan kualitas benih. Oleh karena itu, perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) menjadi salah satu alternatif pengendalian yang berpotensi diterapkan pada benih cabai. Dengan adanya permasalahan tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai efektivitas perlakuan *Dry Heat Treatment* terhadap penekanan TMV pada berbagai galur cabai. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) dalam menekan persentase serangan *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) pada beberapa galur cabai. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi penggunaan metode DHT sebagai teknik sanitasi benih yang efektif dan ramah lingkungan dalam mendukung produksi benih cabai sehat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2025–Maret 2026 di CV Multi Global Agrindo, Kecamatan Karangpandan, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. Alat dan bahan yang digunakan meliputi *dry oven*, cangkul, garu, *tray* semai, *sprayer*, gembor, gunting, pisau, buku, *laptop*, *handphone*, benih galur cabai, tanah subur, pupuk kompos, pupuk kandang, sekam bakar, *cocopeat*, pupuk NPK, pupuk urea, fungisida, insektisida, dan pestisida. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor dan empat ulangan. Faktor pertama adalah perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) yang terdiri atas dua taraf, yaitu tanpa perlakuan DHT (C0) dan dengan perlakuan DHT (C1). Faktor kedua adalah galur cabai yang terdiri atas tiga taraf, yaitu galur 1 (K1), galur 2 (K2), dan galur 3 (K3), sehingga diperoleh enam kombinasi perlakuan dengan total 24 plot percobaan dan jumlah populasi sebanyak 600 tanaman.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan persiapan lahan, perlakuan *Dry Heat Treatment* pada benih, penyemaian, pindah tanam, penanaman, serta pemeliharaan tanaman yang meliputi pemupukan, penyiraman, pengwiwilan, sanitasi, pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT). Penelitian dilakukan pada lahan terbuka yang memiliki riwayat endemik penyakit virus. Tidak dilakukan inokulasi buatan sehingga infeksi yang terjadi selama penelitian merupakan infeksi alami yang berasal dari benih maupun sumber inokulum yang terdapat di lingkungan pertanaman. Benih langsung diberi perlakuan DHT tanpa proses pengeringan awal. Penanaman dilakukan pada bedengan lahan terbuka yang disesuaikan dengan kondisi lahan penelitian dan kebutuhan plot percobaan. Teknik

pengambilan sampel menggunakan teknik sampel jenuh, yaitu seluruh populasi dijadikan sampel penelitian. Pengamatan dilakukan pada minggu pertama setelah tanam (MST), minggu kedua setelah tanam (2 MST), dan minggu ketiga setelah tanam (3 MST) pada fase vegetatif tanaman cabai. Identifikasi penyakit dilakukan berdasarkan pengamatan gejala visual berupa mosaik, klorosis, keriting daun, dan hambatan pertumbuhan tanaman yang mengarah pada dugaan infeksi *Tobacco mosaic virus* (TMV).

Penelitian ini tidak melakukan konfirmasi laboratorium menggunakan ELISA maupun RT-PCR sehingga hasil yang diperoleh merupakan dugaan infeksi TMV berdasarkan karakteristik gejala di lapangan. Perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) dilakukan menggunakan *dry oven* selama tujuh hari secara bertahap, yaitu suhu 40°C pada hari pertama dan kedua, 45°C pada hari ketiga, 50°C pada hari keempat, 60°C pada hari kelima, 72°C pada hari keenam, dan pendinginan alami pada hari ketujuh dengan oven dalam kondisi dimatikan hingga suhu menurun secara bertahap. Intensitas serangan dihitung menggunakan persentase kerusakan mutlak, Data persentase serangan ditransformasi menggunakan transformasi arcsine untuk memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas ragam sebelum dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA). Apabila hasil menunjukkan perbedaan nyata, maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Rumus transformasi arcsine sebagai berikut:

$$Y = \arcsine(\sqrt{(X/100)})$$

Keterangan:

Y = Nilai hasil transformasi arcsine

X = Data persentase serangan (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui interaksi antara perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) dan

galur cabai terhadap persentase gejala yang diduga berkaitan dengan infeksi TMV, dilakukan analisis interaksi dan uji lanjut DMRT taraf 5%. Hasil analisis interaksi disajikan pada Tabel 1.

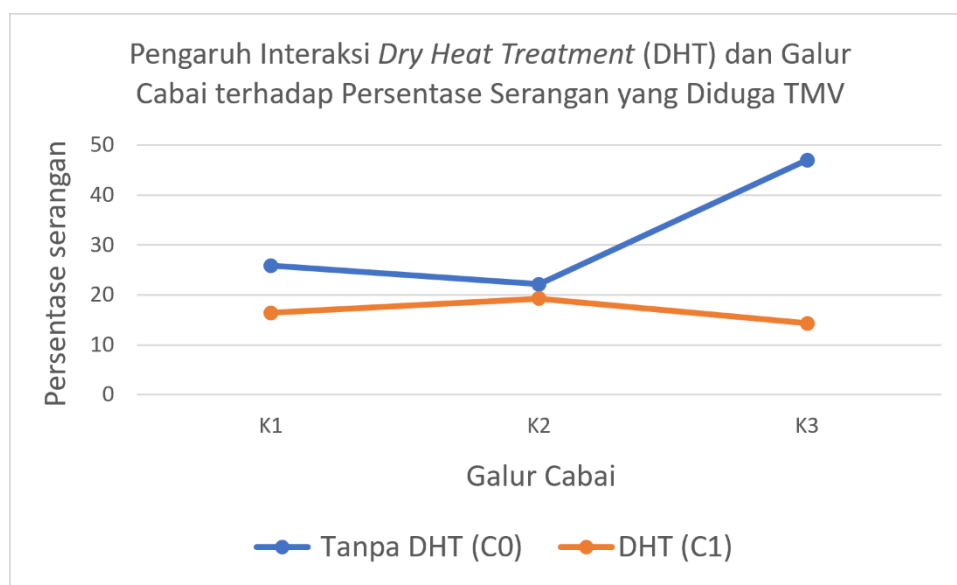
Tabel 1. Pengaruh interaksi *Dry Heat Treatment* (DHT) dan galur cabai terhadap persentase serangan yang diduga *Tobacco Mosaic Virus* (TMV)

Perlakuan DHT	K1	K2	K3	Interaksi
C0 (Tanpa DHT)	25.90 a	22.15 a	47.02 b	(+)
C1 (DHT)	16.42 a	19.31 a	14.33 a	(+)

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%. Tanda (+) menunjukkan terdapat interaksi antara perlakuan DHT dan galur.

Untuk memperjelas pola interaksi antara perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) dan galur cabai terhadap persentase serangan yang diduga *Tobacco Mosaic Virus* (TMV), data hasil pengamatan disajikan dalam

bentuk grafik interaksi pada Gambar 1. Grafik tersebut menunjukkan perubahan persentase serangan pada masing-masing galur cabai sebagai respons terhadap perlakuan DHT.



Gambar 1. Persentase serangan yang diduga *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) pada berbagai kombinasi perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) dan galur cabai.

Berdasarkan Gambar 1, perlakuan DHT cenderung menurunkan persentase serangan yang diduga TMV pada seluruh galur cabai. Penurunan terbesar terjadi pada galur K3, yaitu dari 47,02% pada perlakuan tanpa DHT menjadi 14,33% pada perlakuan

DHT. Pola garis yang tidak sejajar menunjukkan adanya interaksi antara perlakuan DHT dan galur cabai terhadap persentase serangan yang diduga TMV. Hasil ini sejalan dengan analisis sidik ragam yang menunjukkan bahwa interaksi DHT dan galur

memberikan pengaruh nyata terhadap persentase serangan yang diduga TMV.

Hasil analisis menunjukkan adanya interaksi nyata antara perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) dan galur cabai terhadap persentase gejala yang diduga berkaitan dengan infeksi TMV. Kombinasi tanpa DHT pada galur K3 menghasilkan persentase serangan tertinggi sebesar 47.02%, sedangkan perlakuan DHT pada seluruh galur mampu menurunkan persentase gejala yang diduga berkaitan dengan infeksi TMV. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas DHT dipengaruhi oleh jenis galur cabai dan perlakuan DHT berpotensi menjadi strategi penting dalam pengendalian penyakit tular benih pada cabai. Penurunan persentase gejala yang diduga berkaitan dengan infeksi TMV pada perlakuan DHT menunjukkan bahwa perlakuan panas kering berperan penting dalam menekan perkembangan patogen tular benih pada tanaman cabai. Efektivitas perlakuan tersebut diduga berkaitan dengan kemampuan suhu tinggi dalam menginaktivasi partikel virus pada permukaan maupun jaringan internal benih.

Penurunan persentase gejala yang diduga berkaitan dengan infeksi TMV pada perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) terjadi karena perlakuan panas mampu menginaktivasi partikel virus yang berada pada permukaan maupun jaringan internal benih, termasuk *endosperm* dan *embryo*, melalui kerusakan struktur protein kapsid dan materi genetik sehingga virus *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) diduga mengalami penurunan kemampuan infeksi. Selain itu, kadar air benih yang rendah meningkatkan sensitivitas virus terhadap cekaman panas tanpa menurunkan viabilitas benih.

Masih ditemukannya gejala yang diduga berkaitan dengan infeksi TMV setelah perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) diduga karena distribusi panas selama proses pemanasan belum sepenuhnya optimal untuk menginaktivasi seluruh partikel *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) pada jaringan internal benih. Copeland & McDonald (2001) menjelaskan bahwa keberhasilan perlakuan panas bergantung pada keseimbangan antara eliminasi patogen dan kemampuan benih mempertahankan *vigor* serta daya kecambah. Selain itu, Hull (2014) menyebutkan bahwa TMV memiliki stabilitas termal tinggi sehingga perlakuan panas umumnya lebih berperan menekan konsentrasi virus dibandingkan menghilangkannya secara total. Nakamura (1982) juga menegaskan bahwa kombinasi suhu dan durasi perlakuan yang tepat sangat menentukan keberhasilan inaktivasi patogen tanpa menurunkan viabilitas benih.

Perbedaan tingkat serangan pada kombinasi perlakuan menunjukkan bahwa respons masing-masing galur terhadap DHT cenderung berbeda, meskipun secara statistik faktor galur tidak memberikan pengaruh nyata terhadap persentase gejala yang diduga berkaitan dengan infeksi TMV. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan ketahanan genetik antar galur belum cukup kuat terlihat pada penelitian ini. Tian et al. (2024) menyatakan bahwa ketahanan tanaman terhadap virus dipengaruhi interaksi gen ketahanan tanaman (*R-gene*) dengan gen avirulensi virus. Selain itu, Airlangga & Amarillis (2023) menjelaskan bahwa galur dengan stabilitas fisiologis lebih baik memiliki kemampuan adaptasi dan ketahanan lebih tinggi terhadap cekaman biotik maupun lingkungan, sehingga efektivitas DHT juga dipengaruhi oleh kemampuan masing-masing

galur cabai dalam merespons infeksi TMV. Sharma (2019) menyatakan bahwa TMV dapat menyebar melalui getah tanaman sakit yang mengenai tanaman sehat, sedangkan Scholthof (2004) menjelaskan bahwa *Tobamovirus* memiliki tingkat transmisi mekanis yang sangat tinggi. Carr (2024) juga menyebutkan bahwa TMV mampu bertahan lama pada tangan pekerja, pakaian, alat pertanian, dan produk tembakau serta tetap bersifat infeksi. Oleh karena itu, meskipun benih telah diberi perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT), tanaman masih berpotensi terserang akibat adanya sumber inokulum lain di lingkungan budidaya. Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian TMV memerlukan pendekatan terpadu yang tidak hanya berfokus pada perlakuan benih, tetapi juga sanitasi dan pengelolaan lingkungan budidaya.

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT)

Tabel 2. Hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) terhadap kombinasi perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) dan galur cabai.

Kombinasi Perlakuan	Persentase Serangan %
Dht Galur 3 (C1K3)	14.33 a
Dht Galur 1 (C1K1)	16.42 a
Dht Galur 2 (C1K2)	19.31 a
Tanpa Dht Galur 2 (C0K2)	22.15 a
Tanpa Dht Galur 1 (C0K1)	25.90 a
Tanpa Dht Galur 3 (C0K3)	47.02 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Hasil uji DMRT taraf 5% menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan tanpa *Dry Heat Treatment* pada galur 3 (C0K3) menghasilkan persentase serangan yang diduga TMV tertinggi yaitu sebesar 47,02% dan berbeda nyata dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Sementara itu, kombinasi C1K3, C1K1, C1K2, C0K2, dan C0K1 tidak berbeda nyata satu sama lain

terbukti efektif dalam menekan persentase gejala yang diduga berkaitan dengan infeksi TMV pada berbagai galur cabai meskipun belum mampu mengeliminasi virus secara total. Efektivitas metode ini menunjukkan bahwa perlakuan panas kering berpotensi diterapkan sebagai teknik sanitasi benih yang ramah lingkungan dan praktis dalam produksi benih cabai sehat. Namun demikian, keberhasilan pengendalian TMV tetap perlu didukung oleh sanitasi lingkungan dan pengelolaan budidaya yang baik untuk mencegah terjadinya infeksi sekunder di lapangan.

Untuk mengetahui perbedaan respons pada masing-masing kombinasi perlakuan terhadap persentase gejala yang diduga berkaitan dengan infeksi TMV, dilakukan uji lanjut DMRT pada kombinasi perlakuan. Hasil uji lanjut disajikan pada Tabel 2.

karena memiliki notasi huruf yang sama. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan DHT mampu menekan persentase serangan yang diduga TMV pada berbagai galur cabai, terutama pada galur 3.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan DHT memiliki peran penting dalam menurunkan sumber inokulum virus yang

terbawa benih sehingga mampu mengurangi perkembangan penyakit pada fase vegetatif tanaman. Selain itu, rendahnya persentase serangan pada kombinasi perlakuan DHT menunjukkan bahwa metode pemanasan mampu meningkatkan kualitas kesehatan benih sebelum penanaman dilakukan. Penelitian ini belum mengevaluasi pengaruh perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) terhadap viabilitas dan daya berkecambah benih sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas terhadap kualitas fisiologis benih cabai.

Penurunan persentase tanaman bergejala pada perlakuan DHT menunjukkan bahwa perlakuan panas kering berpotensi mengurangi keberadaan patogen tular benih. Meskipun demikian, keberadaan tanaman bergejala pada perlakuan DHT yang masih berkisar antara 14,33–19,31% menunjukkan bahwa eliminasi patogen belum berlangsung secara sempurna. Kondisi ini diduga disebabkan oleh keberadaan partikel virus pada jaringan internal benih yang lebih terlindungi terhadap perlakuan panas. Selain itu, efektivitas DHT juga dipengaruhi oleh distribusi panas, kadar air benih, serta stabilitas termal virus. Hasil ini menunjukkan adanya *trade-off* antara peningkatan efektivitas eliminasi patogen dengan potensi penurunan kualitas fisiologis benih apabila suhu perlakuan ditingkatkan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Identifikasi TMV dilakukan berdasarkan gejala visual di lapangan tanpa konfirmasi laboratorium menggunakan ELISA atau RT-PCR sehingga keberadaan TMV tidak dapat dipastikan secara molekuler. Selain itu, penelitian dilaksanakan pada lahan terbuka yang berpotensi menyebabkan infeksi sekunder dari

lingkungan sehingga sulit membedakan secara pasti antara infeksi yang berasal dari benih dan infeksi yang berasal dari sumber inokulum lapangan. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan pada kondisi *screen house* atau *insect-proof house* serta dilengkapi dengan metode deteksi virus secara serologis maupun molekuler.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Dry Heat Treatment* (DHT) berpotensi diterapkan sebagai metode sanitasi benih yang ramah lingkungan untuk menekan serangan yang diduga disebabkan oleh TMV pada tanaman cabai. Penerapan metode ini dapat menjadi alternatif bagi produsen benih dalam meningkatkan kualitas kesehatan benih tanpa penggunaan bahan kimia, sehingga mendukung sistem produksi benih yang lebih berkelanjutan.

KESIMPULAN

Perlakuan *Dry Heat Treatment* (DHT) pada benih cabai mampu menurunkan persentase tanaman yang menunjukkan gejala yang diduga berkaitan dengan infeksi *Tobacco mosaic virus* (TMV) pada fase vegetatif. Perlakuan DHT berpotensi diterapkan sebagai metode sanitasi benih yang ramah lingkungan untuk mengurangi risiko penyebaran patogen tular benih pada tanaman cabai. Interaksi antara perlakuan DHT dan galur cabai menunjukkan pengaruh nyata terhadap persentase tanaman bergejala, sedangkan faktor galur secara tunggal tidak memberikan pengaruh nyata. Meskipun demikian, penelitian ini belum melakukan konfirmasi keberadaan TMV secara molekuler maupun serologis serta belum mengevaluasi pengaruh DHT terhadap viabilitas dan vigor benih. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan untuk mengkaji

DOI: <https://doi.org/10.32663/ja.v24i1.5577>

aspek tersebut sehingga efektivitas DHT dapat dievaluasi secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology (5th ed.)*. Elsevier Academic Press.
- Airlangga, R. P., & Amarillis, S. (2023). Pengaruh cekaman kering terhadap respon pertumbuhan cabai merah pada fase vegetatif. *Jurnal Produksi Tanaman*, 11(2), 297–306.
- Badan Pusat Statistik Jawa Tengah. (2024). *Badan Pusat Statistik Jawa Tengah*. <https://jateng.bps.go.id/id/publication/2024/02/28/980d120f5be18d6400c48b16/provinsi-jawa-tengah-dalam-angka-2024.html>
- Carr, J. P. (2024). Engineered resistance to tobamoviruses. *In Viruses* 16(7). *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. <https://doi.org/10.3390/v16071007>
- Copeland, L. O., & McDonald, M. B. (2001). *Principles of Seed Science and Technology (4th ed.)*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1619-4>
- Fauziyah, Q., Purnama Ramdan, E., & Yulianti, F. (2024). Perlakuan panas kering dan ekstrak rimpang lengkuas terhadap benih kedelai terinfeksi *Xanthomonas axonopodis*. *Fitopatologi Indonesia*, 20(1), 17–25. <https://doi.org/10.14692/jfi.20.1.17>
- Fitriani, M. A., & Febrianto, D. C. (2022). Penerapan sistem pakar untuk diagnosa penyakit dan hama tanaman cabai dengan metode forward chaining. *SAINTEKS*, 16(2).
- Hanssen, I. M., Lapidot, M., & Thomma, B. P. H. J. (2010). Emerging viral diseases of tomato crops. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 23(5), 539–548. <https://doi.org/10.1094/MPMI-23-5-0539>
- Hull, R. (2014). *Plant Virology (5th ed.)*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-64974-1>
- Nakamura, H. (1982). Effects of dry heat treatment for seed disinfection on germination in vegetables. *Vegetable and Ornamental Crops Research Station*, 1–4.
- Nyana, N. D. (2021). Pengendalian penyakit virus pada tanaman cabai dengan teknik ramah lingkungan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*.
- Paylan, İ. C., Erkan, S., Cetinkaya, N., Ergun, M., & Pazarlar, S. (2014). Effects of Different treatments on the inactivation of various seedborne viruses in some vegetables. *Ozone: Science and Engineering*, 36(5), 422–426. <https://doi.org/10.1080/01919512.2013.874275>
- Salamon, P., & Kaszta, M. (2000). Investigation on the transmission of some Tobamoviruses by pollen and seed in pepper (*Capsicum annuum* L.). *International Journal of Horticultural Science*, 6(3), 127–131. <https://doi.org/10.31421/IJHS/6/3/118>
- Sharma, P. (2019). Investigation on seed borne nature of pepper mild mottle virus and assessment of yield losses in capsicum. *Indian Phytopathology*, 72(3), 567–573.
- Scholthof, K.-B. G. (2004). Tobacco mosaic virus: a model system for plant biology. *Annual Review of Phytopathology*, 42, 13–34. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.42.040803.140322>
- Siadi, I. K., Raka, G. N., & Suastika, G. (2007). Produksi benih cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) bebas TMV (*Tobacco mosaic virus*) melalui dry heat treatment. *Agrotrop*, 2(1), 77–84.

DOI: <https://doi.org/10.32663/ja.v24i1.5577>

Tian, S., Diao, Q., Cao, Y., Yao, D., Zhang, W., Zhang, H., Du, X., & Zhang, Y. (2024). Overview of research on virus-resistant breeding of melon. *Frontiers*

in Plant Science, 15, 1–5.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1500246>