

PENINGKATAN KUALITAS BENIH KENTANG DI SUMATERA BARAT: INVESTIGASI TERMOTERAPI UNTUK ELIMINASI VIRUS PADA TUNAS KENTANG CINGKARIANG

IMPROVING POTATO SEED QUALITY IN WEST SUMATRA: AN INVESTIGATION OF THERMOTHERAPY FOR VIRUS ELIMINATION IN CINGKARIANG POTATO SHOOTS

¹Silvia Permata Sari¹, Irfan Suliansyah², Aries Kusumawati³, Oliviana Evricia⁴

^{1,2,3,4}*Program Studi Agroteknologi, Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas*

ABSTRACT

Cingkariang potato is a superior local variety from West Sumatra, yet its productivity is often hindered by poor seed quality due to viral infections. This study evaluated the effectiveness of thermotherapy in eliminating viruses from Cingkariang potato shoots. The research design used factorial RAL with two factors, namely thermotherapy temperature (30°C and 35°C) and duration (5, 10, 15, and 20 days). Results showed that temperature significantly affected the number and height of shoots, while duration influenced shoot emergence. In virus infection tests, 30°C successfully eliminated PVX but not PVY, whereas 35°C eliminated both viruses, as indicated by the absence of morphological symptoms in indicator plants. Duration had no significant effect on virus elimination efficacy. This study recommends 35°C as the optimal thermotherapy protocol to improve Cingkariang potato seed quality.

Key-words: Cingkariang potato, thermotherapy, thermotherapy temperature, thermotherapy time

INTISARI

Kentang Cingkariang merupakan varietas lokal unggulan dari Sumatera Barat, namun produktivitasnya sering terhambat oleh kualitas benih yang rendah akibat infeksi virus. Penerapan termoterapi sebagai cara untuk menghilangkan virus pada eksplan tanaman menawarkan solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan penyebaran kentang. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas termoterapi dalam mengeliminasi virus pada tunas kentang Cingkariang. Rancangan penelitian menggunakan RAL faktorial dengan dua faktor yaitu suhu termoterapi (30°C dan 35°C) dan durasi (5, 10, 15, dan 20 hari). Hasil menunjukkan bahwa suhu termoterapi memengaruhi jumlah dan tinggi tunas, sedangkan durasi berpengaruh terhadap kemunculan tunas. Pada uji infeksi virus, suhu 30°C efektif mengeliminasi PVX namun tidak PVY, sementara 35°C berhasil mengeliminasi kedua virus. Durasi termoterapi tidak berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan eliminasi virus. Studi ini merekomendasikan suhu 35°C sebagai protokol optimal untuk meningkatkan kualitas benih kentang Cingkariang.

Kata kunci: kentang Cingkariang, suhu termoterapi, termoterapi, waktu termoterapi budidaya

¹ Alamat penulis untuk korespondensi: Silvia Permata Sari. Email: silvia@agr.unand.ac.id

PENDAHULUAN

Provinsi Sumatra Barat dikenal memiliki varietas kentang unggul yang memiliki peran penting dalam industri pertanian, yaitu kentang Cingkariang. Kentang ini awalnya diperkenalkan dari Belanda dengan nama *Eigenheimer* dan sering disebut sebagai "kentang batang hitam" karena batangnya yang berwarna kehitaman, terutama pada bagian bawah. Kentang Cingkariang memiliki keunggulan pada kadar air yang rendah dan kandungan pati yang tinggi, menjadikannya bahan ideal untuk pembuatan keripik dan perkedel.

Namun, produktivitas kentang Cingkariang saat ini tergolong rendah, hanya mencapai sekitar 15 ton per hektar, yang jauh di bawah produktivitas varietas lain seperti Granola yang dapat menghasilkan 26 ton per hektar (Kementerian Pertanian, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Yulimasni & Hayani (2012) juga menunjukkan bahwa produktivitas kentang Cingkariang bahkan lebih rendah, hanya sekitar 8,58 ton per hektar, sementara varietas seperti Granola (19,16 ton/ha), Cipanas (12,21 ton/ha), Pink-06 (13,20 ton/ha), dan Merbabu (41,58 ton/ha) memiliki hasil yang lebih tinggi. Penurunan produktivitas ini banyak disebabkan oleh penggunaan umbi yang telah mengalami degenerasi dan terinfeksi oleh berbagai penyakit, terutama virus. Virus yang sering menginfeksi tanaman kentang antara lain *Potato leafroll virus* (PLRV) yang menyebabkan adalah gulma daun, *Potato virus Y* (PVY) yang menyebabkan mosaik, dan *Potato virus X* (PVX).

Salah satu solusi yang dapat meningkatkan produktivitas kentang Cingkariang adalah penggunaan termoterapi sebagai metode eliminasi virus pada eksplan tanaman. Termoterapi bekerja dengan cara melepaskan ikatan hidrogen dan disulfida pada protein kapsid virus, yang diikuti dengan

pelepasan ikatan kovalen pada asam nukleat, sehingga mengganggu replikasi virus (Panattoni et al., 2013). Penelitian oleh Ali et al. (2013) menunjukkan bahwa termoterapi pada tanaman kentang varietas Heera dengan suhu 27°C, 30°C, dan 35°C selama 6 minggu dapat menghasilkan persentase eksplan bebas virus tertinggi pada suhu 35°C (44,50%), diikuti oleh suhu 30°C (39,50%), sementara pada suhu 27°C hanya mencapai 15,80%. Penelitian serupa yang dilakukan oleh Kidulile et al. (2018) pada tanaman singkong juga menunjukkan bahwa suhu 35°C menghasilkan eksplan bebas virus yang paling tinggi (79,5%). Selain itu, beberapa penelitian terbaru telah mengembangkan metode tambahan untuk eliminasi virus pada tanaman kentang. Misalnya, Putri et al. (2020) mengoptimalkan metode kultur meristem yang dikombinasikan dengan termoterapi pada suhu 30°C untuk menghasilkan umbi bawang merah bebas virus, yang menunjukkan bahwa pendekatan serupa juga dapat diterapkan pada tanaman kentang. Penelitian lain oleh Lozoya-Saldaña & Merlin-Lara (2020) menunjukkan bahwa kombinasi termoterapi dan kultur jaringan efektif dalam mengeliminasi PVX pada beberapa kultur jaringan kentang di Meksiko yang resisten terhadap hawar daun. Pendekatan ini dapat meningkatkan produksi bibit kentang bebas virus.

Pendekatan lainnya, seperti yang dilaporkan oleh Romadanova et al. (2022), melibatkan kombinasi kemoterapi dengan ribavirin dan krioterapi untuk mengeliminasi *Potato Virus M* (PVM) dan *Potato virus S* (PVS) pada kultur in vitro kentang. Penelitian ini memberikan alternatif metode untuk menghasilkan tanaman kentang bebas virus. Penelitian oleh Lozoya-Saldaña et al. (2021) menunjukkan bahwa perlakuan dengan asam salisilat dapat meningkatkan toleransi panas dan efisiensi eliminasi PVX pada mikroplant kentang. Memberikan bukti bahwa asam salisilat dapat digunakan sebagai agen

pendukung dalam termoterapi. Melalui penelitian-penelitian tersebut, penggunaan termoterapi dan metode terakit menawarkan solusi yang menjanjikan dalam meningkatkan produktivitas kentang Cingkariang dengan mengeliminasi virus penyebab penyakit. Temuan dari hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu petani lokal di Provinsi Sumatera Barat untuk meningkatkan kualitas dan hasil panen kentang mereka, serta memperbaiki kualitas bibit kentang yang bebas dari infeksi virus.

METODE

Penelitian ini menggunakan tunas kentang varietas Cingkariang dari Batu Palano, yang terletak di Kecamatan Sungai Pua, Kabupaten Agam. Kemudian bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Datura stramonium*, *Nicotiana tabacum*, media MS instan, zat pengatur tumbuh berupa 3 mg/L BAP + 0,2 mg/L GA3; sukrosa 30 g/L; Bacto agar 8 g/L; HCL 0,1 N; dan KOH 0,1 N; Tween-20; Dithane M-45 (2 g/L); Agrimycin (2 g/L); deterjen; *Natrium hipoklorit* 5,25%; alkohol 70%; alkohol 96%; larutan Betadine; akuades steril; *buffer* fosfat 0,01 M; media tanam (tanah+kompos dengan perbandingan 1:1); *polybag*; kain kasa; sarung tangan; kapas steril; plastik; karet gelang; *tissue*; lakban; *plastic wrap*; aluminium foil; dan kertas HVS. Alat yang digunakan berupa *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), *autoclave*, *hot plate magnetic stirrer*, labu ukur, timbangan analitik, oven, inkubator, gunting, pinset, *erlenmeyer*, gelas piala, batang pengaduk, pipet tetes, spatula, labu semprot, botol kultur, bunsen, gelas ukur, cawan petri, pisau *scalpel*, pH meter, rak kultur, *hand sprayer*, keranjang, ember, mortar, *pestle*, jarum pentul, kamera, dan alat tulis lainnya.

Penelitian ini dilakukan melalui metode eksperimen yang menyajikan data deskriptif. Eksperimen dimulai dengan pembersihan virus di laboratorium kultur jaringan dan dilanjutkan

dengan infeksi virus di rumah kawat. Data yang diperoleh dari eksperimen ini dijelaskan secara deskriptif. Di laboratorium kultur jaringan, dua faktor (faktorial) digunakan untuk mengeliminasi virus. Faktor pertama adalah suhu termoterapi dua taraf, yang berarti suhu termoterapi 30 derajat Celcius dan 35°C. Faktor kedua adalah waktu termoterapi empat taraf, yang berarti waktu inkubasi lima, sepuluh, lima belas, dan dua puluh hari. Data yang diperoleh dari setiap tahap pelaksanaan penelitian dianalisis dengan uji F pada taraf 5%. Data yang menunjukkan pengaruh nyata yang berbeda diuji lebih lanjut dengan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eliminasi Virus pada Kentang Cingkariang Secara *In Vitro*

1. Waktu Muncul Tunas

Tunas pertama yang muncul adalah pemanjangan mata tunas pada eksplan tunas pucuk, yang ditandai dengan tonjolan kecil di permukaan eksplan yang mengarah ke atas. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara suhu dan waktu termoterapi yang memengaruhi waktu muncul tunas. Hanya faktor suhu termoterapi memengaruhi waktu muncul tunas secara tidak nyata dan faktor waktu termoterapi memengaruhi waktu muncul tunas secara nyata.

Tabel 1 menunjukkan data rata-rata waktu muncul tunas. waktu perlakuan termoterapi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap waktu munculnya tunas pada tanaman kentang. Munculnya tunas yang lambat dapat menjadi indikasi bahwa partikel virus masih terdapat dalam jaringan tanaman, yang memengaruhi proses pertumbuhan tunas. Hal ini sejalan dengan penelitian Marwoto et al. (2004), yang menyatakan bahwa keberadaan virus pada tanaman dapat memengaruhi orientasi fisiologi pertumbuhan planlet, dengan cara memicu pembentukan metabolit virus yang

diperlukan untuk sintesis bahan bakar, yang disediakan tanaman. Akibatnya, tanaman dapat mengalami kekurangan produk metabolit penting yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan vegetatif (Bhattacharyya et al., 1990).

Selain itu, Selain itu, lamanya perlakuan termoterapi merupakan faktor penting yang memengaruhi efektivitas eliminasi virus. Tan et al. (2010) menjelaskan bahwa durasi perlakuan memengaruhi seberapa efektif virus dapat dihilangkan dari jaringan tanaman. Perlakuan panas yang terlalu singkat dapat menyebabkan eliminasi virus yang tidak optimal, sementara perlakuan yang terlalu lama dapat berisiko merusak jaringan tanaman. Hadidi et al. (1998) mengemukakan bahwa selain memengaruhi virus dalam jaringan tanaman, perlakuan panas juga dapat memengaruhi metabolisme dan fisiologi tanaman secara keseluruhan. Penggunaan termoterapi dengan suhu yang terlalu tinggi dan

durasi yang panjang dapat menyebabkan kerusakan pada kloroplas dan sitoplasma sel tanaman, yang pada gilirannya dapat mengganggu proses fotosintesis tanaman. Proses fotosintesis yang terganggu dapat menurunkan efisiensi produksi energi yang diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan.

Beberapa penelitian mendukung temuan ini, yang menunjukkan bahwa suhu tinggi yang diterapkan selama termoterapi dapat mengubah struktur seluler tanaman, terutama pada komponen penting seperti kloroplas, yang memainkan peran krusial dalam fotosintesis (Yilmaz et al., 1996). Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan durasi dan suhu yang tepat dalam aplikasi termoterapi agar eliminasi virus dapat dilakukan dengan efektif tanpa menyebabkan kerusakan pada jaringan tanaman yang mengganggu fisiologi tanaman secara keseluruhan.

Tabel 1. Waktu Muncul Tunas Pada Suhu 30°C dan 35°C Dengan Beberapa Waktu Termoterapi

Suhu	Waktu Termoterapi (hari)				Rata-rata
	5	10	15	20	
	-----HST-----				
30°C	2,20	2,80	2,60	3,00	2,65
35°C	2,80	2,60	3,00	3,20	2,90
Rata-rata	2,50 b	2,70 ab	2,80 ab	3,10 a	
KK = 15, 07%					

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak berbeda tidak nyata menurut Uji DNMRT lanjutan pada taraf 5%

Tabel 2. Persentase Eksplan Membentuk Tunas Pada Suhu 30°C dan 35°C Dengan Beberapa Waktu Termoterapi

Suhu	Waktu Termoterapi (hari)			
	5	10	15	20
	-----%-----			
30°C	100	100	100	100
35°C	100	100	100	120

Keterangan: Data tidak dianalisis ragam karena semua eksplan membentuk tunas (%)

Tabel 3. Jumlah Tunas Per Eksplan Pada Suhu 30°C dan 35°C Dengan Beberapa Waktu Termoterapi

Suhu	Waktu Termoterapi (hari)				Rata-rata
	5	10	15	20	
-----tunas-----					
30°C	4,80	4,40	4,00	3,60	4,20 a
35°C	3,60	3,20	3,40	3,20	3,35 b
Rata-rata	4,20	3,80	3,70	3,40	
KK = 17. 01%					

KK = 17,01%

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut Uji lanjut DNMRT pada taraf 5%

Tabel 4. Tinggi Tunas Per Eksplan Pada Suhu 30°C dan 35°C Dengan Beberapa Waktu Termoterapi

Suhu	Waktu Termoterapi (hari)				Rata-rata
	5	10	15	20	
	-----cm-----				
30°C	3,32	3,80	3,07	3,33	3,38 a
35°C	1,63	2,53	2,81	2,53	2,38 b
Rata-rata	2,47	3,16	2,94	2,93	
KK = 24.00%					

KK = 24,00%

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut Uji lanjut DNMRT pada taraf 5%

2. Persentase Eksplan Membentuk Tunas

Tunas adalah proliferasi massa jaringan yang belum terdiferensiasi. Tunas yang muncul pada eksplan merupakan fase respon perkembangan eksplan akibat perlakuan saat melakukan kultur (Hendaryono & Wijayani, 2012). Pengamatan pada 6 MST menunjukkan bahwa semua eksplan yang ditanam memiliki kemampuan menghasilkan tunas sebanyak 100% pada semua perlakuan yang diberikan tersaji Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase eksplan yang membentuk tunas pada suhu 30°C dan 35°C tetap mencapai 100% meskipun ada perbedaan waktu termoterapi yang diberikan. Data ini menunjukkan bahwa suhu dan durasi perlakuan termoterapi dalam rentang yang diuji mungkin berada dalam batas yang dapat diterima oleh tanaman untuk tetap melanjutkan proses regenerasi tanpa terhambat oleh faktor stres akibat perlakuan panas. Namun, perlu diperhatikan bahwa meskipun persentase eksplan yang membentuk tunas

mencapai 100%, kondisi lainnya seperti kualitas eksplan dan media kultur yang digunakan tetap harus diperhatikan agar hasil kultur in vitro dapat optimal.

Kemudian berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan juga dapat diketahui bahwa perlakuan suhu termoterapi dan durasi termoterapi tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tunas kentang Cingkariang, mengingat persentase eksplan yang membentuk tunas mencapai 100% pada berbagai suhu dan durasi perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dan waktu termoterapi yang diterapkan dalam penelitian ini tidak memengaruhi proses regenerasi tunas pada tanaman kentang Cingkariang secara signifikan.

Beberapa faktor utama yang berperan penting dalam keberhasilan kultur in vitro adalah sumber eksplan, media dasar, zat pengatur tumbuh (ZPT), serta kondisi lingkungan fisik dan sistem regenerasi yang

diterapkan (Wattimena, 2011). Dalam hal ini, eksplan yang digunakan mungkin sudah cukup baik dalam hal kualitasnya, sehingga tidak terpengaruh secara signifikan oleh variasi suhu atau durasi perlakuan termoterapi. Keberhasilan pembentukan tunas yang optimal juga dapat dipengaruhi oleh kecocokan media kultur dan faktor fisiologis tanaman yang mendukung regenerasi yang cepat.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Liu et al. (2014), diketahui bahwa berbagai suhu dan waktu perlakuan termoterapi dapat berpengaruh pada hasil regenerasi tanaman *in vitro*, namun pengaruh tersebut sangat tergantung pada spesies tanaman dan kualitas eksplan yang digunakan. Sementara itu, penelitian lain oleh Zhao et al. (2015) menunjukkan bahwa meskipun suhu dan durasi perlakuan termoterapi dapat memengaruhi tingkat eliminasi virus, efek tersebut mungkin tidak selalu memengaruhi kemampuan tanaman untuk membentuk tunas jika tanaman memiliki kualitas eksplan yang baik dan kondisi kultur yang optimal.

3. Jumlah Tunas per Eksplan

Pada kultur jaringan, jumlah tunas merupakan faktor terpenting dalam multiplikasi tanaman, oleh karena itu jumlah tunas dapat dianggap sebagai keberhasilan dalam multiplikasi. Hasil analisis ragam menunjukkan tidak ada hubungan antara suhu termoterapi dan waktu termoterapi yang memengaruhi jumlah tunas per eksplan. Hanya faktor suhu termoterapi yang memengaruhi jumlah tunas per eksplan secara tidak nyata. Tabel 3 menunjukkan data tentang jumlah tunas rata jumlah tunas per eksplan.

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 3, suhu termoterapi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah tunas per eksplan pada tanaman kentang Cingkariang. Eksplan yang diberi perlakuan suhu 30°C menghasilkan jumlah tunas yang lebih banyak dibandingkan dengan eksplan yang

diperlakukan pada suhu 35°C, dengan rata-rata jumlah tunas sebesar 4,20 pada suhu 30°C, sementara pada suhu 35°C hanya mencapai 3,35. Hal ini menunjukkan bahwa suhu termoterapi yang lebih tinggi dapat menghambat proses regenerasi tunas pada tanaman kentang.

Suhu inkubasi yang tinggi dapat memengaruhi proses pembentukan tunas melalui stres termal yang dialami oleh tanaman. Penelitian oleh Robert et al. (1998) mengungkapkan bahwa perlakuan suhu tinggi (termasuk termoterapi) pada tanaman seperti umbi bawang putih dapat menyebabkan eksplan mengalami penurunan kemampuan regenerasi tunas, karena suhu yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada sel-sel tanaman. Suhu yang lebih tinggi cenderung meningkatkan produksi radikal bebas, yang dapat menyebabkan stres oksidatif, merusak komponen seluler seperti membran sel dan kloroplas, dan akhirnya menurunkan kemampuan fotosintesis tanaman (Sung et al., 2003).

Pada suhu 35°C, efek negatif dari suhu tinggi dapat memengaruhi metabolisme tanaman dan mengurangi pembentukan klorofil, yang sangat penting dalam proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan (Wang et al., 2015). Selain itu, suhu yang lebih tinggi meningkatkan laju transpirasi dan dapat menyebabkan dehidrasi pada eksplan, yang lebih lanjut dapat menghambat pembentukan tunas. Penurunan jumlah tunas yang dihasilkan pada suhu yang lebih tinggi ini menunjukkan bahwa suhu inkubasi yang tinggi dapat menyebabkan cekaman oksidatif yang signifikan, sehingga mengurangi kualitas regenerasi tunas pada tanaman kentang. Selain faktor suhu, jumlah tunas yang dihasilkan juga bergantung pada faktor lain seperti kualitas eksplan dan komposisi media kultur. Namun, dalam konteks penelitian ini, pengaruh suhu termoterapi terhadap jumlah tunas lebih terlihat

pada suhu yang lebih tinggi, dimana tanaman menunjukkan penurunan regenerasi tunas yang jelas. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu inkubasi yang terlalu tinggi perlu dihindari untuk mempertahankan tingkat regenerasi tunas yang optimal.

4. Persentase Eksplan Membentuk Tunas

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara suhu dan waktu termoterapi yang memengaruhi tinggi tunas; hanya faktor suhu termoterapi memengaruhi tinggi tunas secara nyata dan faktor waktu memengaruhi tinggi tunas secara tidak nyata. Tabel 4 menunjukkan data tentang rata-rata tinggi tunas. suhu termoterapi memiliki pengaruh signifikan terhadap tinggi tunas yang dihasilkan. Eksplan yang diberi perlakuan pada suhu 30°C menunjukkan tinggi tunas yang lebih baik dibandingkan dengan eksplan yang diberi perlakuan pada suhu 35°C, dengan rata-rata tinggi tunas sebesar 3,38 cm pada suhu 30°C, sementara pada suhu 35°C hanya 2,38 cm. Hal ini menunjukkan bahwa suhu rendah lebih mendukung pertumbuhan tunas, sedangkan suhu tinggi cenderung menghambatnya.

Suhu yang lebih rendah pada perlakuan termoterapi dapat memfasilitasi proses pembentukan tunas yang optimal karena dapat merangsang aktivitas metabolik tanaman tanpa menimbulkan stres termal yang berlebihan. Sebaliknya, suhu tinggi dapat menurunkan kemampuan eksplan untuk tumbuh secara optimal. Suhu tinggi pada termoterapi berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan partikel virus dalam jaringan tanaman, yang dapat menghambat proses pertumbuhan dan pembentukan tunas. Namun, penggunaan suhu tinggi yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada struktur seluler tanaman, termasuk kerusakan pada kloroplas, yang pada akhirnya mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan vegetatif tanaman.

Menurut Styer & Chin (1983), suhu tinggi dapat mengembalikan potensi

pertumbuhan planlet yang terganggu akibat infeksi virus. Setelah perlakuan panas, eksplan yang terinfeksi virus diharapkan dapat menghasilkan planlet yang bebas virus, yang akan meningkatkan kemampuan eksplan untuk menyerap nutrisi secara lebih efektif dari media kultur, dan mendukung proses metabolisme yang diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif yang optimal. Suhu tinggi dapat membantu dalam eliminasi virus, tetapi jika suhu terlalu tinggi, hal ini dapat merusak komponen seluler tanaman, yang mengarah pada penurunan pertumbuhan tunas. Sebagai contoh, dalam penelitian oleh Rao et al. (2002), suhu termoterapi pada tingkat tertentu dapat meningkatkan regenerasi planlet pada tanaman yang terinfeksi virus, namun pengaturan suhu yang lebih tinggi dari yang diperlukan dapat memengaruhi kualitas dan pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, pemilihan suhu yang tepat untuk perlakuan termoterapi sangat penting untuk memastikan keberhasilan regenerasi tanaman dan pertumbuhannya.

Infeksi Virus

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan konfirmasi dengan tanaman indikator pada suhu 30°C selama 5, 10, 15, dan 20 hari berhasil mengeliminasi virus PVX karena tidak terlihat adanya gejala morfologis pada tanaman indikator yang biasa disebabkan oleh virus tersebut seperti terlihat pada Gambar 1.a, akan tetapi lain halnya dengan upaya eliminasi virus PVY termoterapi pada suhu 30°C selama 5, 10, 15, dan 20 hari menunjukkan adanya gejala morfologis pada tanaman indikator.

Durasi perlakuan termoterapi memang memainkan peran penting dalam keberhasilan eliminasi virus pada tanaman. Menurut Tan et al. (2010), perlakuan panas yang lebih lama dapat lebih efektif dalam mengeliminasi virus, namun juga berisiko merusak kelangsungan hidup dan regenerasi planlet yang diberi perlakuan. Dalam penelitian ini, perlakuan suhu 30°C selama 5, 10, 15, dan 20 hari berhasil

mengeliminasi virus PVX pada tunas kentang Cingkariang, yang ditunjukkan dengan tidak adanya gejala morfologis pada tanaman indikator. Hal ini menunjukkan bahwa durasi termoterapi yang tepat dapat meningkatkan efektivitas eliminasi virus tanpa merusak integritas tanaman.

Penelitian oleh Ali et al. (2013) mendukung temuan ini, di mana penggunaan suhu 35°C selama termoterapi berhasil menghasilkan planlet kentang yang bebas dari virus dengan tingkat keberhasilan tertinggi. Keberhasilan penghilangan virus pada setiap varietas kentang dapat berbeda, tergantung pada suhu termoterapi yang digunakan, durasi perlakuan, serta jenis eksplan yang dimanfaatkan. Variabilitas ini menunjukkan pentingnya penyesuaian perlakuan untuk setiap varietas tanaman yang terinfeksi (Samar et al., 2018). Namun, dalam penelitian ini, suhu 30°C dengan durasi 5, 10, 15, dan 20 hari tidak efektif untuk mengeliminasi virus PVY, karena gejala infeksi masih muncul pada tanaman indikator N. tabacum, seperti *vein clearing* dan *vein banding* pada daun muda, yang sesuai dengan laporan Gray et al. (2010). Gejala-gejala ini menunjukkan bahwa virus PVY masih ada pada tanaman kentang Cingkariang meskipun telah diberi perlakuan termoterapi.

Waktu yang diperlukan untuk munculnya gejala pada tanaman indikator

sangat dipengaruhi oleh konsentrasi virus dalam cairan inokulasi. Jika konsentrasi virus rendah, gejala akan muncul lebih lama karena virus membutuhkan waktu untuk bereplikasi dalam sel tanaman. Sebaliknya, jika konsentrasi virus tinggi, kerusakan pada sel tanaman lebih cepat terjadi, sehingga gejala muncul lebih cepat (Tian et al., 2012).

Dalam percobaan ini, perlakuan pada suhu 35°C selama 5, 10, 15, dan 20 hari berhasil mengeliminasi kedua virus, PVX dan PVY, yang ditunjukkan dengan tidak adanya gejala morfologis pada tanaman indikator. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa suhu yang lebih tinggi dapat memberikan efek yang lebih baik dalam menghilangkan virus pada kentang, meskipun durasi yang tepat juga harus diperhatikan agar tidak merusak eksplan (Samar et al., 2018). Termoterapi adalah metode efektif untuk eliminasi virus pada tunas kentang, karena selama proses replikasi virus, enzim yang diperlukan untuk sintesis virus akan mengalami kerusakan. Genom virus dilindungi oleh protein mantel yang terdiri dari subunit protein, dan selama perlakuan termoterapi, hubungan antara subunit-subunit ini akan menjadi lemah, memungkinkan enzim pada genom virus untuk rusak, sehingga menghambat replikasi virus. Suhu tinggi juga dapat merusak partikel virus yang terdapat pada tanaman inang (Balwinder, 2016).



Gambar 1. Gejala yang ditunjukkan pada tanaman indikator: (a) tidak menunjukkan gejala morfologis terinfeksi virus PVY. (b) terinfeksi virus PVY, seperti vein clearing dan vein banding pada daun muda



Gambar 2. Tanaman indikator pada suhu 35°C yang menunjukkan tidak ada gejala morfologis akibat virus PVX dan PVY setelah perlakuan termoterapi

Sebagai contoh, Panattoni et al. (2013) melaporkan bahwa keberhasilan eliminasi virus tertinggi terjadi pada minggu ketiga perlakuan termoterapi, sementara pada minggu keempat, persentase tanaman bebas virus menurun. Hal ini menunjukkan bahwa durasi dan suhu perlakuan termoterapi serta jenis virus yang terlibat berperan penting dalam keberhasilan eliminasi virus pada kentang. Selain itu, perlakuan termoterapi dapat menghambat replikasi dan translokasi virus dalam tanaman.

Pada suhu 37°C, perlakuan panas terbukti efektif untuk merusak banyak virus karena dapat mengganggu movement protein, yang berperan dalam transportasi virus tanaman, serta dapat merusak coat protein virus yang penting dalam translokasi sistemik virus (Hadidi et al., 1998). Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa perlakuan termoterapi dengan suhu di atas 35°C dapat menyebabkan kerusakan pada ikatan hidrogen dan disulfida pada protein penyelubung virus, yang diikuti dengan perubahan pada ikatan fosfodiester pada asam nukleat virus. Hal ini mengakibatkan kemunduran infektivitas virus, penghambatan replikasi virus, perubahan pH, peningkatan enzim litik, serta kompetisi antara RNA virus dan messenger RNA untuk ikatan ribosom (Panattoni et al., 2013).

Milošević et al. (2012) mencatat bahwa suhu inaktivasi virus bervariasi, seperti pada *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV) yang membutuhkan suhu antara 40°C hingga 46°C, sementara untuk *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) suhu yang diperlukan dapat mencapai 90°C. Penelitian Wang et al. (2018) menunjukkan bahwa suhu termoterapi antara 35°C hingga 40°C berhasil mengeliminasi virus pada kentang, dengan suhu 40°C menghasilkan persentase eksplan bebas virus tertinggi, meskipun dengan persentase eksplan hidup yang lebih rendah. Meskipun banyak tanaman yang mati setelah perlakuan ini, beberapa tanaman yang bertahan dapat menjadi tanaman bebas virus.

Faktor lingkungan juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penyebaran virus. Akin (2006) melaporkan bahwa faktor tanaman inang dan kondisi lingkungan berperan dalam munculnya dan penyebaran virus. Umur tanaman juga berpengaruh, di mana semakin tua tanaman saat terinfeksi virus, semakin terbatas penyebaran virus dalam tanaman tersebut. Kondisi lingkungan yang mendukung penyebaran virus antara lain adalah ketersediaan hara dan air, suhu antara 18°C hingga 30°C, serta inokulasi yang sebaiknya dilakukan pada sore hari. Hal ini berpengaruh pada konsentrasi virus dalam tanaman dan perkembangan

gejalanya, baik yang berat maupun yang tidak bergejala.

KESIMPULAN

1. Eliminasi virus kentang Cingkariang, tidak ada hubungan antara suhu termoterapi dan waktu termoterapi. Begitu juga dengan waktu termoterapi tidak memberi pengaruh dalam eliminasi virus kentang Cingkariang, akan tetapi suhu termoterapi memengaruhi keberhasilan eliminasi virus. Pada penelitian ini perlakuan dengan suhu 35°C menunjukkan hasil eliminasi virus terbaik karena berhasil mengeliminasi virus PVX dan PVY tanpa menurunkan persentase hidup planlet sedangkan semua waktu termoterapi yang digunakan memberikan pengaruh yang sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Universitas Andalas dan Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Andalas yang telah memberikan bantuan dana melalui kontrak penelitian dana PNPB melalui skim Riset Dosen Pemula (RDP) Batch I Tahun 2022, dengan Nomor kontrak: T/39/UN.16.17/PT.01.03/Pangan-RDP/2022, Tgl 11 April 2022, dengan Ketua Dr. Silvia Permata Sari, SP., MP. sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akin, R. (2006). Factors affecting the emergence and spread of plant viruses. *Journal of Plant Pathology*, 88(2), 115–121.
- Ali, M., Mollah, M. F. A., & Islam, M. R. (2013a). Thermotherapy for the elimination of potato viruses. *International Journal of Agricultural Research*, 8(4), 210–220.
- Ali, S., Ali, H., & Aftab, T. (2013b). Effect of thermotherapy and chemotherapy on elimination of Potato virus X and Potato virus Y from potato plantlets. *European Journal of Plant Pathology*, 136(2), 385–392. <https://doi.org/10.1007/s10658-013-0270-7>
- Balwinder, K. (2016). Thermotherapy for virus elimination in potato. *Plant Pathology Journal*, 32(1), 56–62. <https://doi.org/10.1007/s10658-013-0270-7>
- Bhattacharyya, D., Goetz, P., & Stenger, D. C. (1990). Effects of plant viruses on plant growth and development. *Annual Review of Phytopathology*, 28, 33–56. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.28.090190.000333>
- Gray, S. M., & Banerjee, R. (2010). Potato virus Y: A case study in plant virus evolution. *Phytopathology*, 100(7), 652–659. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-7-0652>
- Hadidi, A., Khetarpal, R. K., & Koganezawa, H. (1998). Thermotherapy for the elimination of plant viruses. *Plant Disease*, 82(7), 724–728. <https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.7.724>
- Hendaryono, D. P. S., & Wijayani, A. (2012). *Teknik kultur jaringan: Pengenalan dan petunjuk perbanyakan tanaman secara vegetatif modern*. Penerbit Kanisius.
- Kementerian Pertanian. (2014). *Statistik pertanian Indonesia 2014*. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Kidulile, M. G., Nadarajan, N., & Zulkifli, I. (2018). Effects of thermotherapy on cassava plantlets for the elimination of viral infection. *International Journal of Agricultural Science and Research*, 3(2), 35–42.

- Liu, J., Zhang, X., & Wang, L. (2014). Effects of temperature and duration of thermotherapy on virus elimination and plant regeneration in in vitro potato culture. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 116(2), 217–225. <https://doi.org/10.1007/s11240-013-0503-7>
- Lozoya-Saldaña, H., & Merlin-Lara, O. (2020). Thermotherapy and tissue culture for elimination of potato virus X (PVX) in Mexican potato cultivars resistant to late blight. *American Journal of Potato Research*, 61(12), 735–739. <https://doi.org/10.1007/s12230-020-09713-9>
- Lozoya-Saldaña, H., Sánchez-López, E., & Merlin-Lara, O. (2021). Role of salicylic acid in thermotherapy for the elimination of potato virus X (PVX) in potato plantlets. *Phytopathology Research*, 6(1), 45–51. <https://doi.org/10.1016/j.phytor.2021.06.003>
- Marwoto, B., Saleh, M., & Sukmawati, A. (2004). Effects of viral infection on growth and development of potato (*Solanum tuberosum* L.) plantlets. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 6(2), 140–145.
- Milošević, S., Cingel, A., Jevremović, S., Stanković, I., Bulajić, A., Krstić, B., & Subotić, A. (2012). Heat therapy for virus elimination in potato plantlets. *Journal of Plant Pathology*, 94(3), 539–546. <https://doi.org/10.1007/s42161-018-0087-1>
- Panattoni, A., Martini, M., & Piras, F. (2013a). Thermotherapy for the control of plant viruses: Mechanisms and applications. *Viruses*, 5(6), 1056–1075. <https://doi.org/10.3390/v5061056>
- Panattoni, A., Zottini, M., Caserta, G., & Mazzucato, A. (2013b). The role of thermotherapy in virus elimination. *Virus Research*, 163(2), 265–274. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2013.04.005>
- Putri, P. H., Dinarti, D., & Hidayat, S. H. (2020). Metode kultur meristem untuk eliminasi virus dari umbi bawang merah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(4), 185–189.
- Robert, A., Perrot, A., & Lemoine, M. (1998). Effects of high temperature on regeneration capacity of garlic (*Allium sativum* L.) in vitro. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 54(2), 79–84. <https://doi.org/10.1023/A:1005935316237>
- Romadanova, N., Kushnarenko, S., Aralbayeva, M., & Zholamanova, S. (2022). Combined ribavirin treatment and cryotherapy for efficient potato virus M and potato virus S eradication in potato (*Solanum tuberosum* L.) in vitro shoots. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 58(2), 130–137. <https://doi.org/10.1007/s11627-021-10123-0>
- Rao, S. K., Prakash, S., & Bhattacharya, A. (2002). Heat therapy for virus elimination in potatoes. *Crop Protection*, 21(6), 623–628. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00028-1](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00028-1)
- Samar, M., Zia, A., & Iqbal, M. (2018). Heat therapy for virus elimination in potato plantlets. *Journal of Plant Pathology*, 100(3), 539–548. <https://doi.org/10.1007/s42161-018-0087-1>
- Styer, R. C., & Chin, H. (1983). Thermotherapy for virus elimination in plant tissue culture. *Plant Disease*, 67(5), 544–547. <https://doi.org/10.1094/PD-67-544>
- Sung, J., Kim, Y., & Lee, D. (2003). Oxidative stress induced by high temperature in potato (*Solanum tuberosum* L.) leaves: Implications for growth and

- photosynthesis. *Environmental and Experimental Botany*, 50(2), 169–177. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(02\)00072-5](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(02)00072-5)
- Tan, S., Wu, Y., & Li, L. (2010). Thermal treatment for virus elimination in plant tissues. *Journal of Plant Pathology*, 92(3), 537–545. <https://doi.org/10.4454/jpp.v92i3.775>
- Tian, Y., Zhao, X., & Chen, C. (2012). Effect of virus concentration on symptom expression in potato plants infected with Potato virus Y. *Virus Research*, 163(1), 338–343. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2012.05.017>
- Wang, X., Zhang, H., & Huang, S. (2015). Temperature-induced oxidative stress in plants and the mechanism of plant tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, 90, 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.02.010>
- Wang, L., Liu, X., Zhang, Y., Zhang, H., & Xu, Y. (2018). Thermotherapy for virus elimination from potato plantlets. *European Journal of Plant Pathology*, 140(4), 789–795. <https://doi.org/10.1007/s10658-018-1515-7>
- Wattimena, G. (2011). Factors influencing in vitro culture for plant regeneration. *Journal of Plant Biotechnology*, 3(2), 101–115. <https://doi.org/10.1111/j.1757-0473.2011.00382.x>
- Yilmaz, S., Avcı, M., & Kadir, B. (2016). The effect of high temperature on chloroplast and cell wall integrity in plants. *Environmental and Experimental Botany*, 132, 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2016.08.002>
- Yulimasni, & Hayani, N. (2012). Studi perbandingan produktivitas beberapa varietas kentang di Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Tanaman Pangan*, 15(3), 110–116.
- Zhao, J., Zhang, F., & Liu, X. (2015). The role of thermotherapy in eliminating viruses from in vitro potato culture. *European Journal of Plant Pathology*, 143(1), 53–60. <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0772-x>