

Efektivitas *Seed Coating* dan *Biopriming* dengan Rizobakteri dalam Mempertahankan Viabilitas Benih Cabai dan Rizobakteri selama Penyimpanan

The Effectiveness of Seed Coating and Biopriming with Rhizobacteria on Viability of Hot Pepper Seed and Rhizobacteria during Storage

Ita Madyasari¹, Candra Budiman², Syamsuddin³, Dyah Manohara⁴, dan Satriyas Ilyas^{2*}

Diterima 08 Maret 2017/Disetujui 25 Oktober 2017

ABSTRACT

The objective of the study was to obtain the best coating formula for hot pepper seeds, and evaluate the effect of seed coating and biopriming with rhizobacteria on viability of hot pepper seeds and rhizobacteria during storage. Experiment 1 was arranged in a completely randomized design with one factor i.e. 11 coating formula. Experiment 2 was arranged in a nested plot design with two factors, storage period (0, 4, 8, 12, 16, 20, and 24 weeks) as main factor and seed treatment consisted of 11 treatments (control, seed coating with E1+F2B1, ST116B, CM8; biopriming 24 h with E1+F2B1, ST116B, CM8; biopriming 48 h with E1+F2B1, ST116B, and CM8; priming metalaxyl) as nested factor. Result of experiment 1 indicated that the best coating formula for hot pepper seed was sodium alginate 2.5% and was used in experiment 2. Experiment 2 showed that seed coating and biopriming with rhizobacteria were able to maintain seed viability (79-89%) for 24 weeks of storage at 27-30 °C as compared to priming metalaxyl (54%). Biopriming E1+F2B1 24 h or CM8 48 h resulted in the highest index of seed vigor after 24 weeks of storage. Population of rhizobacteria in seed tissue decreased in bioprimed seeds from 10⁵-10⁷ cfu g⁻¹ to 10⁴ cfu g⁻¹ after being stored for 24 weeks.

Keywords: rhizobacteria isolates, seed treatment, seed vigor, sodium alginate

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mendapatkan formula *coating* terbaik pada benih cabai dan mengevaluasi pengaruh *seed coating* dan *biopriming* dengan rizobakteri dalam mempertahankan viabilitas benih cabai dan rizobakteri selama penyimpanan. Percobaan 1 menggunakan rancangan acak lengkap satu faktor yang terdiri atas 11 formula *coating*. Percobaan 2 menggunakan rancangan petak tersarang dua faktor, periode simpan (0, 4, 8, 12, 16, 20, dan 24 minggu) sebagai faktor utama dan perlakuan benih yang terdiri atas 11 perlakuan (kontrol, *seed coating* dengan E1+F2B1, ST116B, CM8; *biopriming* 24 jam dengan E1+F2B1, ST116B, CM8; *biopriming* 48 jam dengan E1+F2B1, ST116B, dan CM8; *priming* metalaksil) sebagai faktor tersarang. Hasil Percobaan 1 menunjukkan bahwa formula *coating* terbaik untuk benih cabai ialah natrium alginat 2.5% dan digunakan pada percobaan 2. Percobaan 2 menunjukkan bahwa *seed coating* dan *biopriming* dengan rizobakteri mampu mempertahankan viabilitas benih (78-89%) selama 24 minggu penyimpanan pada suhu 27-30 °C dibandingkan *priming* metalaksil (54%). *Biopriming* E1+F2B1 24 jam atau *biopriming* CM8 48 jam menghasilkan indeks vigor paling tinggi setelah disimpan selama 24 minggu. Populasi rizobakteri di dalam jaringan benih menurun pada benih yang diberi perlakuan *biopriming* dari 10⁵-10⁷ cfu g⁻¹ menjadi 10⁴ cfu g⁻¹ setelah disimpan selama 24 minggu.

Kata kunci: isolat rizobakteri, natrium alginat, perlakuan benih, vigor

¹Mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

³Departemen Agroekoteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Syah Kuala,
Kampus Darussalam, Banda Aceh, Indonesia

⁴Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Jl Tentara Pelajar No 3A Menteng Bogor Barat
email: satriyas252@gmail.com (*penulis korespondensi)

PENDAHULUAN

Cabai merupakan salah satu komoditas hortikultura yang peranannya cukup penting sebagai bahan pangan dan bahan baku industri. Jumlah konsumsi cabai terus mengalami peningkatan sejalan dengan pertumbuhan penduduk Indonesia setiap tahun (Syukur *et al.*, 2012). Produktivitas cabai pada tahun 2014 mencapai 14.28 ton ha⁻¹ (Kementan, 2014). Hal ini masih jauh di bawah potensi hasil yang berkisar 12-20 ton ha⁻¹. Peningkatan produksi dapat dilakukan dengan cara penggunaan benih bermutu, dan pengendalian hama penyakit tanaman. Penggunaan benih bermutu merupakan kunci awal dalam menghasilkan tanaman yang sehat. Pengendalian hama dan penyakit tanaman di lapangan juga penting dalam proses produksi. Salah satu cara untuk menghasilkan benih bermutu dan pengendalian hama penyakit yang ramah lingkungan adalah penggunaan rizobakteri pada benih.

Perlakuan rizobakteri pada benih dapat dilakukan dengan cara *seed coating* dan *seed priming*. *Seed coating* ialah pelapisan benih dengan beberapa bahan seperti pestisida, unsur hara yang direkatkan oleh bahan pengikat dalam meningkatkan performa benih, dan bentuk asli benih tidak berubah (Copeland dan McDonald, 2001). Hasil penelitian Tefa (2015), menunjukkan perlakuan *seed coating* dengan natrium alginat+xantan gum dicampur dengan tiga isolat yaitu *Actinomyces*, *Bacillus* dan *Pseudomonas* meningkatkan viabilitas dan kesehatan benih cabai selama periode simpan 5 bulan.

Seed priming ialah penyerapan air untuk menginisiasi awal perkecambahan tetapi tidak sampai radikula muncul kemudian diikuti dengan pengeringan (McDonald, 2000). *Biopriming* dengan rizobakteri *Bacillus polymyxa* BG25 yang dicampur dengan *Pseudomonas fluorescence* PG01 dapat mengurangi kejadian penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum capsici* sebesar 53-72%, meningkatkan pertumbuhan tanaman, produksi buah dan mutu benih yang dihasilkan (Ilyas *et al.*, 2015). *Biopriming* dengan rizobakteri ST116B pada benih cabai dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan berpotensi mengendalikan penyakit busuk phytophthora (Ibrahim *et al.*, 2014). Studi selanjutnya membuktikan bahwa *biopriming*

menggunakan isolat rizobakteri tunggal maupun kombinasi (CM8, ST116B, ST116B+CM8) nyata meningkatkan jumlah daun dan menurunkan kejadian busuk phytophthora pada tanaman cabai sebesar 58-82% (Rosadiah *et al.*, 2015).

Kelemahan aplikasi rizobakteri pada benih ialah jumlah populasi rizobakteri akan menurun selama penyimpanan. Hal ini akan mempengaruhi kemampuan rizobakteri sebagai PGPR. Hapsari (2013) melaporkan, benih kedelai yang dilapisi dengan *Methylobacterium* spp. dan *arabic gum* yang disimpan selama 6 bulan pada suhu kamar mengalami penurunan populasi rizobakteri dari 10³-10⁷ cfu g⁻¹ menjadi 10¹-10² cfu g⁻¹, walaupun demikian daya berkecambahnya masih lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Tujuan penelitian ini ialah mendapatkan formula *coating* terbaik untuk benih cabai dan mengevaluasi pengaruh *seed coating* atau *biopriming* dengan rizobakteri dalam mempertahankan viabilitas benih cabai dan rizobakteri selama penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Bogor; Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada bulan Februari sampai Desember 2016. Benih yang digunakan ialah benih cabai varietas Laris diperoleh dari PT East West Seed Indonesia yang dipanen pada tanggal 5 Oktober 2015. Benih diuji terlebih dahulu (3 Februari 2016) sebelum digunakan dalam percobaan, diperoleh daya berkecambah 88% dan kadar air benih 6%.

1. Seleksi Bahan *Coating* Terbaik untuk Benih Cabai

Rancangan percobaan yang digunakan pada percobaan ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor yaitu perlakuan pelapisan benih (*seed coating*). Masing-masing perlakuan dibuat dalam empat ulangan. Setiap unit percobaan terdiri atas 100 butir benih. Perlakuan *seed coating* yang digunakan sebagai berikut:

1. Kontrol

2. *Arabic gum* 20%
3. *Arabic gum* 50%
4. Na alginat 2.5%
5. Na alginat 5%
6. Xantan gum 2.5%
7. Xantan gum 5%
8. Na alginat 2.5% + xantan gum 2.5%
9. Na alginat 5% + xantan gum 2.5%
10. Na alginat 2.5% + xantan gum 5%
11. Na alginat 5% + xantan gum 5%

Pelapisan Benih

Proses pelapisan benih dilakukan secara manual. Konsentrasi *arabic gum* 20% dibuat dengan cara 20 g *arabic gum* dilarutkan dalam 100 mL akuades. Perlakuan *coating* lainnya dibuat sesuai dengan masing-masing konsentrasi. Benih sebanyak ± 7 g dimasukkan setelah diperoleh larutan yang homogen. Benih diaduk di dalam larutan selama 20 menit sampai merata, kemudian disaring menggunakan saringan berukuran 18 mesh untuk menghilangkan larutan yang tersisa. Benih dikering-anginkan dalam *laminar air flow cabinet* selama 24 jam, kemudian diukur kadar air benih. Benih yang telah kering diuji viabilitas (daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum) dan vigor (indeks vigor, kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh) dengan metode uji di atas kertas menggunakan boks plastik berukuran 14 cm x 9 cm x 5 cm pada setiap unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari dua boks plastik yang ditanam 50 butir benih dan diletakkan dalam ruangan bersuhu 25-27 °C.

2. Efektivitas *Seed Coating* dan *Biopriming* Benih dengan Rizobakteri dalam Mempertahankan Viabilitas Benih dan Rizobakteri selama Penyimpanan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah petak tersarang (*nested design*) dua faktor dengan periode simpan (0, 4, 8, 12, 16, 20, dan 24 minggu) sebagai faktor utama dan perlakuan benih (*seed coating* dan *biopriming*) sebagai faktor tersarang. Perlakuan benih pada percobaan ini adalah sebagai berikut:

1. Kontrol
2. *Seed coating* isolat E1+F2B1
3. *Seed coating* isolat ST116B
4. *Seed coating* isolat CM8
5. *Biopriming* isolat E1+F2B1 (24 jam)
6. *Biopriming* isolat ST116B (24 jam)
7. *Biopriming* isolat CM8 (24 jam)

8. *Biopriming* isolat E1+F2B1 (48 jam)
9. *Biopriming* isolat ST116B (48 jam)
10. *Biopriming* isolat CM8 (48 jam)
11. *Priming* metalaksil 800 ppm (24 jam)

Setiap akhir periode simpan dilakukan pengamatan terhadap viabilitas (daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum) dan vigor benih (indeks vigor, kecepatan tumbuh). Jumlah benih yang digunakan dalam pengujian pada setiap unit percobaan sebanyak 100 butir dengan empat ulangan. Pengamatan meliputi kadar air, populasi rizobakteri di dalam jaringan benih menggunakan dua ulangan.

Perbanyak Isolat Rizobakteri

Perbanyak isolat rizobakteri dilakukan dengan menggunakan media *potato dextrose agar* (PDA) secara aseptik dalam *laminar air flow cabinet*, kemudian diinkubasi pada suhu 27-30 °C selama 48 jam untuk mendapatkan koloni tunggal. Koloni tunggal kemudian digoreskan pada cawan petri steril yang berisi media PDA dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 27-30 °C. Rizobakteri yang telah diperbanyak pada media PDA digunakan untuk membuat suspensi rizobakteri. Pembuatan suspensi rizobakteri dengan cara rizobakteri yang tumbuh pada media PDA diambil menggunakan jarum ose, kemudian dicampur dengan *potato dextrose broth* (PDB). Suspensi bakteri digoyang dengan menggunakan *rotary shaker* selama 48 jam, kemudian kerapatannya menggunakan *total plate count* (TPC). Kerapatan rizobakteri berdasarkan metode TPC sebagai berikut E1 = 1.4×10^7 cfu mL⁻¹, F2B1 = 6×10^7 cfu mL⁻¹, ST11B = 3.6×10^8 cfu mL⁻¹, CM8 = 1.6×10^8 cfu mL⁻¹.

Perlakuan benih

Benih sebelum diberi perlakuan terlebih dahulu didisinfeksi dengan merendam benih dalam alkohol 70% selama 3 menit, kemudian dicuci dengan akuades sebanyak tiga kali dan dikering-anginkan dalam *laminar air flow cabinet* selama 60 menit. Perlakuan *coating* benih menggunakan formula *coating* terbaik dari percobaan 1. Pelarut yang digunakan untuk proses *coating* pada percobaan ini adalah suspensi isolat rizobakteri.

Prosedur *coating* sama seperti pada percobaan 1. *Biopriming* dilakukan dengan cara merendam benih dalam 150 mL suspensi

rizobakteri selama 24 atau 48 jam pada suhu 26 °C (Ibrahim *et al.*, 2014; Rosadiah *et al.*, 2015). Perlakuan *priming* metalaksil (Saramil, 35% *metalaxyl*) dilakukan dengan cara melarutkan 0.12 g fungisida metalaksil pada 150 mL akuades, kemudian benih dimasukkan dan direndam selama 24 jam.

Benih yang telah diberi perlakuan kemudian dikering-anginkan dalam *laminar air flow cabinet*. Perlakuan benih dengan *seed coating*, *biopriming* selama 24 jam, fungisida metalaksil, dan kontrol dikeringkan selama 24 jam, sedangkan perlakuan benih dengan *biopriming* selama 48 jam dikeringkan selama 48 jam sehingga mencapai kadar air 8-10%. Benih cabai yang telah dikering-anginkan kemudian dikemas di dalam plastik polipropilen 0.8 mm dan disimpan pada suhu 27-30 °C di dalam boks agar terhindar dari hama tikus.

Data hasil percobaan 1 dan 2 dianalisis dengan menggunakan uji F. Hasil yang menunjukkan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Seleksi Bahan *Coating* Terbaik

Benih yang telah dilapisi bahan *coating* mengalami peningkatan bobot benih yang awalnya ± 7 g meningkat menjadi 8-11 g (Tabel 1). Peningkatan bobot benih terjadi dikarenakan adanya formula *coating* yang menempel pada permukaan benih cabai. Bahan

yang memiliki tekstur yang lebih kental akan menempel pada permukaan benih lebih banyak. Pelapisan benih dengan *arabic gum* 50% memiliki peningkatan bobot yang paling besar 4.6 g yaitu dari 7.0 g menjadi 11.6 g. Hal ini dikarenakan perlakuan *arabic gum* memiliki konsentrasi yang paling besar (50%) diantara sembilan perlakuan lainnya. Selain itu, peningkatan kadar air juga dapat menyebabkan peningkatan bobot benih setelah dilapisi. Kadar air yang masih tinggi disebabkan oleh proses pengeringan yang tidak sempurna dan kekentalan bahan lapisan. Bahan *coating* yang kental membutuhkan waktu yang lama dalam proses pengeringan sehingga pengeringan 24 jam di dalam *laminar air flow* tidak cukup sampai menurunkan kadar air benih yang aman.

Perlakuan *coating* yang tidak berbeda nyata dengan kontrol menunjukkan bahwa bahan *coating* yang digunakan pada benih cabai tidak mempengaruhi viabilitas dan vigor benih cabai atau tidak bersifat racun terhadap benih (Tabel 2). Perlakuan *arabic gum* 20% , natrium alginat 2.5%, natrium alginat 5% tidak berbeda nyata dengan kontrol pada IV (indeks vigor), K_{CT} (kecepatan tumbuh), K_{ST} (keserempakan tumbuh), DB (daya berkecambah) dan PTM (potensi tumbuh maksimum). Hal ini menunjukkan bahan *coating arabic gum* 20%, natrium alginat 2.5%, dan natrium alginat 5% tidak bersifat racun dan dapat mempertahankan viabilitas dan vigor benih serta dapat menjadi bahan formula *coating* terbaik untuk benih cabai.

Tabel 1. Bobot benih (g) dan kadar air (%) setelah dilakukan pelapisan benih

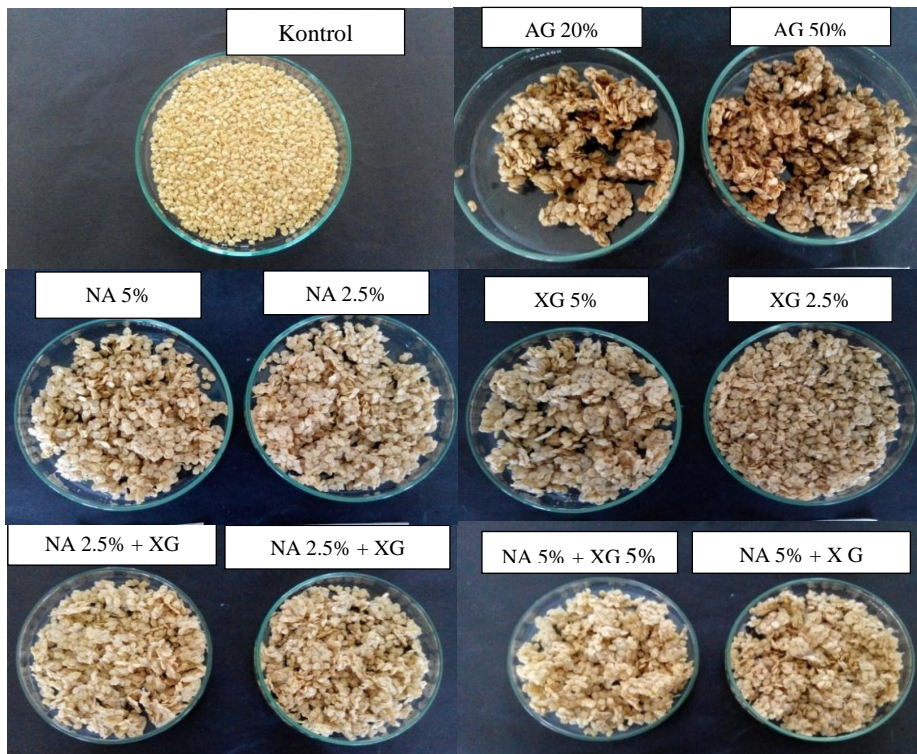
Formula <i>Coating</i>	Bobot Sebelum Dilapisi (g)	Bobot Setelah Dilapisi (g)	Peningkatan Bobot (g)	KA (%)
<i>Arabic gum</i> 20%	7.0	10.2	3.1	20.7
<i>Arabic gum</i> 50%	7.0	11.6	4.6	14.0
Na alginat 2.5%	7.0	7.9	0.9	13.8
Na alginat 5%	7.0	8.9	1.9	24.8
Xantan gum 2.5%	7.0	7.8	0.7	12.4
Xantan gum 5%	7.0	9.1	2.1	22.9
Na alginat 2.5% + xantan gum 2.5%	7.0	8.9	1.9	20.4
Na alginat 5% + xantan gum 2.5%	7.0	8.9	1.9	15.8
Na alginat 2.5% + xantan gum 5%	7.0	9.5	2.5	21.1
Na alginat 5% + xantan gum 5%	7.0	9.6	2.6	19.1

Keterangan: KA = kadar air. Kadar air awal sebesar 6%.

Tabel 2. Pengaruh pelapisan benih cabai terhadap viabilitas dan vigor benih

Formula <i>Coating</i>	IV %	K _{CT} %/etmal	K _{ST} %	DB %	PTM %
Kontrol	12.0 a	9.9 a	59.0 a	90.8 a	98.5 a
AG 20%	7.3 abc	9.6 ab	60.0 a	88.8 ab	97.3 a
AG 50%	5.8 bcd	9.3 b	62.3 a	87.5 ab	98.0 a
NA 2.5%	10.5 a	9.9 a	66.3 a	88.3 ab	98.3 a
NA 5%	10.0 ab	10.2 a	67.3 a	91.3 a	97.8 a
XG 2.5%	7.0 abc	9.3 b	59.0 a	87.3 ab	98.3 a
XG 5%	3.0 cd	7.5 de	37.8 bc	77.0 c	96.5 ab
NA 2.5% + XG 2.5%	5.3 cd	8.4 c	45.5 b	83.0 bc	95.8 abc
NA 5% + XG 2.5%	4.8 cd	7.8 cd	44.8 b	76.5 c	93.0 cd
NA 2.5% + XG 5%	4.8 cd	7.8 cd	38.3 bc	78.3 c	94.0 bcd
NA 5% + XG 5%	1.3 d	6.9 e	34.8 c	76.5 c	92.0 d
KK (%)	10.4	6.7	10.6	5.5	1.9

Keterangan: AG = *arabic gum*, NA = natrium alginat, XG = xantan gum, IV = indeks vigor, K_{CT} = kecepatan tumbuh, K_{ST} = keserempakan tumbuh, DB = daya berkecambah, PTM = potensi tumbuh maksimum. Data indeks vigor adalah data hasil transformasi ln(x+5). Data yang ditampilkan merupakan data sebenarnya. Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT.



Gambar 1. Hasil perlakuan *coating* pada benih cabai. AG = *arabic gum*, NA = natrium alginat, XG = xantan gum.

Hasil penelitian Malabadi dan Staden (2005), apeks vegetatif embrio somatik pinus yang dienkapsulasi menggunakan natrium alginat 2.5% memberikan perkecambahan paling tinggi sebesar 89%. Anis *et al.* (2012) menunjukkan benih *sun flower* yang dilapisi

natrium alginat 1% dan 2% secara signifikan meningkatkan daya berkecambah 100% dibandingkan dengan kontrol. Menurut Palupi *et al.* (2013), campuran formula alginat 3% plus gambut 1% dapat mempertahankan vigor

benih padi sebesar 12% setelah disimpan selama 2 bulan.

Benih cabai yang dilapisi dengan *arabic gum* mengalami perubahan warna dari warna asli menjadi warna coklat mengkilap (Gambar 1). Formula *coating* terbaik untuk benih cabai berdasarkan pengujian viabilitas dan vigor benih, penampilan benih cabai setelah dilapisi bahan *coating*, efisiensi penggunaan bahan *coating* adalah Na alginat 2.5%. Bahan *coating* Na alginat 2.5% selanjutnya digunakan pada percobaan kedua.

2. Efektivitas *Seed Coating* dan Biopriming Benih dengan Rizobakteri dalam Mempertahankan Viabilitas Benih dan Rizobakteri selama Penyimpanan

Kadar air benih selama proses penyimpanan mengalami fluktuasi (Tabel 3). Menurut Justice dan Bass (2002), adanya fluktuasi kadar air disebabkan oleh sifat benih yang higroskopis sehingga benih akan selalu menyesuaikan dengan keseimbangan udara di sekitarnya. Kemasan plastik yang kurang mampu melindungi benih dari oksigen, air dan karbondioksida sehingga udara yang masuk ke dalam kemasan dapat menyebabkan peningkatan kadar air. Kadar air sampai periode simpan 24 minggu masih 9.2 - 10.3% (Tabel 3). Kadar air tersebut masih aman untuk disimpan.

Menurut Copeland dan McDonald (2001), kadar air benih tidak boleh melebihi 14% maupun di bawah 5%. Penyimpanan benih berkadar air di atas 14% dapat meningkatkan respirasi dan panas serta serangan cendawan yang dapat menurunkan viabilitas benih secara cepat. Perlakuan benih dengan *seed coating* mengalami peningkatan kadar air lebih tinggi sampai akhir periode simpan dibandingkan perlakuan lainnya. Menurut Sari (2009) alginat memiliki sifat yang mudah menyerap air ketika dilarutkan, sehingga pengeringan yang tidak sempurna pada proses *coating* dapat menyebabkan peningkatan kadar air. Mushollaeni dan Rusdiana (2011) melaporkan semakin besar luas permukaan alginat, semakin mudah tepung alginat menyerap air.

Kecepatan tumbuh menunjukkan penurunan mulai periode simpan 16 hingga 24 minggu (Tabel 4). Perlakuan *priming* fungisida metalaksil paling signifikan mengalami penurunan kecepatan tumbuh dari 11.7%/etmal (0 minggu simpan) menjadi 5.9%/etmal (24 minggu simpan). Hal ini sejalan dengan penelitian Setiyowati *et al.* (2007) yang melaporkan penggunaan *seed coating* dengan fungisida benomil dapat menurunkan kecepatan tumbuh pada benih cabai besar (*Capsicum annuum* L.).

Tabel 3. Pengaruh periode simpan dan perlakuan benih terhadap kadar air (%)

Perlakuan Benih	Periode Simpan (minggu)						
	0	4	8	12	16	20	24
P0	8.5 Bd	9.2 ABc	9.0 ABc	9.1 Bc	10.8 BCa	10.4 Aab	9.4 Abc
P1	8.8 Bc	9.6 ABbc	9.6 ABbc	9.8 Bbc	10.1 Cab	11.2 Aa	10.3 Aab
P2	9.5 Abbc	9.6 ABbc	9.0 ABc	11.8 Aa	11.8 ABa	11.2 Aa	10.3 Ab
P3	9.5 Abc	9.6 ABc	10.1 Abc	10.0 Bbc	11.3 ABa	11.1 Aab	10.1 Abc
P4	8.9 Bb	9.0 ABb	8.3 Bb	9.4 Bb	10.7 ABa	10.9 Aa	9.4 Ab
P5	9.1 Abd	9.4 ABb	8.5 Bb	9.3 Bb	10.5 Ca	10.5 Aa	9.3 Ab
P6	10.2 Aab	10.3 Aab	10.2 Aab	9.7 Bb	10.9 BCa	10.5 Aab	9.8 Aab
P7	9.0 Bc	9.0 Bc	9.0 ABc	9.2 Bc	12.0 Aa	10.4 Ab	9.2 Ac
P8	8.8 Bb	9.3 ABab	9.1 ABb	9.2 Bb	10.1 Cab	10.5 Aa	9.4 Aab
P9	8.9 Bbc	9.2 ABbc	8.2 Bc	9.2 Bbc	10.8 BCa	11.0 Aa	9.5 Ab
P10	9.3 Abb	9.8 ABb	9.0 ABb	9.4 Bb	10.7 BCa	10.4 Aab	9.3 Ab

Keterangan: P0 = kontrol tanpa diberi perlakuan rizobakteri, P1 = *seed coating* E1 + F2B1, P2 = *seed coating* ST116B, P3 = *seed coating* CM8, P4 = *biopriming* E1 + F2B1 24 jam, P5 = *biopriming* ST116B 24 jam, P6 = *biopriming* CM8 24 jam, P7 = *biopriming* E1 + F2B1 48 jam, P8 = *biopriming* ST116B 48 jam, P9 = *biopriming* CM8 48 jam, P10 = *priming* dengan fungisida metalaksil. P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P10 dikeringkan dalam *laminar air flow cabinet* selama 24 jam, sedangkan P7, P8, P9 dikeringkan selama 48 jam. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada berdasar DMRT taraf 5%. Huruf kecil ke samping (dalam satu baris) menunjukkan pengaruh periode simpan sedangkan huruf kapital ke bawah (dalam satu kolom) menunjukkan pengaruh perlakuan benih.

Perlakuan *seed coating* menghasilkan nilai indeks vigor yang lebih kecil dibanding perlakuan lainnya dan kontrol (Tabel 5). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh dua hal yaitu 1) lapisan *coating* yang kering dan keras pada benih mengakibatkan waktu imbibisi benih menjadi lebih lama karena menunggu lapisan tersebut larut dengan air terlebih dahulu, 2) lapisan *coating* menghambat radikula untuk keluar. Indeks vigor pada semua perlakuan mengalami peningkatan pada periode simpan 4 dan 8 minggu, kemudian menurun sampai akhir periode simpan. Penurunan indeks vigor dipengaruhi oleh peningkatan kadar air (Tabel 3). Perlakuan benih yang mampu mempertahankan indeks vigor paling tinggi setelah disimpan selama 24 minggu adalah P9 (*biopriming* dengan isolat CM8 selama 48 jam) dan P4 (*biopriming* dengan isolat E1 + F2B1 selama 24 jam).

Perlakuan benih dengan rizobakteri tidak berbeda nyata dengan kontrol pada variabel daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum (Tabel 6). Menurut Diniz *et al.* (2009), benih yang dilapisi dengan *Trichoderma viride*, *T. polysporum*, *T. stromaticum*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* tidak menunjukkan peningkatan signifikan pada variabel daya berkecambah karena benih masih memiliki

vigor yang tinggi. Pada periode simpan 20 minggu daya berkecambah juga mengalami penurunan tetapi tidak signifikan. Penyebabnya adalah serangan cendawan penyimpanan (*storage fungi*) yaitu *Aspergillus niger*, dan peningkatan kadar air (Tabel 3) sehingga kecambah tumbuh abnormal atau benih menjadi busuk. Hal ini menunjukkan bahwa plastik polipropilen 0.8 mm kurang mampu melindungi benih dari udara yang masuk ke dalam kemasan sehingga terjadi peningkatan kadar air dan serangan cendawan yang dapat menurunkan mutu benih.

Pada periode simpan 24 minggu, daya berkecambah benih yang diberi perlakuan dengan rizobakteri masih 79.3-88.5%, sedangkan pada perlakuan metalaksil 54.3% (Tabel 6). Potensi tumbuh maksimum pada benih yang diberi perlakuan metalaksil juga mengalami penurunan signifikan dari 92.0% menjadi 61.8% pada akhir periode simpan. Hal ini kemungkinan disebabkan fungisida metalaksil bersifat fitotoksik dalam jangka waktu yang lama jika diberikan pada benih sehingga berdampak negatif pada viabilitas dan vigor benih. Pada saat dikecambahkan, benih yang diberikan perlakuan fungisida metalaksil banyak yang tidak tumbuh dan tumbuh abnormal.

Tabel 4. Pengaruh periode simpan dan perlakuan benih terhadap kecepatan tumbuh (%/etmal)

Perlakuan Benih	Periode Simpan (minggu)						
	0	4	8	12	16	20	24
P0	10.7 ABa	10.2 Aab	11.5 ABa	10.2 ABab	10.5 Aab	10.1 Aab	10.1 ABab
P1	9.4 Bab	9.8 ABab	10.2 Ba	10.5 ABa	10.3 Aa	9.4 ABab	9.5 ABab
P2	9.8 Bbc	9.3 ABbc	11.7 ABa	11.1 Aa	10.4 Aab	9.4 ABbc	8.7 Bc
P3	9.8 Bab	9.8 ABb	10.9 ABa	10.3 ABa	9.9 ABab	9.3 ABab	9.5 ABab
P4	10.2 ABab	10.8 Aa	11.4 ABa	10.1 ABab	10.7 Aa	10.2 Aab	10.4 Aa
P5	10.0 Bb	10.3 Ab	12.3 Aa	11.1 Aab	10.4 Ab	9.4 ABbc	9.8 ABbc
P6	10.3 ABab	10.6 Aa	11.5 ABa	11.4 Aa	10.9 Aa	10.7 Aa	10.0 ABab
P7	10.8 ABa	10.3 Aab	11.1 ABa	10.2 ABab	10.0 ABab	9.8 ABab	9.0 Bb
P8	10.6 Ababc	10.1 Abc	11.8 ABa	11.4 Aab	10.3 Aabc	9.7 ABc	8.8 Bc
P9	10.3 ABab	10.1 Aab	11.2 ABa	11.7 Aa	9.9 ABab	11.0 Aa	10.6 Aab
P10	11.7 Aa	10.8 Aab	11.9 Aa	11.3 Aab	10.0 ABb	8.4 Bc	5.9 Cd

Keterangan: P0 = kontrol tanpa diberi perlakuan rizobakteri, P1 = *seed coating* E1 + F2B1, P2 = *seed coating* ST116B, P3 = *seed coating* CM8, P4 = *biopriming* E1 + F2B1 24 jam, P5 = *biopriming* ST116B 24 jam, P6 = *biopriming* CM8 24 jam, P7 = *biopriming* E1 + F2B1 48 jam, P8 = *biopriming* ST116B 48 jam, P9 = *biopriming* CM8 48 jam, P10 = *priming* dengan fungisida metalaksil. P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P10 dikeringkan dalam *laminar air flow cabinet* selama 24 jam, sedangkan P7, P8, P9 dikeringkan selama 48 jam. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada berdasarkan DMRT taraf 5%. Huruf kecil ke samping (dalam satu baris) menunjukkan pengaruh periode simpan sedangkan huruf kapital ke bawah (dalam satu kolom) menunjukkan pengaruh perlakuan benih.

Tabel 5. Pengaruh periode simpan dan perlakuan benih terhadap indeks vigor (%)

Perlakuan Benih	Periode Simpan (minggu)											
	0		4		8		12		20		24	
P0	12.5	BCDc	27.8	Cb	51.0	CDa	27.3	DEb	21.5	BCbc	12.5	BCc
P1	3.3	Dc	11.0	Dbc	19.0	Eab	20.8	EFa	11.5	CDbc	4.0	CDc
P2	8.3	CDcd	11.0	Dcd	42.8	Da	26.5	DEb	9.0	Dcd	2.3	Dd
P3	5.5	Dd	11.8	Dbcd	27.5	Ea	15.0	Fbc	8.8	Dcd	3.0	CDd
P4	15.5	BCc	37.3	BCb	56.8	BCa	34.8	BCDb	31.8	Ab	18.5	ABc
P5	18.5	Bc	38.0	Bb	64.8	Aa	39.5	ABb	15.0	CDcd	7.5	CDd
P6	18.3	Bd	41.3	Bb	52.8	CDa	29.5	CDEc	28.5	ABc	11.5	BCd
P7	18.5	Bc	35.0	BCb	48.5	Da	30.5	CDb	15.0	CDcd	8.8	CDd
P8	18.0	Bc	35.3	BCb	50.5	CDa	38.0	BCb	19.5	BCc	5.0	CDd
P9	14.0	BCDd	33.0	BCb	47.5	Da	47.0	Aa	27.5	ABbc	21.5	Acd
P10	31.8	Ac	55.3	Aa	62.0	ABa	41.3	ABb	11.8	CDd	5.8	CDd

Keterangan: P0 = kontrol tanpa diberi perlakuan rizobakteri, P1 = *seed coating* E1 + F2B1, P2 = *seed coating* ST116B, P3 = *seed coating* CM8, P4 = *biopriming* E1 + F2B1 24 jam, P5 = *biopriming* ST116B 24 jam, P6 = *biopriming* CM8 24 jam, P7 = *biopriming* E1 + F2B1 48 jam, P8 = *biopriming* ST116B 48 jam, P9 = *biopriming* CM8 48 jam, P10 = *priming* dengan fungisida metalaksil. P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P10 dikeringkan dalam *laminar air flow cabinet* selama 24 jam, sedangkan P7, P8, P9 dikeringkan selama 48 jam. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada berdasarkan DMRT taraf 5%. Huruf kecil ke samping (dalam satu baris) menunjukkan pengaruh periode simpan sedangkan huruf kapital ke bawah (dalam satu kolom) menunjukkan pengaruh perlakuan benih.

Tabel 6. Pengaruh periode simpan dan perlakuan benih terhadap daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum

Perlakuan Benih	Periode Simpan (minggu)													
	0		4		8		12		16		20		24	
Daya berkecambah (%)														
P0	90.5	Aa	85.0	Aab	87.5	ABab	78.8	ABb	86.5	Aab	82.0	Aab	87.0	ABab
P1	89.5	Aa	89.3	Aa	88.0	Aab	85.0	Aab	87.8	Aab	79.8	ABb	88.5	Aab
P2	89.5	Aa	84.0	Aab	90.8	Aa	87.0	Aa	89.8	Aa	82.0	Aab	84.3	ABab
P3	90.8	Aa	87.0	Aab	89.8	Aa	85.8	Aab	87.5	Aab	80.0	ABb	88.3	Aab
P4	87.5	ABa	87.0	Aa	85.5	ABa	75.5	Bb	87.0	Aa	80.3	ABab	85.0	ABa
P5	84.3	ABab	82.0	ABab	90.3	Aa	83.3	ABab	87.8	Aab	79.5	ABb	86.3	ABab
P6	86.5	ABa	84.5	Aa	86.8	Aa	84.5	Aa	89.0	Aa	84.8	Aa	85.5	ABa
P7	89.8	Aa	84.3	Aab	85.5	ABab	79.0	ABb	83.3	ABab	81.5	Aab	79.3	Bb
P8	88.8	Aab	82.0	ABabc	89.8	Aa	86.8	Aabc	86.0	Aabc	79.8	ABc	80.0	ABbc
P9	90.3	Aa	82.5	ABa	85.3	ABa	84.0	ABa	82.0	ABa	88.3	Aa	86.3	ABa
P10	92.0	Aa	82.3	ABab	87.3	ABab	82.5	ABab	81.3	ABb	71.3	Cc	54.3	Cd
Potensi Tumbuh Maksimum (%)														
P0	96.8	Aa	97.0	Aa	92.5	ABab	93.5	Aab	95.3	Aab	93.3	Aab	89.8	ABCb
P1	94.5	Aa	96.8	Aa	92.5	ABa	95.0	Aa	93.8	Aa	92.8	ABa	91.8	ABa
P2	95.3	Aa	94.3	Aa	93.3	Aa	94.3	Aa	93.8	Aa	91.3	ABa	90.0	ABCab
P3	96.0	Aa	94.8	Aa	94.8	Aa	92.8	Aa	93.3	Aa	91.5	ABa	93.3	Aa
P4	94.5	Aa	95.5	Aa	92.0	ABa	91.8	ABa	93.0	Aa	93.3	Aa	91.3	ABa
P5	91.3	ABab	96.3	Aa	93.5	Aab	90.0	ABb	93.3	Aab	93.8	Aab	90.5	ABab
P6	94.8	Aab	95.5	Aa	92.5	ABab	88.0	ABb	93.0	Aab	94.5	Aab	89.5	ABCb
P7	95.3	Aa	94.5	Aa	91.8	ABab	89.5	ABab	91.8	ABab	93.0	Aa	86.8	BCb
P8	94.0	Aa	93.5	Aa	96.0	Aa	93.3	Aa	93.3	Aa	90.5	ABab	85.5	Cb
P9	95.5	Aa	94.5	Aa	92.3	ABa	95.3	Aa	91.3	ABa	95.0	Aa	92.0	ABa
P10	95.5	Aa	92.5	ABab	91.8	ABab	93.0	Aa	90.5	ABab	87.0	Bb	61.8	Dc

Keterangan: P0 = kontrol tanpa diberi perlakuan rizobakteri, P1 = *seed coating* E1 + F2B1, P2 = *seed coating* ST116B, P3 = *seed coating* CM8, P4 = *biopriming* E1 + F2B1 24 jam, P5 = *biopriming* ST116B 24 jam, P6 = *biopriming* CM8 24 jam, P7 = *biopriming* E1 + F2B1 48 jam, P8 = *biopriming* ST116B 48 jam, P9 = *biopriming* CM8 48 jam, P10 = *priming* dengan fungisida metalaksil. P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P10 dikeringkan dalam *laminar air flow cabinet* selama 24 jam, sedangkan P7, P8, P9 dikeringkan selama 48 jam. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada berdasarkan DMRT taraf 5%. Huruf kecil ke samping (dalam satu baris) menunjukkan pengaruh periode simpan sedangkan huruf kapital ke bawah (dalam satu kolom) menunjukkan pengaruh perlakuan benih.

Tabel 7. Pengaruh periode simpan dan perlakuan benih terhadap jumlah populasi rizobakteri di dalam jaringan benih

Perlakuan Benih	Periode Simpan (minggu)						
	0	4	8	12	16	20	24
P0	-	-	-	-	-	-	-
P1	1.5 x 10 ⁴	1.8 x 10 ³	3.3 x 10 ⁵	7.3 x 10 ³	2.6 x 10 ³	4.3 x 10 ³	4.3 x 10 ⁴
P2	1.6 x 10 ⁴	2.0 x 10 ²	5.1 x 10 ³	1.3 x 10 ⁵	2.0 x 10 ³	5.0 x 10 ³	3.2 x 10 ⁴
P3	5.5 x 10 ⁴	3.2 x 10 ⁵	9.5 x 10 ⁵	1.2 x 10 ⁴	4.1 x 10 ³	1.5 x 10 ³	3.4 x 10 ⁴
P4	7.6 x 10 ⁶	5.5 x 10 ³	4.5 x 10 ²	1.4 x 10 ⁴	4.8 x 10 ³	3.9 x 10 ⁴	3.2 x 10 ⁵
P5	5.4 x 10 ⁵	4.6 x 10 ⁵	2.0 x 10 ⁴	6.5 x 10 ³	1.0 x 10 ²	6.0 x 10 ³	1.2 x 10 ⁴
P6	7.8 x 10 ⁵	6.2 x 10 ⁵	2.0 x 10 ²	9.0 x 10 ²	1.3 x 10 ³	1.5 x 10 ⁴	4.1 x 10 ⁴
P7	2.7 x 10 ⁶	8.1 x 10 ³	3.2 x 10 ³	6.4 x 10 ³	8.1 x 10 ³	7.7 x 10 ³	4.5 x 10 ⁴
P8	1.1 x 10 ⁵	9.9 x 10 ⁴	3.9 x 10 ³	8.7 x 10 ³	1.4 x 10 ⁴	2.6 x 10 ³	3.2 x 10 ⁴
P9	8.8 x 10 ⁵	5.8 x 10 ⁴	1.1 x 10 ⁴	3.5 x 10 ³	7.8 x 10 ³	4.0 x 10 ³	3.4 x 10 ⁴
P10	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: P0 = kontrol tanpa diberi perlakuan rizobakteri, P1 = *seed coating* E1 + F2B1, P2 = *seed coating* ST116B, P3 = *seed coating* CM8, P4 = *biopriming* E1 + F2B1 24 jam, P5 = *biopriming* ST116B 24 jam, P6 = *biopriming* CM8 24 jam, P7 = *biopriming* E1 + F2B1 48 jam, P8 = *biopriming* ST116B 48 jam, P9 = *biopriming* CM8 48 jam, P10 = *priming* dengan fungisida metalaksil. P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P10 dikeringkan dalam *laminar air flow cabinet* selama 24 jam, sedangkan P7, P8, P9 dikeringkan selama 48 jam. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada berdasarkan DMRT taraf 5%. Huruf kecil ke samping (dalam satu baris) menunjukkan pengaruh periode simpan sedangkan huruf kapital ke bawah (dalam satu kolom) menunjukkan pengaruh perlakuan benih. Tidak dilakukan analisis statistik. (-) = tidak dilakukan pengujian.

Menurut Short (1981), salah satu gejala fitotoksik adalah pertumbuhan yang abnormal. Ilyas *et al.* (2015) melaporkan daya berkecambah benih cabai yang diberi perlakuan *matricconditioning* dengan Dithane M-45 0.2% setelah 24 minggu disimpan mengalami penurunan dari 79% (0 minggu simpan) menjadi 55%.

Populasi rizobakteri dalam jaringan benih pada perlakuan *biopriming* mengalami penurunan sejalan dengan periode simpan (Tabel 7). Perlakuan *biopriming* pada 0 minggu simpan memiliki populasi rizobakteri sebanyak 10⁵-10⁷ cfu g⁻¹ lalu menurun menjadi 10⁴ cfu g⁻¹ setelah disimpan selama 24 minggu. Pada perlakuan *seed coating*, populasi rizobakteri 10⁴ cfu g⁻¹ dan pada periode simpan 24 minggu masih bertahan 10⁴ cfu g⁻¹.

Jumlah populasi rizobakteri dipengaruhi oleh kemampuan bakteri dalam mempertahankan hidupnya, kondisi penyimpanan dan ketersediaan sumber nutrisi di dalam jaringan benih. Hasil penelitian Bardin dan Huang (2003) menunjukkan benih *sugar beet* yang dilapisi dengan agen *biocontrol* *Erwinia rhapontici* yang disimpan pada suhu 5 °C dapat menjaga viabilitas dan efektivitas *biocontrol* dalam melawan patogen setelah disimpan selama 8 minggu. Menurut O'Callaghan *et al.* (2006),

kondisi penyimpanan dan kemasan dapat mempengaruhi viabilitas bakteri. Chen dan Lott (1991) menyatakan endosperma dan embrio pada benih cabai mengandung unsur Mg, K, Cl, Mn, Na, Ca, S dan Cu. Unsur-unsur tersebut dibutuhkan untuk sintesis protein, stabilisasi ribosom, membran sel, dinding sel, asam nukleat pada rizobakteri.

KESIMPULAN

Bahan terbaik yang efisien dan efektif untuk pelapisan benih (*seed coating*) cabai adalah natrium alginat 2.5%. Perlakuan rizobakteri setelah penyimpanan 24 minggu mampu mempertahankan daya berkecambah (79.3-88.5%), dibandingkan perlakuan benih dengan fungisida metalaksil (54.3%). Pada akhir periode simpan, perlakuan *biopriming* dengan isolat CM8 selama 48 jam dan *biopriming* dengan isolat E1 + F2B1 selama 24 jam memiliki indeks vigor paling tinggi. Populasi rizobakteri pada perlakuan *biopriming* mengalami penurunan dari 10⁵ - 10⁷ cfu g⁻¹ menjadi 10⁴ cfu g⁻¹ setelah disimpan selama 24 minggu. Pada perlakuan *seed coating*, populasi rizobakteri tetap bertahan 10⁴ cfu g⁻¹ setelah disimpan selama 24 minggu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kemenristekdikti melalui program Penelitian Strategis Nasional Tahun Anggaran 2016 berjudul “Perlakuan Benih dengan Rizobakteri untuk Peningkatan Hasil dan Mutu Benih Cabai serta Pengendalian Busuk *Phytophthora*” yang diketuai Prof. Dr. Ir. Satriyas Ilyas, M.S., atas dana penelitian yang telah diberikan; Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro) atas fasilitas yang telah disediakan, dan kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anis, M., M.J. Zaki, S. Dawar. 2012. Development of a na-alginate-based bioformulation and its use in the management of charcoal rot of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Pakistan J. Bot. 44(3): 1167-1170.
- Bardin, S.D., H.C. Huang. 2003. Efficacy of stickers for seed treatment with organic matter or microbial agents for the control of damping-off of sugar beet. Plant Pathology Bulletin. 12: 19-26.
- Chen, P., J.N.A. Lott. 1992. Studies of *Capsicum annum* seeds: structure, storage reserves, and mineral nutrients. Can. J. Bot. 70: 518-529.
- Copeland, L.O., M.B. McDonald. 2001. Principles of Seed Science and Technology. Kluwer Academic Publisher, United States of America.
- Diniz, K.A., P.A. Silva, J.A. Oliveira, J.R.E. Evangelista. 2009. Sweet pepper seed responses to inoculation with microorganism and coating with micronutrients, amino acids and plant growth regulators. Sci. Agric. 66(3): 293-297.
- Hapsari, R.T. 2013. Pemanfaatan *Methylobacterium* spp pada invigorasi dan teknik coating untuk meningkatkan vigor benih kedelai. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ibrahim, A., S. Ilyas, D. Manohara. 2014. Perlakuan benih cabai (*Capsicum annum* L.) dengan rizobakteri untuk mengendalikan *Phytophthora capsici*, meningkatkan vigor benih dan pertumbuhan tanaman. Bul. Agrohorti. 2(1): 22-30.
- Ilyas, S., K.V. Asie, G.A.K Sutariati, Sudarsono. 2015. Biomatriconditioning or biopriming with biofungicide or biological agent applied on hot pepper (*Capsicum annum* L.) seeds reduced seedborne *Colletotrichum capsici* and increased seed quality and yield. Acta Horti. 1105(13): 89-96.
- Justice, L.O., L.N. Bass. 2002. Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih. PT Rajagrafindo, Jakarta.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2014. Produktivitas cabai besar dan rawit menurut provinsi 2010-2014. http://www.pertanian.go.id/ap_pages/mod/datahorti. [19 September 2015].
- Malabadi, R.B., J.V. Staden. 2005. Storability and germination of sodium alginate encapsulated somatic embryos derived from the vegetative shoot apices of mature *Pinus patula* trees. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 82(3): 259-265.
- Mushollaeni, W., E. Rusdiana. 2011. Karakterisasi natrium alginate dari *Sargassum* sp, *Turbinaria* sp, dan *Padina* sp. J. Teknol dan Industri Pangan. 22(1): 26-32.
- McDonald, M.B. 2000. Seed priming. p. 287-325. In M. Black, J.D. Bawley (eds). Seed Technology and its Biological Basis. CRC Pr.
- O’Callaghan, M., J. Swaminathan, J. Lottmann, D.A. Wright, T.A. Jackson. 2006. Seed coating with biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* F113.

- New Zealand Plant Protection. 59: 80-85.
- Palupi, T., S. Ilyas, M. Machmud, E. Widajati. 2013. *Coating* benih dengan agen hayati untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi. J. Agron. Indonesia. 41(3): 175-180.
- Rosadiah, F.N., S. Ilyas, D. Manohara. 2015. Perlakuan benih cabai (*Capsicum annuum* L.) dengan rizobakteri secara tunggal atau kombinasi dapat mengendalikan *Phytophthora capsici* dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. J. Hort. Indonesia. 6(1): 1-10.
- Sari, P.E. 2009. Pengaruh komposisi bahan pelapis dan *Methylobacterium* spp terhadap daya simpan benih dan vigor bibit kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). [Skripsi]. Intitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Setiyowati, H., M. Surahman, S. Wiyono. 2007. Pengaruh *seed coating* dengan fungisida benomil dan tepung curcuma terhadap pathogen antraknosa terbawa benih dan viabilitas benih cabai besar (*Capsicum annuum* L.). Bul. Agron. 35(3): 176-182.
- Short, D.E. 1981. Phytotoxicity of pesticide to plants. Extension Entomologist University of Florida. 5(3): 4-5.
- Syukur, M., R. Yuniarti, R. Dermawan. 2012. Sukses Panen Cabai Tiap Hari. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Tefa, A. 2015. Pemanfaatan bakteri probiotik untuk menekan infeksi *Colletotricum acutatum* dan meningkatkan mutu benih cabai (*Capsicum annuum* L.) selama penyimpanan. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.