

**PERLAKUAN AIR PANAS (HOT WATER TREATMENT) DAN
PERENDAMAN LARUTAN ASAP CAIR UNTUK
MENGELEMINASI BAKTERI *ACIDOVORAX CITRULLI* PADA
BENIH MENTIMUN**



Mochamad Achrom, Joni Hidayat

**BALAI UJI TERAP TEKNIK DAN METODE KARANTINA
PERTANIAN
2017**

ABSTRAK

Acidovorax citrulli merupakan salah satu OPTK yang bersifat tular benih yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman cucurbitae antara lain mentimun, semangka, mentimun yang banyak dibudidayakan oleh petani, sehingga memiliki risiko tinggi untuk masuk dan menyebar di wilayah Indonesia. Untuk memitigasi risiko masuk dan menyebarnya diperlukan suatu tindakan perlakuan yang efektif dan mudah dilakukan. Untuk mendapatkan perlakuan benih yang efektif tanpa merusak kualitas benih telah dilakukan penelitian awal perlakuan air panas (hot water treatment) dan dilanjutkan dengan pendinginan dengan larutan asap cair tandan kelapa sawit. Rancangan percobaan menggunakan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 6 perlakuan suhu dan diulang tiga kali. Benih mentimun diinokulasi dengan isolat bakteri *A. citrulli* asal buah semangka yang selanjutnya dilakukan perendaman dengan air panas pada suhu 50⁰ C, 52⁰ C, 54⁰ C, 56⁰ C, 58⁰ C dan kontrol selama 10 menit dan dilanjutkan dengan perendaman pada larutan asap cair 2,5 % selama 10 menit. Dari penelitian diperoleh hasil bahwa perlakuan perendaman air panas dikombinasikan dengan perendaman asap cair berpotensi untuk mereduksi populasi bakteri *A. citrulli* pada benih timun tanpa merusak daya kecambah benih. Perlakuan air panas 58⁰ C menekan tingkat infeksi benih mentimun sampai 6,24% dibandingkan kontrol dengan % infeksi kecambah mencapai 88,10 % pada hari ke - 8 setelah tanam.

Kata kunci : *Acidovorax citrulli*, *hot water treatment* , asap cair

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) merupakan salah satu komoditas yang populer di dunia, banyak diminati konsumen dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Kebutuhan benih mentimun di Indonesia cukup tinggi, sedangkan produksi benih pada 2014 baru mencapai 80.926 kg (Kementan 2015), sehingga mendorong para pelaku bisnis untuk mengimpor benih mentimun dari luar negeri dan para petani membuat benih sendiri.

Pemasukan benih mentimun dari luar negeri harus memenuhi persyaratan fitosanitari yaitu benih harus bebas dari organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK) yang tercantum dalam Permentan nomor 51 tahun 2015. Bakteri *Acidovorax citrulli* merupakan OPTK kategori A1 golongan 1 yang berpotensi terbawa benih mentimun impor dan apabila OPTK ini masuk ke Indonesia akan mudah menyebar melalui benih mentimun yang diproduksi oleh petani yang tidak melalui pengujian kesehatan benih.

Bakteri *A. citrulli* merupakan bakteri tular benih penyebab penyakit *Bacterial Fruit Blotch* (BFB) dan dilaporkan dapat menyerang berbagai spesies tanaman Cucurbitaceae seperti semangka, melon, squash, labu, dan mentimun (Burdman & Walcott 2012). Negara pengekspor benih mentimun seperti Thailand, Taiwan, Jepang, dan Cina telah dilaporkan sebagai daerah sebar *A. citrulli*, sehingga pengawasan terhadap pemasukan dan benih dari negara-negara tersebut perlu ditingkatkan.

Upaya untuk mengeleminir penyakit pada benih sudah banyak dikembangkan dan perlakuan perendaman air panas (*hot water treatment*) merupakan salah satu alternatif yang perlu mendapat perhatian karena bersifat ramah lingkungan selain itu penggunaan asap cair dari limbah kelapa sawit sudah banyak dimanfaatkan sebagai pestisida untuk mengeleminir mikroorganisme termasuk bakteri. Dari kedua metode perlakuan terhadap bakteri tersebut perlu dikombinasikan dengan mengembangkan metode perlakuan air panas dengan dilanjutkan dengan pendinginan melalui pencelupan pada larutan asap cair untuk meningkatkan sinergisme kedua perlakuan untuk mengeliminasi bakteri tanpa menurunkan kualitas benih mentimun.

1.1. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi awal pengaruh suhu perlakuan air panas yang berbeda pada waktu yang sama yang dilanjutkan dengan pendinginan pada larutan asap cair 2.5% selama 10 menit terhadap populasi bakteri , persentase benih terserang dan indek vigor benih mentimun.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Acidovorax citrulli*

A. citrulli merupakan anggota dari Betaproteobacteria: Burkholderiales: Comamonadaceae, Genus: *Acidovorax* Species: *citrulli* (Schaad *et al.* 1978) Schaad *et al.* 2008, comb. nov. Synonym: *Acidovorax avenae subsp. citrulli* (Schaad *et al.* 1978) Willems *et al.* 1992.

A. citrulli dikenal sebagai *bacterial fruit blotch* mempunyai inang dari famili Cucurbitaceae dan telah dilaporkan dapat menyerang semangka, melon, squash, labu dan timun (Burdman & Walcott 2012). Kerusakan yang ditimbulkan dapat mencapai 90% hingga 100% (Walcott 2005; Latin 2014). Inang alternatif telah di sarankan berdasarkan pada inokulasi buatan pada tanaman/buah solanaceae dan buah papaya (Nascimento *et al.* 2004 dalam EPPO 2012).

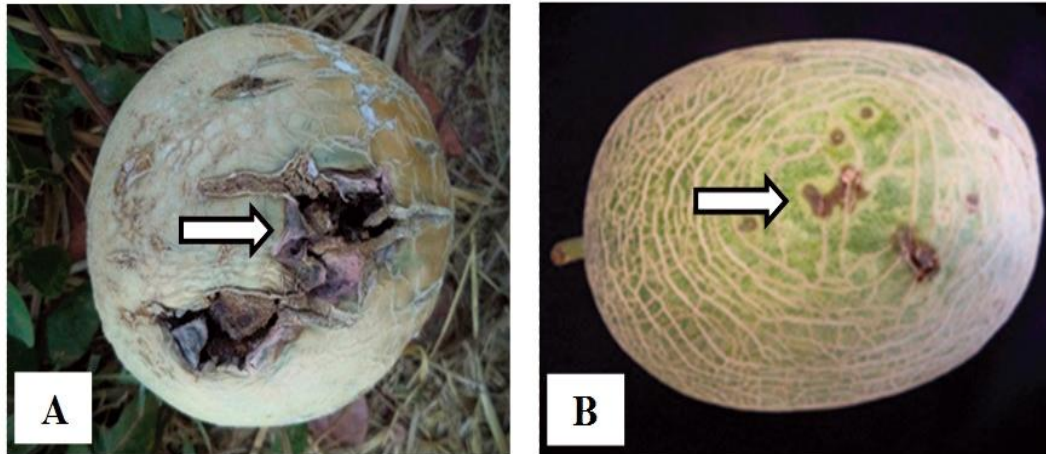
Bacterial fruit blotch telah menyebar di beberapa negara di Amerika, Eropa, Asia dan Australia meliputi : Kanada, USA, Mexico, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Brazil, Hungaria, Italia, Yunani, Turki, Israel, Nigeria, Cina, Korea Selatan, Jepang, Taiwan, Thailand, India, Australia, dan Mariana Island (Burdman & Walcot 2012; Langston 2013).

Gejala pada buah melon akan nampak sebelum panen yaitu berupa becak hijau tua. Becak ini tidak bertambah besar namun akan masuk ke dalam daging buah sehingga daging buah menjadi busuk. Bakteri *A.citrulli* dapat menyerang semua fase pertumbuhan (Walcott 2005). Namun demikian keberadaan *A. citrulli* pada buah cucurbitacea dapat juga tidak menimbulkan gejala (EPPO 2012).

2.2. Asap Cair

Asap cair merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan bahan yang banyak mengandung karbon serta senyawa-senyawa lain, bahan baku yang banyak digunakan adalah kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu dan lain-lain (Amritama 2007). Sedangkan menurut Darmadji (1996), asap cair merupakan hasil kondensasi dari pirolisis kayu yang mengandung sejumlah besar senyawa yang terbentuk akibat proses pirolisis konstituen kayu seperti *sellulosa*, *hemisellulosa* dan *lignin*. Hasil *pirolisis* dari senyawa *sellulosa*, *hemisellulosa* dan *lignin* diantaranya akan

menghasilkan asam organik, fenol, karbonil yang merupakan senyawa yang berperan dalam pengawetan bahan makanan. Senyawa-senyawa tersebut berbeda proporsinya diantaranya tergantung pada jenis, kadar air kayu, dan suhu pirolisis yang digunakan.



Gambar 1 . Kerusakan pada buah melon yang banyak dijumpai di lahan (tanda panah): buah retak hingga pecah, retakan buah berwarna hitam (A); terdapat bercak berwarna hijau tua kebasahan pada permukaan buah (B) (Windari *et al.* 2015)

Pirolisa merupakan proses pemecahan lignoselulosa oleh panas dengan oksigen yang terbatas dan menghasilkan gas, cairan dan arang yang jumlahnya tergantung pada jenis bahan, metode, dan kondisi dari pirolisanya. Pada proses pirolisa sellulosa mengalami 2 tahap. Tahap pertama merupakan reaksi hidrolisis asam yang diikuti oleh dehidrasi yang menghasilkan glukosa. Tahap kedua pembentukan asam asetat dan homolognya bersama air serta sejumlah kecil furan dan fenol (Girard, 1992).

Asap cair yang diperoleh dari pirolisis termasuk grade 3 atau asap cair destilasi. warnanya coklat pekat, kandungan tar (51,82 %) masih tinggi. Grade 3 ini sangat cocok untuk penggumpalan karet, pengawetan kayu dll. Jika digunakan untuk pengawet pada makanan, maka grade 3 harus ditingkatkan ke grade 2. Penggunaan lain grade 3 ini antara lain: pada perkebunan karet, dapat digunakan sebagai koagulan lateks dengan sifat fungsional asap cair/sebagai pengganti asam formiat, anti jamur, antibakteri. Industri kayu, pertahanan terhadap rayap, aplikasi pada penggumpalan lateks/karet mentah, aplikasi pada penyamakan kulit.

Penelitian Fatimah (2011) menunjukkan bahwa asap cair kelapa berpengaruh terhadap bakteri *Bacillus subtilis*, *Salmonella choleraesuis*, dan *Salmonella aureus*. Aktivitas antibakteri terhadap ketiga bakteri tersebut menunjukkan aktivitas antibakteri

tertinggi terdapat pada bakteri *S. choleareus*. Adapun *B. subtilis* merupakan bakteri dengan diameter penghambatan paling kecil. Hal tersebut disebabkan daya tahan *B. subtilis* lebih kuat dari sel vegetative lain karena kemampuannya membentuk spora. Selanjutnya dijelaskan bahwa teknik redistilasi yang dilakukan juga dapat mempengaruhi mutu asap cair. Asap cair hasil redistilasi memberikan aktivitas antibakteri lebih tinggi dibandingkan asap cair tanpa redistilasi. Penelitian lain yang dilakukan oleh Anisah (2014) menunjukkan bahwa asap cair tempurung kelapa sawit yang dipirolisis memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *S. aureus* lebih resisten diandingkan *P. aeruginosa*. Perbedaan ini disebabkan karena adanya perbedaan antara bakteri gram positif (*S. aureus*) dan bakteri gram negative (*P. aeruginosa*). Kelompok bakteri gram positif disusun oleh rantai tetrapeptida dan jembatan intrapeptida yang terdiri dari lima unit glisin. Unit asam muramat disubstitusi oleh tetrapeptida yang dihubungkan oleh jembatan interpeptida dengan ikatan kovalen yang akan menghasilkan struktur kuat dan tahan terhadap kerusakan (Thorpe 1995 dalam Anisah 2014)). kesensitifan *P. aeruginosa* diduga karena bakteri ini mempunyai protein porin PAO1 lebih besar dari protein porin OmpF dan OmpC *E. coli* sehingga asap cair dapat masuk kedalam membrane plasma bakteri tersebut melalui protein porin.

Aktivitas antibakteri ada yang bersifat toksisitas selektif, ada antibakteri yang Bakteriostatik yaitu sifat bakteri yang menghambat pertumbuhan bakteri dan bakterisid merupakan sifat antibakteri yang membunuh bakteri. Sifat antibakteri yang terjadi dapat berbeda satu dengan lainnya sehingga antibakteri dibagi menjadi dua yaitu berspektrum luas dan sempit. Contoh bakteri berspektrum sempit seperti *benzyl penisilin* dan *streptomisin*, bakteri berspektrum luas contohnya *tetrasiklin* dan *kloramfenikol*.

BAB III

BAHAN DAN METODE

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian, Jalan Raya Kampung Utan-Setu, Desa Mekarwangi, Kecamatan Cikarang Barat, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Waktu pelaksanaan pada Bulan Juli sampai Agustus 2017.

3.2. Bahan dan alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu antara lain : isolat *Acidovorax citrulli* asal benih melon, benih mentimun varietas Labana F1, *Proteose peptone* no. 3 (Oxoid), Gliserol (Merck), K_2HPO_4 (J.T Baker), $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (Himedia), *microbacterial agar* (Deben Diagnostics), *Nystatin* (Pharos), *Nutrient Broth* (Merck); Alat alat yang digunakan antara lain : *Waterbath* (Grant Gd 100), *shaker incubator* (JISIKO).

3.3. Metode

Inokulasi A. Citrulli pada benih Mentimun. Isolat bakteri *A. citrulli* ditumbuhkan pada media King's B (KB) modifikasi dengan penambahan nistatin 200 mg, diambil satu koloni dan diinokulasikan pada *Nutrien Broth* dan selanjutnya suspensi bakteri dishaker selama 24 jam pada suhu 28^0 C dan kecepatan 120 rpm sampai media berwarna keruh. Untuk memperoleh benih mentimun terinfeksi dengan cara merendam benih dalam suspensi bakteri *A. citrulli* dalam wadah kaca dan di kocok pada mesin *shaker inkubator* selama 1 jam dan kecepatan 120 rpm. Setelah dilakukan perendaman dilanjutkan penyaringan dan pengeringan dengan cara dikering anginkan.

Perlakuan perendaman air panas dan asap cair. Benih yang telah terinfeksi *A. citrulli* masing masing sebanyak 200 butir setiap unit perlakuan dibungkus dengan kantong kain dan dimasukkan ke dalam *waterbath* selama 10 menit pada suhu air yang berbeda sebagai perlakuan yaitu : Kontrol, 50^0 C, 52^0 C, 54^0 C, 56^0 C dan 58^0 C. Masing-masing perlakuan diulang tiga kali. Setelah perendaman pada air panas selama 10 menit benih segera didinginkan pada larutan asap cair 2.5 % selama 10 menit yang selanjutnya ditiriskan dan dikering anginkan.

Perkecambahan benih. Benih mentimun yang telah diberi perlakuan masing-masing sebanyak 100 butir setiap perlakuan dan diulang tiga kali, dikecambahkan menggunakan metode pasir (ISTA 2014) pada bak plastik berukuran 35x28 cm yang telah diberi media pasir steril. Benih diinkubasi di rumah kaca pada suhu lingkungan 27-30 °C selama 8 hari. Pengamatan benih dilakukan dengan menghitung indek vigor pada hari ke empat, daya kecambah benih pada hari ke delapan dan persentase benih bergejala *Bacterial Fruit Blotch (BFB)* sampai hari ke delapan dengan ditandai dengan adanya gejala busuk basah (*water soaking*) pada daun.

Daya berkecambah (DB) dihitung berdasarkan Sadjad *et al.* (1999) dengan menghitung persentase jumlah kecambah normal dengan menggunakan rumus :

$$(1) \quad \text{Daya Kecambah} : \frac{\text{Jumlah KN I} + \text{Jumlah KN II}}{\text{Jumlah benih yang ditanam}} \times 100\%$$

KN I : jumlah kecambah normal 4 hari setelah perlakuan semai (HSP)
 KN II : jumlah kecambah normal 8 HSP mengikuti ISTA (2014),

Indek vigor (IV) dihitung berdasarkan rumus :

$$(2) \quad \text{Indek Vigor} : \frac{\text{Jumlah KN I}}{\text{Jumlah benih yang ditanam}} \times 100\%$$

KN I : jumlah kecambah normal 4 hari setelah perlakuan semai (HSP)

Persentase benih bergejala dihitung dengan rumus:

$$(3) \quad \text{Persentase benih bergejala} : \frac{\text{Jumlah BFB}}{\text{Jumlah benih yang ditanam}} \times 100\%$$

BFB = benih bergejala *Bacterial Fruit Blotch*

Uji kepadatan bakteri. Benih mentimun sebanyak 100 butir dihaluskan menggunakan mortal hingga benar-benar halus. Setelah benih halus, kemudian diberi NaCl dengan perbandingan 1:20. Campuran benih dan NaCl didiamkan selama 30 menit sebelum dilakukan pengenceran. Pengenceran bakteri menggunakan larutan NaCl dilakukan hingga pengenceran 10^{-4} . Sebelumnya, media KB sudah disiapkan dalam petridish siap pakai. Setiap tingkat pengenceran kemudian diambil 1 ml dan dibiakan dalam media

agar KB. Larutan bakteri diratakan dengan menggunakan L glass agar menyebar. Perataan ini dilakukan hingga permukaan agar kesat. Hal ini menandakan larutan sudah menyerap di agar. Setelah semua benih sesuai dengan perlakuannya diencerkan dan dibiakan dalam media KB, petridish langsung diselotip dan didiamkan selama 3 hari untuk melihat pertumbuhan bakterinya

3.4. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) non faktorial menggunakan Minitab 18, jika terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji Tukey dengan tingkat kesalahan 5% (Gomes & Gomes 1995).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh perlakuan terhadap indeks vigor dan daya kecambah.

Perlakuan panas sampai dengan 58 °C selama 10 menit dan dilanjutkan pendinginan pada larutan asap cair 2.5% selama 10 menit tidak berbeda nyata pada indeks vigor dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1), hal ini yang menunjukkan perlakuan panas tidak memberikan pengaruh terhadap daya berkecambah benih.

Tabel 1. Indeks vigor benih mentimun (jumlah berkecambah normal hari ke empat) setelah perlakuan

Perlakuan	Kecambah normal (%)
Kontrol (Benih sehat)	82 ^a
50 °C 10 menit	79.67 ^a
52 °C 10 menit	77.3 ^a
54 °C 10 menit	78.67 ^a
56 °C 10 menit	78.67 ^a
58 °C 10 menit	74.67 ^a
P value = 0.812	

Angka dalam kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey 5%.

4.2. Pengaruh perlakuan terhadap persentase gejala

Benih yang diinokulasi bakteri *A. citrulli* memberikan visualisasi gejala serangan yang nyata setelah benih berkecambah dengan gejala serangan busuk basah (*water soaking*) yang muncul langsung pada kotiledon dan menyebabkan kematian pada kecambah (Gambar 1 dan 2). Semua perlakuan mampu menekan gejala serangan *BFB* dibandingkan dengan tanpa perlakuan dan antar perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 2).



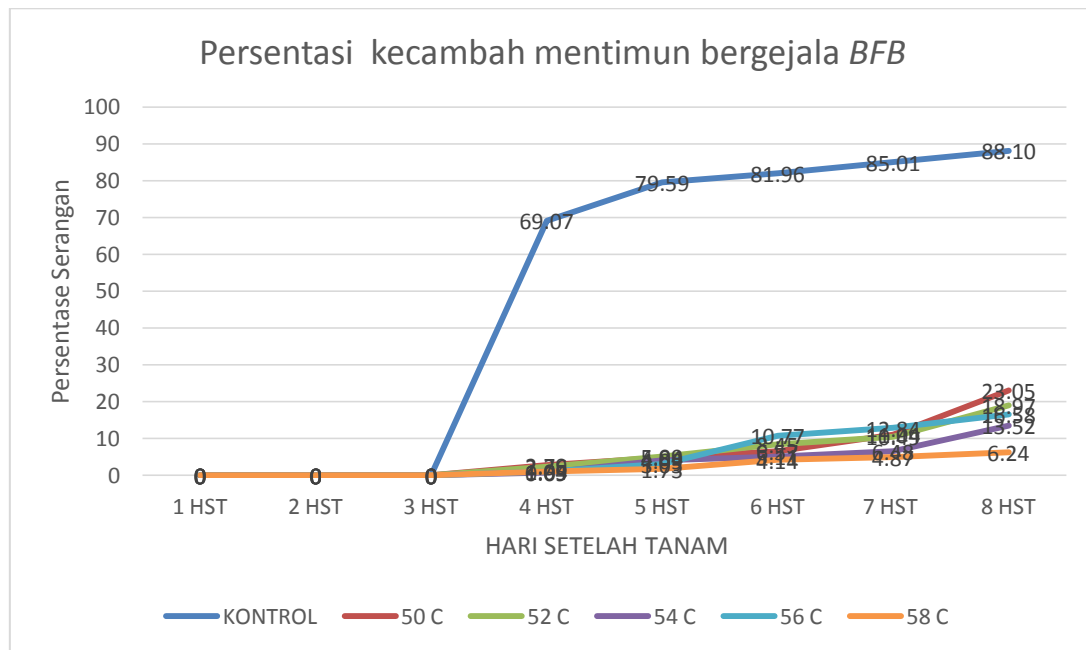
Gambar 1. Gejala busuk basah pada kotiledon mentimun



Gambar 2. Pertumbuhan kecambah mentimun 12 hari setelah tanam

Perlakuan air panas 58 °C selama 10 menit dan dilanjutkan pendinginan pada larutan asap cair 2.5% selama 10 menit menghasilkan persentase gejala serangan *BFB* pada hari ke delapan yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan panas lainnya tetapi

menghasilkan persentase yang paling kecil (6.24 %) dan berbeda nyata dengan kontrol, walaupun masih belum mampu menekan serangan sampai 0 %.



Gambar 3. Grafik perkembangan persentase gejala BFB pada kecambah mentimun

Tabel 2 Jumlah kecambah benih mentimun bergejala penyakit *Bacterial Fruit Blotch* pada hari ke delapan setelah perlakuan

Perlakuan air panas	Kecambah bergejala <i>BFB</i> (%)	
Kontrol	88.1	A
50 °C 10 menit	23.05	B
52 °C 10 menit	18.97	B
54 °C 10 menit	13.52	B
56 °C 10 menit	16.58	B
58 °C 10 menit	6.24	B
<i>P value</i> = 0.000		

Angka dalam kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey 5%.

4.3. Pengaruh perlakuan terhadap populasi bakteri

Bakteri *A. citrulli* berhasil diinjeksikan ke dalam benih mentimun dengan metode perendaman benih dalam suspensi bakteri dan di kocok pada *shaker inkubator* kecepatan 120 rpm selama 1 jam. Ekstraksi benih mentimun yang infeksi bakteri secara buatan menghasilkan kepadatan bakteri sebesar 8.5×10^5 cfu/gr benih. Benih mentimun tersebut menunjukkan gejala busuk kebasahan (*water soaking*) jika ditanam pada media pasir steril pada pengamatan gejala hari ke 4 setelah tanam. Perlakuan air panas pada suhu 58°C selama 10 menit dilanjutkan pendinginan pada larutan asap cair 2.5% selama 10 menit mampu menurunkan populasi bakteri secara signifikan dibandingkan kontrol hingga mencapai 4.42 log cfu/gr benih (Tabel 3). Namun demikian jika benih tersebut ditanam masih menunjukkan gejala busuk kebasahan sebesar 6.24 % (Tabel 2). Perlakuan air panas hingga suhu 58°C selama 10 menit dan dilanjutkan pendinginan pada larutan asap cair 2.5% selama 10 menit mampu menurunkan populasi bakteri namun belum mengeliminasi bakteri hingga 100% sebagaimana dipersyaratkan dalam perlakuan karantina tumbuhan untuk benih yang terinfeksi oleh OPTK. Populasi bakteri sebesar 4.42 log cfu/gr benih mampu berkembang dan menghasilkan gejala busuk pada daun hingga menyebabkan kematian tanaman.

Nomura & Shirakawa (2001), menyatakan bahwa perlakuan air panas pada benih melon untuk mengeradikasi *A. citrulli* pada suhu $54 - 56^\circ\text{C}$ selama 10-30 menit mampu mereduksi insiden kejadian penyakit tetapi tidak dapat mengeradikasi pathogen. Begitu juga bakterisida hanya mampu mereduksi kejadian penyakit tetapi tidak dapat mengeradikasi pathogen. Sehingga diperlukan kombinasi perlakuan yang saling bersinergi untuk mengeradikasi pathogen *A. citrulli* tanpa merusak vigor benih.

Asap cair merupakan senyawa hasil pirolisis kayu atau limbah organik yang mengandung berbagai komponen kimiawi seperti fenol dan asam organik (Oramahi *et al.* 2010). Asap cair telah banyak digunakan dalam pengawetan ikan olahan karena mengandung komponen antibakteri dan anti jamur, sehingga memungkinkan sebagai bakterisida. Perlakuan air panas maupun pendinginan pada larutan asap cair masih memungkinkan dilakukan pada benih mentimun dengan waktu perlakuan yang lebih lama untuk mencapai sinergisme kombinasi perlakuan yang dapat mengeradikasi *A. citrulli* mengingat indeks vigor benih pada perlakuan air panas 58°C 10 menit tidak mengalami penurunan yang signifikan dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 3 Populasi bakteri *A. citrulli* setelah perlakuan

Perlakuan	Populasi bakteri (log cfu/gr benih)
Kontrol (benih terinfeksi bakteri)	6.87 a
50 °C 10 menit	5.41 ab
52 °C 10 menit	4.78 ab
54 °C 10 menit	4.44 ab
56 °C 10 menit	4.72 ab
58 °C 10 menit	4.42 b
P value = 0.045	

Angka dalam kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey 5%. Data kepadatan *Aac* ditransformasi dengan log 10 (Y+1).

.

BAB IV

SIMPULAN

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa perlakuan panas 58 °C selama 10 menit dan dilanjutkan dengan pendinginan pada larutan asap air tandan kelapa sawit 2.5 % selama 10 menit :

1. Dapat menekan pertumbuhan populasi bakteri *A. citrulli* pada benih mentimun.
2. Dapat menurunkan persentase gejala *BFB*
3. Tidak menyebabkan penurunan vigor pada benih mentimun dibandingkan kontrol.
4. Tidak dapat mengeradikasi bakteri *A. citrulli* sampai 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amritama, D. 2007. Asap Cair. <http://tech.groups.yahoo.com/message/7945>. Diakses tanggal 25 agustus 2015.
- Anisah, Kurnia. 2014. Analisis Komponen Kimia Dan Uji Antibakteri Asap Cair Tempurung Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Pada Bakteri *Straphylococcus aureus* Dan *Pseudomonas aeruginosa*. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Burdman, S. and Walcott, R.R. (2012). *Acidovorax citrulli: generating basic and applied knowledge to tackle a global threat to the cucurbit industry*. Molecular Plant Pathology, 13, 805-815. doi:10.1111/j.1364- 3703.2012.00810.x
- Darmadji, Purnomo. 1996. Antibakteri Asap Cair Dari Limbah Pertanian. *Agritech* 16(4) 19-22. Yogyakarta.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization [EPPO]. 2012. Report of a Pest Risk Analysis for *Acidovorax citrulli*. 14-19591 (14-19324, 13-19066).
- Fatimah, Feti. 2011. Komposisi dan aktivitas anti bakteri asap cair sabut kelapa yang dibuat dengan teknik pembakaran non pirolisis. *Agritech*. 31(4):306-311
- Food and Agricultural Organization[FAO]. 2007. Peraturan, Standard dan Sertifikasi Untuk Ekspor Produk Pertanian (terjemahan). Publikasi RAP 2007/13 tersedia di www.fao.org diakses 15 agustus 2015.
- Girard, J. P. 1992. *Smoking in Technology of Meat and Meat Products*. J.P. Girard (ed). Ellis Horwood. New York.
- Gomes KA, Gomes AA. 1995. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. SjamsudinE, Baharsjah JS, penerjemah. Jakarta (ID): UI Press. Terjemahan dari: *Statistical Procedures for Agricultural Research*.
- [ISTA] International Seed Testing Association. 2014. International Rules for Seed Testing 2014. Switzerland. Online ISSN 2310-3655.
- [Kementan] Kementerian Pertanian RI. 2015. Statistik Pertanian 2015. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Langston, D.B. 2013. *Acidovorax citrulli* Bacterial Fruit Blotch of Cucurbit. European and Mediterranean Plant Protection Organization Leong, Steven . 2011. the use of wood vinegar in reducing the dependence on agro-chemicals. tersedia di

<http://www.agrowingculture.org/2011/04/the-use-of-wood-vinegar-in-reducing-the-dependence-on-agro-chemicals/> diakses 25 agustus 2015.

- Latin, R.X. 2000. *Bacterial Fruit Blotch of Cucurbit*. *PlantHealth Progress*, doi:10.1094/PHP-2000-0602-01- HM
- Nomura Tsuyoshi, Shirakawa Takashi. 2001. *Efficacy of hot water treatment and bactericide treatment of watermelon seed infected by Acidovorax avenae subsp. citrulli*. *Annual Report of The Kansai Plant Protection Society* Vol.43 (2001)p.1-6
- Oramahi H. A., Diba F., Wahdina. 2010. Efikasi asap cair tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dalam penekanan perkembangan jamur *Aspergillus niger*. *J.HPTropika*. Vol 10, No.2: 146-163, September 2010
- Sadjad S, Murniati E, Ilyas S. 1999. Parameter pengujian Vigor Benih. Dari Komparatif ke Simulatif. Jakarta: Grasindo
- Walcott, R. R. 2005. Bacterial fruit blotch of cucurbits. The Plant Health Instructor, <https://doi.org/10.1094/PHI-I-2005-1025-02>.
- Windari,U. dan T. Joko.2014. Insidensi Penyakit *Bacterial Fruit Blotch* Pada Melon di Daerah Istimewa Yogyakarta dan Sekitarnya. Proseding Seminar Nasional Pengembangan dan Pemanfaatan IPTEKS untuk Kedaulatan Pangan. Dalam rangka Dies Natalis ke-68 Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada 2014.