

Pengendalian *Colletotrichum* spp. Terbawa Benih Cabai dengan Paparan Gelombang Mikro

Control on *Colletotrichum* spp. seed borne pathogen of chili by Microwave Irradiation

Lilih Naelun Najah, Mohamad Rahmad Suhartanto*, Widodo
Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

ABSTRAK

Perlakuan benih menggunakan gelombang mikro dapat menjadi alternatif pengendalian patogen terbawa benih yang efektif dan efisien. Tujuan penelitian ialah mengendalikan *Colletotrichum* spp. terbawa benih cabai dengan paparan gelombang mikro namun masih dapat mempertahankan mutu fisiologi benih. Percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap dengan faktor yang diuji kadar air benih (4.31%, 6.33%, dan 8.25%) dan lama paparan gelombang mikro (0, 10, 20, 30, 40, 50 detik), berturut-turut untuk percobaan pertama dan kedua. Kadar air terbaik pada percobaan pertama digunakan untuk menentukan lama paparan gelombang mikro pada percobaan kedua. Perlakuan fungisida sistemik berbahan aktif benomil 0.5 g L⁻¹ merupakan perlakuan pembanding. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Colletotrichum* spp. yang ditemukan pada benih cabai terdiri atas 4 spesies, yaitu *Colletotrichum acutatum*, *C. capsici*, *C. gloeosporioides*, dan *Colletotrichum* sp. Cendawan *C. acutatum* merupakan spesies yang paling banyak menginfeksi benih cabai dibandingkan dengan spesies lainnya. Gelombang mikro dapat mengendalikan *C. acutatum* dengan tingkat efikasi sebesar 64.3% serta dapat mempertahankan viabilitas benih cabai pada kadar air rendah (4.31%) dan lama paparan gelombang mikro 40 detik.

Kata kunci: *Capsicum annum*, *Colletotrichum*, kadar air, tular benih

ABSTRACT

Seed treatment using microwave has been reported as an effective and efficient method to control seed borne pathogens of chili pepper. The purpose of this research was to evaluate the effectiveness of microwave irradiation treatment to suppress seedborne *Colletotrichum* spp. while maintaining physiological quality of chili's seed. First experiment was aimed to select the best condition for seed germination, and was done in completely randomized design with three levels of water content (4.31%, 6.33%, and 8.25%). The second experiment was aimed to determine the best condition for disease suppression, and was done in completely randomized design with different levels of microwave irradiation duration (0, 10, 20, 30, 40, and 50 seconds) using the best seed water content level from the first experiment. Application of systemic fungicide with benomyl as active ingredient (0.5 g L⁻¹) was done as check treatment. Four major species of *Colletotrichum* was found from chili's seed, i.e. *C. acutatum*, *C. capsici*, *C. gloeosporioides*, and *Colletotrichum* sp. with *C. acutatum* as the predominant species. The best water content level for microwave treatment was 4.31%. The most effective treatment was microwave irradiation duration for 40 seconds with efficacy rate of 64.5% for controlling seedborne *C. acutatum* on chili pepper.

Key words: *Capsicum annum*, *Colletotrichum*, seedborne, water content

*Alamat penulis korespondensi: Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jalan Meranti, Kampus IPB, Darmaga, Bogor 16680
Tel: 0251-8629350, Faks: 0251-8629352, Surel: tantosuhartanto12@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Cabai merah (*Capsicum annuum*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan oleh petani Indonesia. Produktivitas cabai nasional pada tahun 2014 ialah sebesar 8.35 ton ha⁻¹ (BPS 2015). Nilai tersebut masih rendah jika dibandingkan dengan potensi hasilnya yang dapat mencapai 20 ton ha⁻¹ (Syukur *et al.* 2010). Salah satu penyebab rendahnya produktivitas cabai ialah penyakit antraknosa yang disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum* spp. Penyakit ini dapat menurunkan hasil produksi cabai di Indonesia sebesar 10–80% pada musim hujan dan 2–35% pada musim kemarau. *Colletotrichum* yang paling banyak ditemukan ialah *C. acutatum*, *C. capsici*, dan *C. gloeosporioides* (Widodo 2007).

Penyakit yang disebabkan oleh cendawan patogen terbawa benih biasa dikendalikan dengan fungisida sistemik, namun penggunaannya mengakibatkan kerusakan lingkungan yang berpengaruh terhadap kesehatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung (Zhang *et al.* 2011) dan menimbulkan resistensi cendawan patogen (Deising *et al.* 2008). Oleh karena itu pengendalian yang mudah, murah, dan cepat diperlukan. Penggunaan gelombang mikro (*microwave*) yang ramah lingkungan merupakan salah satu alternatif pengendaliannya.

Gelombang mikro merupakan gelombang elektromagnet yang mempunyai frekuensi super tinggi, yaitu berkisar antara 300 MHz dan 300 GHz. Gelombang mikro dapat digunakan dalam komunikasi, navigasi, dan industri (Brodie 2012). Frekuensi yang biasa digunakan ialah 2450 MHz karena frekuensi tersebut mudah diserap oleh molekul air yang ada di setiap sel hidup. Gelombang mikro memiliki efek panas dan dapat meningkatkan suhu. Peningkatan suhu tersebut dihasilkan oleh energi yang diserap akibat pergerakan medan listrik (Iuliana *et al.* 2013).

Pemanfaatan gelombang mikro telah dilaporkan dapat mengendalikan *Penicillium* spp. pada benih buncis (Tylkowska *et al.* 2010),

Fusarium spp. dan *Microdochium nivale* pada benih gandum (Knox *et al.* 2013), *Fusarium subglutinum* dan *Aspergillus niger* pada benih jagung manis (Arengka 2014), dan *Colletotrichum lindemuthianum* pada benih buncis (Friesen *et al.* 2014). Tujuan penelitian ialah mendapatkan kombinasi efektif antara lama paparan gelombang mikro dan kadar air benih untuk mengendalikan *Colletotrichum* spp. terbawa benih cabai, namun tetap mempertahankan mutu fisiologi benih.

BAHAN DAN METODE

Benih yang digunakan ialah benih dari buah cabai varietas Royal Hot yang terinfeksi penyakit antraknosa dari pertanaman di Kebun Percobaan IPB Pasir Sarongge, Desa Ciputri, Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur. Benih diambil dari buah yang telah masak fisiologi, yaitu secara morfologi buah berwarna merah dan terinfeksi penyakit yang ditandai dengan bercak cokelat kehitaman melingkar dan meluas menjadi busuk lunak. Infeksi berat mengakibatkan buah menjadi kering, keriput, dan warna menjadi seperti jerami. Perontokan benih dilakukan secara manual, kemudian benih dikeringanginkan selama 2–3 hari sampai mendapatkan kadar air yang diperlukan.

Pengaruh Kadar Air dan Lama Paparan Gelombang Mikro terhadap Viabilitas Benih Cabai

Percobaan ini bertujuan mendapatkan tingkat kadar air terbaik pada beberapa lama paparan gelombang mikro yang tidak memengaruhi mutu fisiologi benih. Benih yang digunakan ialah benih yang dirontokkan dari bagian buah cabai yang sehat. Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama ialah kadar air benih dengan tiga taraf, yaitu kadar air rendah (4.31%), sedang (6.33%) dan tinggi (8.25%). Faktor kedua adalah lama paparan gelombang mikro dengan enam taraf, yaitu 0, 10, 20, 30, 40, dan 50 detik.

Kadar air benih cabai yang digunakan sesuai dengan taraf perlakuan (4.31%, 6.33%,

dan 8.25%) dilaksanakan dengan metode oven suhu konstan rendah 103 ± 2 °C selama 17 ± 1 jam berdasarkan pada ISTA (2014). Penurunan kadar air dilakukan dengan menimbang bobot benih awal kemudian diletakkan dalam wadah plastik tertutup yang di bawahnya berisi silika gel, setelah itu ditimbang sampai mencapai bobot benih yang diharapkan. Penurunan kadar air $\pm 2\%$ diperlukan waktu selama ± 12 jam pada suhu ± 27 °C dan RH 54%. Peningkatan kadar air dilakukan dengan menimbang bobot benih awal kemudian diletakkan dalam wadah plastik tertutup yang di bawahnya berisi air, setelah itu ditimbang sampai mencapai bobot benih yang diharapkan. Peningkatan kadar air $\pm 2\%$ memerlukan waktu ± 3 jam pada suhu ± 27 °C dan RH 54%. Kisaran bobot benih dengan kadar air yang diharapkan dihitung dengan rumus (ISTA 2014):

$$A = \frac{100 - \text{KA awal}}{100 - \text{KA yang diharapkan}} \times B, \text{ dengan}$$

A, bobot benih pada kadar air tertentu; KA, kadar air; B, bobot benih awal.

Benih cabai dengan tiga macam kadar air diberi paparan gelombang mikro menggunakan oven *microwave* dengan frekuensi 2450 MHz dan daya 450 W (Aladjadjian 2010) dengan enam waktu perlakuan.

Benih cabai diletakkan pada cawan petri terbuka kemudian dimasukkan ke dalam oven *microwave* dan diatur sesuai lama paparan, setelah itu dilakukan uji viabilitas dan kesehatan benih. Sebanyak 200 butir benih cabai (4 ulangan masing-masing 50 butir) ditanam pada cawan petri berisi 3 lapis kertas CD (Purbojati dan Suwarno 2006) yang dibasahi dengan akuades steril menggunakan metode di atas kertas (ISTA 2014). Pengamatan dilakukan terhadap peubah daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum, dengan rumus:

$$\text{DB (\%)} = \frac{\Sigma \text{KN Hitungan I} + \Sigma \text{KN Hitungan II}}{\Sigma \text{benih yang ditanam}} \times 100\%, \text{ dan}$$

$$\text{PTM (\%)} = \frac{\Sigma \text{benih yang tumbuh}}{\Sigma \text{benih yang ditanam}} \times 100\%, \text{ dengan}$$

DB, daya berkecambah; KN Hitungan I, jumlah kecambah normal pada 7 hari setelah tanam (HST); KN Hitungan II, jumlah

kecambah normal pada 14 HST; PTM, potensi tumbuh maksimum.

Pengaruh Lama Paparan Gelombang Mikro terhadap Perkembangan *Colletotrichum* spp. Terbawa Benih Cabai

Percobaan ini bertujuan mendapatkan lama paparan gelombang mikro yang dapat mengendalikan *Colletotrichum* spp. terbawa benih cabai dengan tetap mempertahankan mutu fisiologi. Benih yang digunakan ialah benih yang dirontokkan dari bagian buah cabai yang sakit. Percobaan disusun dalam RAL dengan lama paparan gelombang (0, 10, 20, 30, 40, dan 50 detik) dan perlakuan fungisida sistemik berbahan aktif benomil 0.5 g L^{-1} . Perlakuan fungisida dilakukan dengan merendam benih selama 5 jam pada konsentrasi 0.5 g L^{-1} (Yulianty dan Tripeni 2007).

Deteksi Cendawan Patogen Terbawa Benih Cabai

Deteksi jenis dan jumlah cendawan yang menginfeksi benih dilakukan dengan metode agar-agar (Mathur dan Kongsdal 2003). Sebanyak 200 butir (4 ulangan masing-masing 50 butir) direndam larutan NaOCl 1% selama 1 menit, kemudian dibilas dengan akuades steril sebanyak 2 kali dan dikeringanginkan di atas tisu steril. Sebanyak 25 butir benih ditanam dalam cawan petri berisi medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK), kemudian diinkubasi selama 7 hari pada suhu 25 °C dengan penyinaran *near ultra violet* (NUV) 12 jam terang dan 12 jam gelap secara bergantian di ruang inkubasi. Cendawan pada benih diamati menggunakan mikroskop. Pengamatan persentase tingkat infeksi dilakukan terhadap semua jenis cendawan *Colletotrichum* spp. terbawa benih. Tingkat infeksi (TI) cendawan terbawa benih dihitung menggunakan rumus :

$$\text{TI (\%)} = \frac{\text{jumlah benih yang terinfeksi}}{\text{jumlah benih yang ditanam}} \times 100\%$$

Pemurnian cendawan asal benih dilakukan pada medium ADK. Identifikasi cendawan dilakukan terhadap koloni dan bentuk konidia berdasarkan Smith dan Black (1990), dan Than *et al.* (2008).

Uji Kesehatan Benih

Uji kesehatan benih dilakukan terhadap benih dengan kadar air terbaik pada percobaan pengaruh kadar air. Sebanyak 200 butir benih (4 ulangan masing-masing 50 butir) yang telah dipapar dengan gelombang mikro dan perlakuan fungisida benomil diuji kesehatan benih dengan menumbuhkannya pada medium ADK, diamati persentase infeksi, dan diidentifikasi seperti pada metode deteksi cendawan patogen terbawa benih.

Pengamatan persentase efikasi dilakukan terhadap cendawan *C. acutatum* yang dihitung dengan rumus (Ditjen PSP 2013):

$$TE (\%) = \frac{(TIK - TIP)}{TIP} \times 100\%, \text{ dengan}$$

TE, tingkat efikasi; TIK, tingkat infeksi *C. acutatum* pada kontrol; TIP, tingkat infeksi *C. acutatum* pada perlakuan.

Analisis Data

Hasil pengamatan dianalisis menggunakan uji F, apabila menunjukkan pengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut dengan uji *duncan multiple range test* pada taraf nyata 5%. Uji *lethal dose* (LD50) dilakukan pada benih yang mempunyai kadar air terbaik menggunakan *curve-fit analysis*.

HASIL

Viabilitas Benih Cabai

Interaksi antara kadar air benih dan lama paparan gelombang mikro berpengaruh terhadap viabilitas benih, yaitu daya berkecambah (DB) dan potensi tumbuh maksimum (PTM). Lama paparan gelombang mikro 10 detik pada beberapa tingkat kadar air belum dapat menurunkan viabilitas benih. Benih berkadar air rendah (4.31%) memiliki viabilitas yang tetap tinggi meskipun dipapar gelombang mikro sampai 40 detik, sedangkan benih berkadar air sedang (6.33%) dan tinggi (8.25%) mengalami penurunan viabilitas setelah dipapar gelombang mikro mulai dari 20 detik (Tabel 1).

Pengaruh gelombang mikro pada kadar air rendah (4.31%) berbeda antara tolok ukur DB dan PTM. Viabilitas pada tolok ukur

DB dapat dipertahankan sampai paparan gelombang mikro 30 detik sedangkan viabilitas pada tolok ukur PTM dapat dipertahankan sampai 40 detik. Penentuan lama paparan gelombang mikro yang terbaik dilakukan dengan uji LD50. Uji tersebut dapat menentukan lama paparan gelombang mikro yang mengakibatkan kematian benih cabai mencapai 50%. Hasil analisis LD50 pada benih cabai yang dipapar dengan gelombang mikro pada 6 taraf pemaparan menghasilkan kurva *polynomial fit* dengan persamaan ($y = 7.91 - 1.08x + 6.53x^2 - 1.18x^3$). Nilai LD50 yang diperoleh dari persamaan tersebut, yaitu 50.19 detik (Gambar 1).

Daya Berkecambah dan Infeksi *Colletotrichum* spp. pada Benih Cabai

Koloni yang diduga sebagai *C. acutatum* tumbuh lambat dan konidiumnya berbentuk *fusiform*, salah satu atau kedua ujungnya meruncing berukuran panjang 14 μm dan lebar 3.5 μm (Smith dan Black 1990; Than *et al.* 2008). Koloni yang diduga sebagai *C. capsici* tumbuh lebih cepat dan bentuk konidiumnya *falcate* seperti bulan sabit berukuran panjang 21 μm dan lebar 3 μm (Than *et al.* 2008). Cendawan yang pertumbuhannya sangat cepat dan bentuk konidiumnya silinder, kedua ujungnya membulat berukuran panjang 13.5 μm dan lebar 4 μm diduga sebagai *C. gloeosporioides* (Smith dan Black 1990; Than *et al.* 2008). Cendawan yang memiliki pertumbuhan sangat cepat dan bentuk konidiumnya silinder yang berukuran lebih besar disebut *Colletotrichum* sp. karena belum dapat ditetapkan *specific epithet*-nya (Gambar 2).

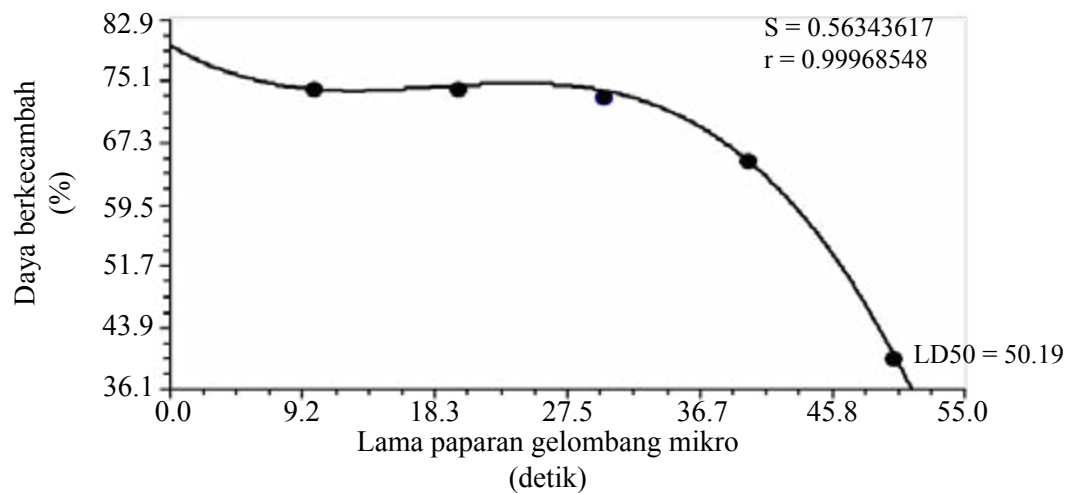
Colletotrichum yang terbawa benih cabai ada 4 spesies, yaitu *C. capsici*, *C. gloeosporioides*, *Colletotrichum* sp., dan *C. acutatum*. *C. acutatum* merupakan cendawan yang paling banyak menginfeksi benih cabai, dengan tingkat infeksi mencapai 33% (Tabel 2).

Benih dengan kadar air 4.36% memiliki viabilitas yang tetap stabil sampai paparan gelombang mikro 40 detik, sedangkan perlakuan fungisida benomil dapat meningkatkan viabilitas benih cabai (Tabel 3).

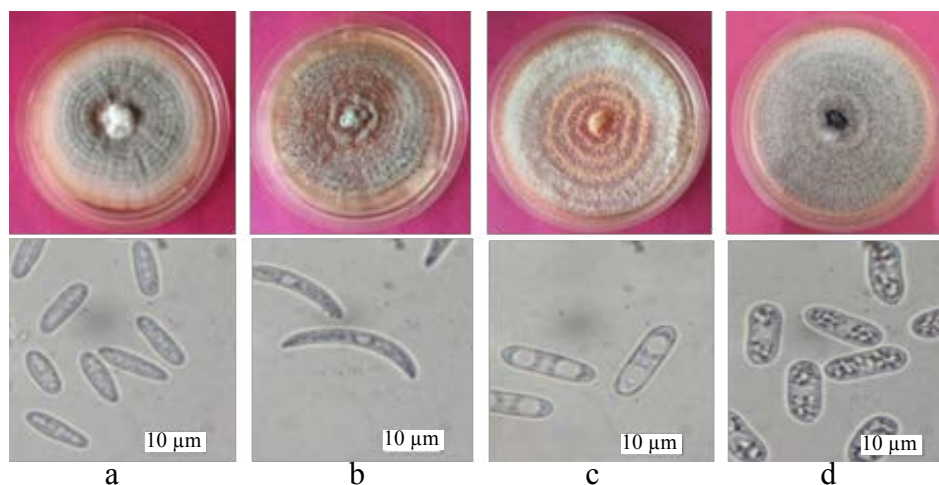
Tabel 1 Interaksi kadar air dan lama paparan gelombang mikro terhadap daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum

Kadar air*	Lama paparan gelombang mikro (detik)					
	0	10	20	30	40	50
Daya berkecambah (%)						
Rendah	79.0 a	74.0 ab	74.0 ab	73.0 ab	65.0 b	40.0 c
Sedang	73.5 ab	72.5 ab	36.0 cd	24.5 e	28.0 de	1.0 f
Tinggi	68.5 ab	69.0 ab	3.5 f	2.5 f	2.5 f	0.0 f
Potensi tumbuh maksimum (%)						
Rendah	83.0 a	78.0 a	77.0 a	78.0 a	75.5 a	46.0 b
Sedang	76.5 a	74.0 a	54.0 b	33.0 c	31.0 c	2.0 d
Tinggi	73.0 a	71.5 a	8.5 d	7.5 d	6.0 d	0.0 d

*Tingkat kadar air rendah, sedang, tinggi berturut-turut ialah 4.31%, 6.33%, dan 8.25%. Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom dan baris pada masing-masing tolok ukur menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf nyata 5%



Gambar 1 Nilai LD50 berdasarkan persentase daya berkecambah benih cabai kadar air 4.31% selama paparan gelombang mikro



Gambar 2 Koloni (atas) dan massa konidium (bawah) *Colletotrichum* spp. pada medium agar-agar dekstrosa kentang selama 14 hari. a, *C. acutatum*; b, *C. capsici*; c, *C. gloeosporioides*; d, *Colletotrichum* sp.

Semakin lama paparan gelombang mikro, tingkat infeksi *C. acutatum* semakin menurun. Berbeda halnya dengan tingkat infeksi cendawan *Colletotrichum* lainnya yang tidak terpengaruh nyata oleh durasi paparan gelombang mikro 40 detik karena tingkat infeksi awal yang sangat rendah (Tabel 4).

Paparan gelombang mikro 40 detik efektif menurunkan tingkat infeksi *C. acutatum* dengan tingkat efikasi sebesar 64.3%. Perlakuan fungisida benomil juga dapat menurunkan tingkat infeksi *C. acutatum* dengan tingkat efikasi sebesar 49.1% (Tabel 5).

Tabel 2 Tingkat infeksi (%) *Colletotrichum* spp. pada benih cabai

Patogen	Tingkat infeksi
<i>Colletotrichum acutatum</i>	33
<i>C. capsici</i>	1
<i>C. gloeosporioides</i>	3
<i>Colletotrichum</i> sp.	2

Tabel 3 Pengaruh lama paparan gelombang mikro dan pemberian fungisida terhadap daya berkecambah benih cabai berkadar air 4.36%

Lama paparan (detik)	Daya berkecambah (%)
0	27.5 b
10	23.0 bc
20	26.5 b
30	30.0 b
40	28.5 b
50	13.0 c
Benomil	44.5 a

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada α 0.05

Tabel 4 Pengaruh lama paparan gelombang mikro dan pemberian fungisida terhadap tingkat infeksi *Colletotrichum* spp.

Patogen	Tingkat infeksi benih pada paparan gelombang mikrodetik						
	0	10	20	30	40	50	Benomil
<i>C. acutatum</i>	56.0 a	48.5 ab	44.0 b	33.0 c	20.0 de	17.0 e	28.5 cd
<i>C. capsici</i>	2.0 abc	1.0 bc	0.5 bc	2.5 ab	3.0 a	0.0 c	0.5 bc
<i>C. gloeosporioides</i>	6.0 a	2.5 ab	3.0 ab	2.5 ab	5.5 a	2.5 ab	0.0 b
<i>Colletotrichum</i> sp.	1.5 b	5.5 a	3.0 ab	3.5 ab	3.0 ab	1.0 ab	0.5 b

Angka pada baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada α 0.05

PEMBAHASAN

Benih berkadar air tinggi mengalami penurunan viabilitas lebih cepat ketika dipapar gelombang mikro dibandingkan dengan benih berkadar air rendah. Hal tersebut diduga karena benih mempunyai kadar air tinggi sehingga mengalami kenaikan suhu yang lebih tinggi saat diiradiasi. Gaurilcikiene *et al.* (2013) menyatakan bahwa air merupakan molekul polar bermuatan positif dan negatif sehingga ketika mendapat paparan gelombang mikro, molekul-molekul polar bergetar cepat saling bergesekan sehingga menimbulkan panas. Pemanasan tersebut dapat meningkatkan suhu benih sehingga menghambat perkecambahan benih hingga mengakibatkan kematian benih.

Viabilitas benih gandum dapat dipertahankan sampai lama paparan gelombang mikro 30 detik pada kadar air 10% (Knox *et al.* 2013). Sedangkan viabilitas benih jagung manis dapat dipertahankan sampai lama paparan gelombang mikro 30 detik pada kadar air 12.31% (Arengka 2014).

Tabel 5 Tingkat efikasi paparan gelombang mikro dan fungisida benomil terhadap tingkat infeksi *Colletotrichum acutatum*

Lama paparan (detik)	Tingkat efikasi (%)
0	0.0
10	13.4
20	21.4
30	41.1
40	64.3
50	69.6
Benomil	49.1

Nilai LD50 menunjukkan bahwa pada lama paparan gelombang mikro 50.19 detik mengakibatkan daya berkecambah benih cabai mencapai 50%. Berdasarkan nilai LD50 tersebut maka lama paparan gelombang mikro 40 detik masih dapat mempertahankan viabilitas benih di atas 50%.

Colletotrichum acutatum, *C. capsici*, *C. gloeosporioides* dan *Colletotrichum* sp. ditemukan pada benih cabai. Tiga spesies pada benih cabai ini sesuai dengan laporan Than *et al.* (2008). Selain itu, spesies *Colletotrichum* juga dapat menginfeksi beberapa tanaman inang seperti *C. acutatum* menginfeksi cabai (Than *et al.* 2008), strawberi (Peres *et al.* 2005; Than *et al.* 2008), almond, jeruk, blueberi, dan apel (Peres *et al.* 2005). Demikian juga, *C. capsici* dapat menginfeksi sawi (Mahmodi *et al.* 2013); *C. gloeosporioides* dapat menginfeksi mangga (Than *et al.* 2008). Cendawan *C. acutatum* merupakan cendawan yang paling banyak menginfeksi benih cabai. Syukur *et al.* (2007) melaporkan bahwa dari 13 isolat *Colletotrichum* yang diperoleh dari 6 daerah di Indonesia, 7 isolat merupakan *C. acutatum*.

Paparan gelombang mikro selama 40 detik pada benih cabai efektif menurunkan tingkat infeksi *C. acutatum* dengan tingkat efikasi sebesar 64.3% dan tetap mempertahankan viabilitas benih. Nelson (2011) menyatakan bahwa benih yang terinfeksi penyakit ketika dipapar dengan gelombang mikro akan terjadi peningkatan suhu secara cepat yang mengakibatkan rusaknya dinding sel cendawan, degradasi protein, inaktivasi enzim, penurunan viabilitas konidia dan kematian sel-sel hifa cendawan.

Tylkowska *et al.* (2010) melaporkan bahwa pemanasan gelombang mikro selama 45 dan 60 detik pada benih buncis dapat menghilangkan infeksi *Penicillium* spp. sebesar 100% dengan tetap mempertahankan viabilitas benih. Sementara itu, Knox *et al.* (2013) melaporkan bahwa pemanasan gelombang mikro 15 detik pada benih gandum dapat menurunkan tingkat infeksi cendawan *Fusarium* spp. dan *Microdochium nivale* masing-masing sebesar 72% dan 77%.

Arengka (2014) melaporkan bahwa pemanasan gelombang mikro 30 detik pada benih jagung manis dapat menurunkan tingkat infeksi *Fusarium subglutinans* dan *A. niger* sebesar 75.0% dan 54.8% dengan tetap mempertahankan viabilitas benih. Friesen *et al.* (2014) juga melaporkan bahwa pemanasan gelombang mikro 30 dan 40 detik pada benih buncis dapat menurunkan tingkat infeksi *C. lindemuthianum* masing-masing sebesar 27.3% dan 33.3% dengan tetap mempertahankan viabilitas benih.

Perlakuan fungisida benomil juga dapat menurunkan tingkat infeksi terutama *C. acutatum* dengan tingkat efikasi sebesar 49.1%. Hal ini sesuai dengan penelitian Peres *et al.* (2004) yang melaporkan bahwa benomil merupakan fungisida yang paling efektif mengendalikan penyakit antraknosa pada buah jeruk, terutama cendawan *C. acutatum* dan *C. gloeosporioides*.

Gelombang mikro efektif mengendalikan *C. acutatum* pada benih cabai dengan kadar air 4.31% selama 40 detik tanpa merusak mutu fisiologi benih serta dapat digunakan secara cepat, mudah dan murah dibandingkan dengan penggunaan fungisida.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pemerintah Daerah Provinsi Maluku yang telah memberikan dana pendidikan dan penelitian melalui Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri.

DAFTAR PUSTAKA

- Aladjadjian A. 2010. Effect of microwave irradiation on seeds of lentils (*Lens culinaris*, MED). Roman J Biophys. 20(3):213–221.
- Arengka D. 2014. Pemanfaatan gelombang mikro untuk mengendalikan patogen terbawa benih jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. Produksi cabai besar, cabai rawit, dan bawang merah

- tahun 2014. http://www.bps.go.id/website/brs_ind [diakses 10 Feb 2016].
- Brodie G. 2012. Applications of microwave heating in agricultural and forestry related industries. Di dalam: Wenbin Cao, editor. *The Development and Application of Microwave Heating*. Rijeka (HR): In Tech. hlm 45–78.
- Deising HB, Reimann S, Pascholati SF. 2008. Mechanisms and significance of fungicide resistance. *Brazil J Microbiol.* 39:286–295. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822008000200017>.
- [Ditjen PSP]. Direktorat Jendral Prasarana dan Sarana Pertanian. 2013. *Metode Standar Pengujian Efikasi Fungisida*. Jakarta (ID): Ditjen PSP.
- Friesen AP, Conner RL, Robinson DE, Barton WR, Gillard CL. 2014. Effect of microwave radiation on dry bean seed infected with *Colletotrichum lindemuthianum* with and without the use of chemical seed treatment. *Can J Plant Sci.* 94:1373–1384. DOI: <http://dx.doi.org/10.4141/cjps-2014-035>.
- Gaurilcikiene I, Ramanauskiene J, Dagys M, Simniskis R, Dabkevicius Z, Suproniene S. 2013. The effect of strong microwave electric field radiation on: (2) wheat (*Triticum aestivum* L.) seed germination and sanitation. *Zemdirb Agric.* 100(2):185–190. DOI: <http://dx.doi.org/10.13080/z-a.2013.100.024>.
- [ISTA] International Seed Testing Association. 2014. *International Rules for Seed Testing*. Switzerland (CH): ISTA.
- Iuliana C, Caprita R, Giancarla V, Sorina R, Genoveva B. 2013. Response of barley seedling to microwave at 2.45 GHz. *Animal Sci Biotech.* 46(1):185–191.
- Knox OGG, McHugh MJ, Fountaine JM, Havis ND. 2013. Effects of microwave on fungal pathogens of wheat seed. *Crop Prot.* 50:12–16. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2013.03.009>.
- Mahmodi F, Kadir JB, Wong MY, Nasehi A, Soleimani N, Puteh A. 2013. First report of anthracnose caused by *Colletotrichum capsici* on Bok choy (*Brassica chinensis*) in Malaysia. *Plant Dis.* 97:687. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-09-12-0843-PDN>.
- Mathur SB, Kongsdal O. 2003. *Common Laboratory Seed Health Testing Methods for Detecting Fungi*. Ed ke-1. Denmark (DK): ISTA.
- Nelson S. 2011. A half century of research on agricultural applications for RF and microwave dielectric heating. *ASABE Journal*. Paper No. 1110849. DOI: <http://dx.doi.org/10.13031/2013.37336>.
- Peres NA, Souza NL, Peever TL, Timmer LW. 2004. Benomyl sensitivity of isolates of *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* from citrus. *Plant Dis.* 88(2):125–130. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.2.125>.
- Peres NA, Timmer LW, Adaskaveg JE, Correll JC. 2005. Lifestyles of *Colletotrichum acutatum*. *Plant Dis.* 89(8):784–796. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PD-89-0784>.
- Purbojati L, Suwarno FC. 2006. Studi alternatif substrat kertas untuk pengujian viabilitas benih dengan metode uji diatas kertas. *Bul Agron.* 34(1):55–61.
- Smith BJ, Black LL. 1990. Morphological, cultural, and pathogenic variation among *Colletotrichum* species isolated from strawberry. *Plant Dis.* 74:69–76. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PD-74-0069>.
- Syukur M, Sujiprihati S, Koswara J, Widodo. 2007. Pewarisan ketahanan cabai (*Capsicum annum* L.) terhadap antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*. *Bul Agron.* 35(2):112–117.
- Syukur M, Sujiprihati S, Yuniarti R, Kusumah DA. 2010. Evaluasi daya hasil cabai hibrida dan daya adaptasinya di empat lokasi dalam dua tahun. *J Agron Indonesia.* 38(1):43–51.
- Than PP, Jeewon R, Hyde KD, Pongsupasamit S, Mongkolporn O, Taylor PWJ. 2008. Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose on chilli (*Capsicum* spp.) in Thailand. *Plant Pathol.* 57:562–572. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01782.x>.

- Tylkowska K, Turek M, Prieto RB. 2010. Health, germination and vigour of common bean seeds in relation to microwave irradiation. *Phytopathology*. 55:5–12.
- Yulianty, Tripeni TH. 2007. Pengaturan lama perendaman benih cabai (*Capsicum annuum* L.) dalam fungisida berbahan aktif benomyl untuk menekan perkembangan penyakit antraknosa (*Colletotrichum capsici*). *J Sains MIPA*. 13(1):49–54.
- Widodo. 2007. Status of chili anthracnose in Indonesia. Di dalam: *First International Symposium on Chili Anthracnose; 2007 Sep 17–19; Seoul (KR): Seoul National University*. hlm 17–19.
- Zhang WJ, Jiang FB, Ou JF. 2011. Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings IAEES*. 1(2):125–144.