

Mutu dan Daya Simpan Buah Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) sebagai Tanggapan terhadap Berbagai Jenis Pupuk Hayati

*Quality and Storage Life of Red Chili Pepper (*Capsicum annuum* L.) as a Response to Various Biofertilizer*

Destirana Anjayani dan Erlina Ambarwati*

Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada
Jalan Flora No. 1, Bulaksumur, Sleman, Yogyakarta 55281, Indonesia.

^{*)} Penulis untuk korespondensi E-mail: erlina.a@ugm.ac.id

Diajukan: 18 Juli 2019 /Diterima: 16 Juli 2021 /Dipublikasi: 28 Agustus 2021

ABSTRACT

*Red chili is classified as a perishable commodity with a damage rate of 40%. One of remedial action to prolonged the storage life and increased of quality fruit of chili pepper by applicate biofertilizer during cultivation. The purpose of research is to know the effect of biofertilizer application during cultivation on storage life and quality fruit of red chili pepper. The Research was conduct at Sub Laboratory of Horticulture, Agriculture Faculty of Universitas Gadjah Mada on March to April 2017. Fruit of red chili pepper produced from plants that given biovertilizers, i.e. *Bacillus* spp., *Mycorrhiza*, *Streptomyces* spp., and control (no biovertilizer). This research was arranged in Randomized Complete Block Design (RCBD) with three blocks as a replication. The result shows that fruit of red chili pepper produced from plant that given biofertilizer *Bacillus* spp., *Mychorriza*, and *Streptomyces* spp. had storage life 14 days, last one day longer storage life than control. Application of *Streptomyces* spp. as biofertilizer on chili plants could increased fruit length up to 1.05 cm, and total soluble solid up to 0.45°Brix. Chili plants applicated with *Mychorriza* could increased the pH up to 0.085. Application of *Bacillus* spp., *Mycorrhiza*, and *Streptomyces* spp. during plant cultivation could prolonged storage life and improved quality of red chili pepper. The application of three types of biovertilizers will produced healthy of red chilli pepper, no pesticide residues, and environmentally friendly.*

Keywords: *biofertilizer; chili; storage life; quality*

INTISARI

Cabai merah tergolong komoditas yang mudah rusak dengan tingkat kerusakan mencapai 40%. Tindakan yang dapat dilakukan untuk memperpanjang daya simpan dan mempertahankan mutu buah cabai dengan memanfaatkan pupuk hayati selama budidaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk hayati saat budidaya tanaman cabai terhadap daya simpan dan mutu buah cabai merah. Penelitian dilakukan di SubLaboratorium Hortikultura Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada pada bulan Maret sampai April 2017. Buah cabai merah yang dihasilkan dari tanaman yang diberi pupuk hayati *Bacillus* spp., Mikoriza, *Streptomyces* spp., serta buah cabai yang dihasilkan dari tanaman yang tidak diberi pupuk hayati (kontrol) digunakan sebagai bahan penelitian. Buah cabai merah sesuai perlakuannya disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan tiga blok sebagai ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa buah cabai merah hasil tanaman yang diberi pupuk hayati *Bacillus* spp., Mikoriza, dan *Streptomyces* spp. dapat memperpanjang daya simpan selama satu hari, dengan rata-rata daya simpan selama 14 hari. Penggunaan *Streptomyces* spp. pada tanaman cabai dapat meningkatkan panjang buah

cabai hingga 1,05 cm serta meningkatkan padatan terlarut total hingga 0,45 °Brix dibandingkan buah cabai yang dihasilkan oleh tanaman kontrol. Penggunaan Mikoriza pada tanaman cabai dapat meningkatkan pH dengan rata-rata sebesar 0,085. Pemanfaatan *Bacillus* spp., Mikoriza, dan *Streptomyces* spp. pada budidaya cabai merah dapat memperpanjang umur simpan dan meningkatkan mutu buah cabai merah. Pemanfaatan ketiga macam pupuk hayati tersebut menghasilkan buah cabai yang sehat, tidak ada residu pestisida, dan ramah lingkungan.

Kata kunci: cabai; daya simpan; mutu; pupuk hayati

PENDAHULUAN

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) menjadi salah satu komoditas paling populer di dunia dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Penduduk dunia mengonsumsi cabai dengan beragam pemanfaatannya setiap harinya, sebagai sayuran, bumbu dalam aneka masakan dan sebagai pewarna makanan, karena cita rasanya yang unik dan adanya rasa pedas, dimanfaatkan pula sebagai bahan baku industri farmasi maupun makanan, karena kandungan capsaicin, vitamin A dan C, dan kandungan oleoresinnya (Pereira *et al.*, 2016; Sanati *et al.*, 2018). Cabai merah merupakan komoditas hortikultura unggulan yang dibudidayakan secara luas di Indonesia (Sativa *et al.*, 2017). Prospek cabai merah cukup menjanjikan untuk memenuhi kebutuhan domestik dan ekspor. Permintaan akan cabai merah pada kurun waktu empat tahun terakhir, tahun 2016-2019, diperkirakan meningkat 1,70% per tahun, baik diperlukan untuk benih, konsumsi maupun bahan baku industri, namun produksi cabai merah diperkirakan selalu turun 0,4% per tahunnya (Kementerian Perdagangan RI, 2019), dan produksinya berfluktuasi sepanjang tahun karena terdapat kendala produksi, budidayanya tergantung musim, terbatasnya lahan optimal untuk budidaya cabai dan buah cabai tidak bisa disimpan lama dalam keadaan

segar. Penyimpanan buah cabai masih merupakan kendala di Indonesia. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk memperlama daya simpan dengan tetap mempertahankan mutu buah cabai tersebut. Mutu dan daya simpan buah cabai merah sangat dipengaruhi oleh masukan yang diberikan pada tanaman saat dilakukannya budidaya tanaman cabai tersebut.

Salah satu upaya untuk meningkatkan kuantitas dan mutu hasil tanaman cabai merah pada saat budidaya dengan memberikan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman. Selama ini, pemberian unsur hara pada tanaman cabai masih terpusat pada unsur hara anorganik, sifatnya tidak ramah lingkungan. Di dalam tanah, secara alami, terdapat kelimpahan mikroorganisme yang dapat membantu tanaman dalam menyediakan unsur hara dan bersifat ramah lingkungan. Mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanaman, saat ini banyak dimanfaatkan sebagai pupuk hayati pada berbagai tanaman budidaya. Pupuk hayati terbukti dapat meningkatkan produksi, mutu hasil, serta dapat menekan serangan patogen penyebab penyakit. Pupuk hayati merupakan pupuk yang kandungan utamanya adalah mikroorganisme yang menguntungkan, baik bagi tanah maupun tanaman. Kandungan mikroorganisme yang ada di dalam pupuk hayati

akan mampu meningkatkan kandungan hara dalam tanah dengan mekanisme tertentu sehingga akan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan mengoptimalkan hasil panen. Pemanfaatan pupuk hayati dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan pestisida, tanaman dapat memperoleh unsur hara dan substansi pemacu pertumbuhan tanaman, selain akar tanaman dapat terlindungi dari serangan patogen tular tanah (Saraswati, 2007). Kelompok mikroorganisme tersebut seperti *Bacillus* spp., jamur Mikoriza dan *Streptomyces* spp.

Hubungan simbiose yang dibentuk oleh mikoriza dengan akar tanaman inang adalah meningkatkan penyerapan unsur hara terutama P, selain juga N, K dan mikronutrien; meningkatkan sebaran akar; meningkatkan hubungan air-tanaman; memperbaiki struktur tanah; serta meningkatkan ketahanan atau toleransi tanaman terhadap cekaman abiotik dan biotik (Pereira *et al.*, 2016). Telah banyak hasil penelitian yang mengungkapkan peran positif mikoriza pada pertumbuhan dan hasil cabai merah (Douds & Reider 2003; Regvar *et al.*, 2003; Castillo *et al.*, 2009; Faisal *et al.*, 2010; Dai *et al.*, 2011; Boonlue *et al.*, 2012; Franco *et al.*, 2013; Milla *et al.*, 2016).

Bacillus spp. merupakan bakteri yang dapat melarutkan fosfat dalam tanah sehingga dapat tersedia bagi tanaman. *Bacillus* spp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui kemampuannya dalam memacu produksi hormon tumbuh tanaman, seperti auxin (Comptant *et al.*, 2005). Peneliti terdahulu telah membuktikan bahwa *Bacillus* spp. menstimulasi pertumbuhan dan meningkatkan hasil buah,

seperti pada apel, *cherry* dan jeruk (Aslantas *et al.*, 2007; Esitken *et al.*, 2006; Karlidag *et al.*, 2007). Pemanfaatan *Bacillus* spp. pada budidaya cabai, mampu menghasilkan buah cabai dengan susut bobot paling rendah apabila disimpan dalam bentuk segar (Nurmayulis, 2013).

Streptomyces spp. diketahui mempunyai kemampuan dalam mereduksi nitrat dan sebagai pelarut kalium dalam tanah. *Streptomyces* spp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui perannya dalam menstimulasi pembentukan hormon tumbuh, seperti auksin, sitokinin dan giberelin (Aldesuquy *et al.*, 1998; Fretes, 2013). *Streptomyces* spp. pada tanaman tomat dapat meningkatkan bobot dan jumlah buah (Sasono, 2010). Menurut Putri *et al.* (2018), buah cabai yang dihasilkan tanaman yang diberi *Streptomyces* spp. menunjukkan adanya peningkatan panjang, diameter, jumlah dan bobot buah cabai. Mutu buahnya juga lebih bagus, ditunjukkan dengan buah cabai yang lebih segar dan memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan kontrol.

Peran positif dari Mikoriza, *Bacillus* spp. dan *Streptomyces* spp. terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman budidaya tidak diragukan lagi. Namun demikian, kajian mengenai hasil tanaman yang dibudidayakan dengan memanfaatkan pupuk hayati Mikoriza, *Bacillus* spp. dan *Streptomyces* spp. terhadap daya simpan dan mutu hasil setelah disimpan, terutama pada buah cabai merah belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian terhadap buah cabai merah yang dihasilkan dari budidaya cabai merah dengan

memanfaatkan pupuk hayati Mikoriza, *Bacillus* spp. dan *Streptomyces* spp. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat daya simpan dan mutu buah cabai merah selama penyimpanan hasil dari budidaya cabai merah yang diberi pupuk hayati Mikoriza, *Bacillus* spp. dan *Streptomyces* spp.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Manajemen dan Produksi Tanaman, Sub Laboratorium Hortikultura, Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada bulan Maret sampai April 2017. Bahan yang digunakan adalah buah cabai merah keriting varietas Twist yang dihasilkan dari tanaman yang diberi tiga jenis pupuk hayati yaitu *Bacillus* spp., Mikoriza, dan *streptomycess* spp., aneka bahan kimia untuk pengujian kandungan kimiawi buah cabai merah, seperti NaOH 0,01 N; NaOH 0,2 N; IKI 0,001 N; indikator pheolphtalein; amilum 1%; HCl 0,1 N; BaCl 20%; etanol; serta aquades. Adapun alat yang digunakan adalah *hand refraktometer* Atago 0-32°Brix, *phenetometer* merk Barreis Prufgeratebau GmbH tipe BS 61 II, timbangan analitik, pH meter, mortar, aneka peralatan gelas dan alat tulis.

Penelitian ini menggunakan buah cabai merah hasil budidaya tanaman yang diberi aneka macam pupuk hayati, yaitu kontrol (tanpa diberi pupuk hayati), *Bacillus* spp., Mikoriza dan *Streptomyces* spp. Buah cabai merah yang dipergunakan dalam penelitian dipanen dalam dua stadia yaitu masak merah dan masak hijau.

Buah cabai masak merah digunakan untuk pengujian kimiawi buah pada saat masak fisiologis, dan buah cabai dipanen pada saat masak hijau penuh yang digunakan untuk melihat daya simpan dan mutu fisik dan kimiawi buah selama disimpan. Buah cabai dari setiap hasil budidaya cabai merah dengan diberi pupuk hayati dan tanaman kontrol, masing-masing diambil 200 g untuk setiap unit perlakuan. Setiap perlakuan diulang tiga kali, ditata dalam rancangan acak kelompok lengkap. Selama penyimpanan buah cabai di setiap unit percobaan ditaruh di dalam wadah anyaman bamboo dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 7 cm dan disimpan dalam suhu ruang Sub-laboratorium Hortikultura. Buah cabai disimpan dan diamati hingga nilai VQR cabai 2 sesuai pada Tabel 1. Untuk pengamatan dan pengukuran setiap unit percobaan diambil 10 buah cabai untuk pengamatan mutu fisik buah yang meliputi tebal kulit buah (tebal dinding sel dan tebal kutikula), panjang (cm), lingkar (cm) dan diameter buah (cm) susut bobot (g), kekerasan (Newton), dan *Visual Quality Rating* (VQR).

Pada setiap perubahan nilai VQR (Tabel 1) dilakukan pengambilan contoh buah dari setiap unit percobaan untuk melihat perubahan susunan kimiawi dalam buah, masing-masing 10 g untuk menera kandungan vitamin C, Total Asam Titrasi (TAT, %) dan Padatan Terlarut Total (PTT, °Brix).

Tabel 1. *Visual Quality Rating (VQR)* buah cabai

Nilai/Skor	Kondisi Buah
5	Produk segar dengan permukaan kulit buah mengkilap, tidak mengkerut, layu/kisut
4	Permukaan kulit buah segar, tangkai layu/kisut
3	Permukaan kulit buah mulai layu/kisut, tetapi kerusakan tidak serius
2	Buah lunak dan layu/kisut, tidak terjual
1	Sangat layu dan kisut, tidak ada bagian yang dapat dikonsumsi sama sekali

Sumber: Nunes & Jean-Pierre (2007)

Data hasil pengamatan dan pengukuran, dianalisis varians (ANOVA) menurut kaidah rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) $\alpha:0,05$ dan dilanjutkan dengan uji *honestly significant difference* (HSD) pada tingkat signifikansi 0,95. Analisis data dikerjakan menggunakan perangkat lunak SAS versi 9.4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman yang diberi pupuk hayati *Bacillus* spp. dan Mikoriza menghasilkan buah cabai dengan dinding sel epidermis dan kutikula yang lebih tebal, yaitu 16,9 dan 16,7 μm serta 41,53 dan 47,45 μm (Tabel 2). *Bacillus* sp. dan

mikoriza diketahui memiliki kemampuan dalam melarutkan P di dalam tanah sehingga menjadi tersedia bagi tanaman. Salah satu peran unsur P dipergunakan dalam pertumbuhan sel tanaman. Kemunduran mutu buah cabai salah satunya disebabkan karena kehilangan air melalui transpirasi. Dinding sel epidermis dan kutikula yang lebih tebal dengan susunan sel pipih dan rapat dapat menghambat penguapan air melalui transpirasi, menghambat masuknya oksigen ke dalam daging buah sehingga laju respirasi dapat ditekan. Adanya hambatan dalam proses transpirasi dan respirasi akan susut bobot buah cabai.

Tabel 2. Tebal dinding sel dan kutikula pada penampang melintang kulit buah cabai merah

Perlakuan	Tebal dinding sel epidermis (μm)	Tebal kutikula (μm)
Kontrol	13,88	30,2
<i>Bacillus</i> sp.	16,9	41,53
Mikoriza	16,7	47,45
<i>Streptomyces</i> spp.	7,5	27,3

Buah cabai merah yang dihasil dari tanaman yang tidak diberi pupuk hayati (kontrol) memiliki panjang buah yang paling pendek dibandingkan dengan buah cabai merah hasil tanaman yang diberikan perlakuan pupuk hayati tunggal. Pada tanaman yang diberikan *Streptomyces* sp. menghasilkan buah cabai

yang paling panjang (13,03 cm). Pupuk hayati tunggal *Streptomyces* spp. dapat meningkatkan panjang buah cabai hingga 1,05 cm (Tabel 3). Hal ini menandakan bahwa tanaman yang diberi *Streptomyces* spp. dapat menghasilkan buah cabai merah yang lebih panjang. Buah cabai merah yang dihasilkan oleh tanaman yang diberi pupuk hayati tunggal memiliki lingkar dan

diameter buah yang sama. Dengan demikian tanaman cabai merah yang diberi pupuk hayati tunggal dapat menghasilkan buah cabai merah yang lebih panjang, namun tidak mengubah ukuran lingkaran dan diameter buah cabai yang dihasilkan.

Tabel 3. Panjang, lingkaran, dan diameter buah cabai merah

Perlakuan	Karakter morfologi buah cabai		
	Panjang (cm)	Lingkaran (cm)	Diameter (cm)
Kontrol	11,98 b	2,18 a	0,67 a
<i>Bacillus</i>	12,57 ab	2,19 a	0,69 a
Mikoriza	12,80 ab	2,21 a	0,70 a
<i>Streptomyces</i>	13,03 a	2,18 a	0,69 a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak adanya perbedaan pengaruh yang nyata berdasarkan uji *honestly significant difference* pada tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 4. Daya simpan buah cabai

Perlakuan	Daya Simpan (hari)
Kontrol	13,00 b
<i>Bacillus</i>	14,00 a
Mikoriza	14,00 a
<i>Streptomyces</i>	14,00 a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan pengaruh yang nyata berdasarkan uji *honestly significant difference* pada tingkat kepercayaan 95%.

Kualitas visual buah cabai merah dapat dilihat melalui perubahan nilai VQR (Tabel 1). Oleh karena itu, nilai VQR dapat digunakan sebagai penentu daya simpan buah tersebut. Pengamatan dilakukan dengan melihat seberapa lama buah cabai dapat disimpan melalui perubahan nilai VQR hingga dicapai skor 2 yang menunjukkan buah cabai merah sudah tidak dapat dikonsumsi maupun dijual (Tabel 1). Daya simpan buah sangat penting untuk mengetahui seberapa lama suatu komoditas dapat disimpan dengan tetap memiliki mutu buah yang masih dapat diterima oleh konsumen. Buah cabai merah hasil dari tanaman yang diberi pupuk hayati tunggal (*Bacillus* spp., Mikoriza, dan *Streptomyces* sp.) memiliki daya simpan yang nyata lebih lama dibandingkan dengan

buah cabai merah hasil dari tanaman kontrol (tidak diberi pupuk hayati) (Tabel 4). Hal ini menunjukkan pemberian pupuk hayati tunggal dapat memberikan dampak yang positif dalam memperpanjang daya simpan buah cabai. Pada buah cabai hasil tanaman yang diberikan perlakuan pupuk hayati tunggal memiliki rata-rata daya simpan 14,00 hari. Daya simpan buah cabai hasil dari tanaman yang diberi pupuk hayati tunggal bisa lebih lama diakibatkan oleh adanya dinding sel epidermis dan kutikula yang lebih tebal dengan susunan yang lebih rapat (Tabel 2) sehingga mampu menekan laju transpirasi dan respirasi buah cabai merah selama disimpan, terutama pada hari ke-10 hingga ke-12 penyimpanan (Gambar 1).

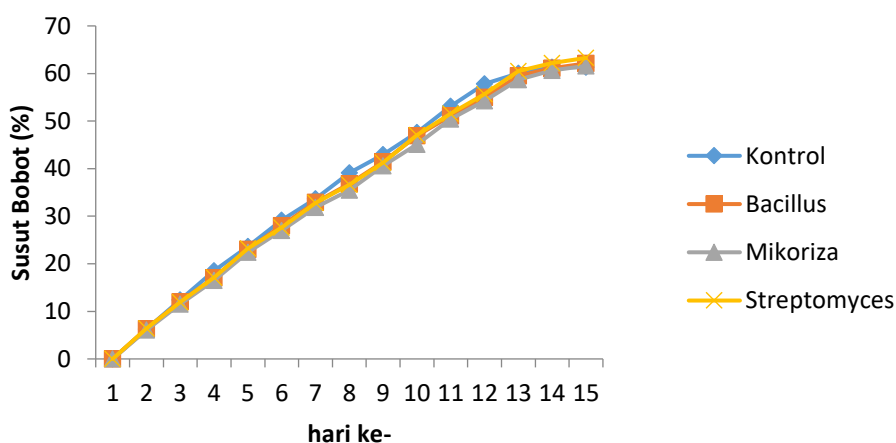
Bobot buah cabai merah menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada bobot awal, bobot akhir, dan selisih bobot buah pada semua perlakuan (Tabel 5). Selama penyimpanan buah akan mengalami kehilangan air melalui

transpirasi dan respirasi yang menyebabkan bobot buah menjadi berkurang. Buah cabai merah mengalami laju transpirasi dan respirasi yang sama.

Tabel 5. Bobot awal, bobot akhir, dan selisih bobot buah cabai

Perlakuan	Bobot awal	Bobot akhir	Δ Bobot
Kontrol	3,18 a	1,15 a	-2,02 a
<i>Bacillus</i>	3,33 a	1,28 a	-2,04 a
Mikoriza	3,40 a	1,31 a	-2,09 a
<i>Streptomyces</i>	3,35 a	1,23 a	-2,11 a

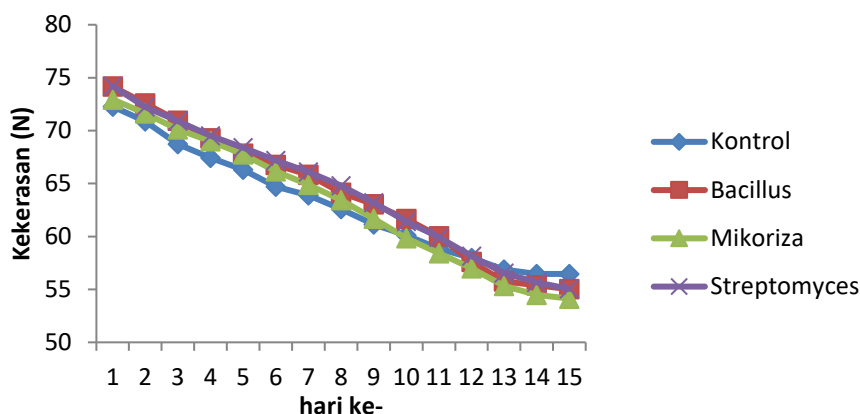
Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak adanya perbedaan pengaruh yang nyata berdasarkan uji *honestly significant difference* pada tingkat kepercayaan 95%



Gambar 1. Susut bobot buah cabai selama penyimpanan

Gambar 1 menunjukkan laju susut bobot buah cabai selama penyimpanan. Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa pada awal penyimpanan, buah cabai merah semua perlakuan memiliki laju susut bobot yang sama dan cenderung masih rendah, dengan semakin lamanya waktu penyimpanan, laju susut bobot buah cabai merah semakin tinggi. Apabila dicermati pada hari ke-10 hingga hari ke-12

penyimpanan, laju susut bobot buah cabai yang dihasilkan dari tanaman yang tidak diberi pupuk hayati (kontrol) lebih tinggi daripada buah cabai merah yang dihasilkan dari tanaman yang diberi pupuk hayati tunggal. Hal ini berkaitan dengan adanya kutikula dan dinding sel epidermis yang tebal dengan sel epidermis yang tersusun rapat sehingga kehilangan air yang disebabkan oleh transpirasi dapat dihambat (Tabel 2).



Gambar 2. Kekerasan buah cabai selama penyimpanan

Gambar 2 memperlihatkan laju penurunan kekerasan buah cabai merah selama penyimpanan. Tingginya penurunan kekerasan dipengaruhi oleh tingginya susut bobot yang disebabkan oleh adanya proses transpirasi dan respirasi yang menyebabkan pelunakan daging buah serta proses degradasi dinding sel akibat penuaan. Hal ini menandakan bahwa buah cabai mulai kehilangan ketegarannya seiring dengan lamanya penyimpanan. Penurunan kekerasan disebabkan oleh kehilangan air pada buah sehingga buah cabai mengalami kelayuan. Buah cabai yang telah dipanen akan terus kehilangan airnya yang akan menyebabkan buah cabai semakin lunak. Menurut Muliansyah (2004) dan Albaloushi (2012), buah-buahan akan kehilangan airnya setelah lepas panen, sehingga tekanan turgor menjadi kecil, dan menyebabkan komoditi menjadi lunak. Perubahan turgor sel disebabkan karena perubahan komposisi dinding sel. Ketika proses pembongkaran protopektin yang tidak larut menjadi asam pektat dan pektin yang mudah larut, hal ini menyebabkan terjadinya penurunan kekerasan. Peter *et al.* (2007) menambahkan bahwa melunaknya buah selama penyimpanan juga disebabkan oleh aktivitas enzim poligalak-

turonase yang menguraikan protopektin dengan komponen utama asam poligalakturonat menjadi asam-asam galakturonat. Perombakan pati menjadi glukosa juga dapat menyebabkan tekstur buah menjadi lebih lunak.

Penurunan kekerasan buah terjadi karena perubahan struktur dan melemahnya kekuatan dinding sel buah akibat aktivitas enzim poligalakturonase (PG), selulase, pektin metil erase (PME) dan β -galaktosidase (β -G) (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2009; Gol *et al.*, 2013). Selama pematangan, pektin (komponen utama lamela tengah dan ditemukan juga dalam dinding sel primer) dihidrolisis oleh PME untuk menghasilkan dimetil pektin yang dapat dihidrolisis dengan mudah oleh PG sehingga terjadi depolimerisasi pektin (Gol *et al.*, 2013). Depolimerisasi propektin (pektin tak larut) oleh enzim PG menghasilkan asam galakturonat yang larut dalam air sehingga mengakibatkan dinding sel melemah dan terjadi penurunan daya kohesi antar sel (Mudyantini *et al.*, 2017). Aktivitas enzimatik tersebut dipengaruhi oleh komposisi internal gas CO_2 dan O_2 (Yaman & Bayoindirli, 2002) yang selanjutnya berhubungan dengan proses respirasi. Selain itu, terdapat peran proses transpirasi yang

menyebabkan kehilangan air sehingga terjadi layu dan kisut akibat turgiditas buah menurun.

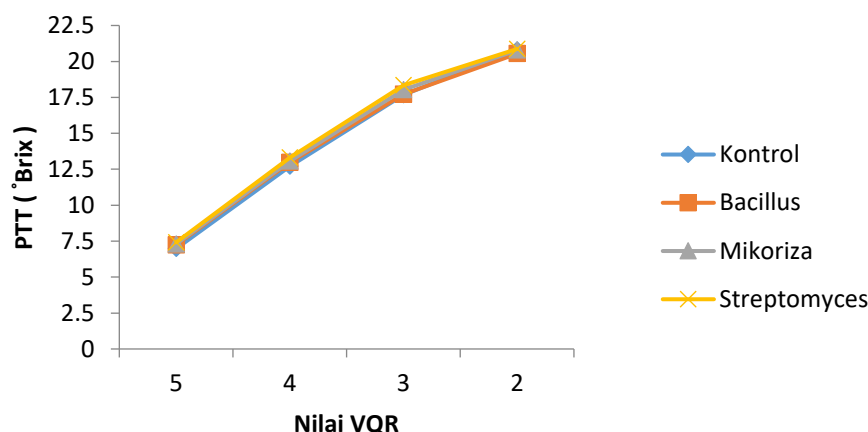
Padatan terlarut total (PTT) menunjukkan kandungan gula total dalam buah. Kandungan PTT buah cabai hasil dari budidaya tanaman yang diberi pupuk hayati tunggal lebih tinggi daripada buah cabai hasil dari tanaman

kontrol pada VQR 5 hingga VQR 3 (Tabel 6). Pada akhir pengamatan (VQR 2) kandungan PTT buah cabai menunjukkan hasil yang tidak beda nyata pada semua perlakuan karena buah cabai sudah tidak layak dikonsumsi lagi.

Tabel 6. Kandungan padatan terlarut total buah cabai setiap perubahan VQR

Perlakuan	Padatan terlarut total ($^{\circ}$ Brix)			
	VQR 5	VQR 4	VQR 3	VQR 2
Kontrol	6,97 b	12,70 b	17,67 b	20,78 a
<i>Bacillus</i>	7,24 ab	12,97 ab	17,72 b	20,53 a
Mikoriza	7,30 ab	13,06 ab	18,04 ab	20,78 a
<i>Streptomyces</i>	7,41 a	13,31 a	18,34 a	20,86 a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak adanya perbedaan pengaruh yang nyata berdasarkan uji *honestly significant difference* pada tingkat kepercayaan 95%.



Gambar 3. Padatan terlarut total buah cabai setiap perubahan VQR

Gambar 3 menunjukkan meningkatnya kandungan PTT buah cabai pada semua perlakuan selama penyimpanan hingga pada VQR 2. Kenaikan nilai padatan terlarut total akibat meningkatnya tingkat kematangan buah dan melunaknya daging buah cabai merah. Peningkatan nilai padatan terlarut total juga merupakan petunjuk terjadinya metabolisme buah. Proses metabolisme menyebabkan terjadinya perombakan karbohidrat kompleks menjadi lebih sederhana yaitu gula (Dhyan,

2014). Nilai PTT juga dipengaruhi oleh laju respirasi. Semakin tinggi laju respirasi, maka semakin meningkat produksi gula terlarut. Selain itu, kadar air buah berkurang akibat proses transpirasi sehingga kandungan PTT buah menjadi lebih meningkat karena gula (glukosa) terlarut pada kandungan air buah yang lebih pekat. Fluktuasi nilai PTT selama penyimpanan terjadi akibat ke-tidak-seimbangan antara degradasi senyawa kompleks dengan degradasi gula dalam proses glikolisis buah (Dewi, 2012).

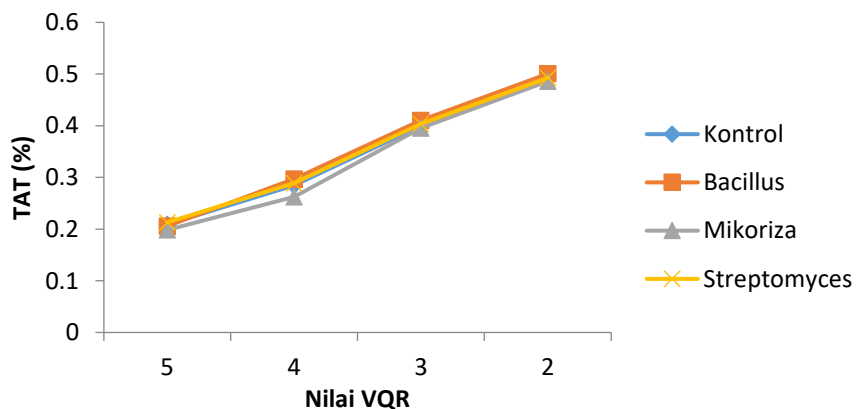
Tabel 7. Kandungan total asam tertitiasi buah cabai setiap perubahan VQR

Perlakuan	Total asam tertitiasi (%)			
	VQR 5	VQR 4	VQR 3	VQR 2
Kontrol	0,21 a	0,28 a	0,40 a	0,49 a
<i>Bacillus</i>	0,20 a	0,29 a	0,41 a	0,50 a
Mikoriza	0,20 a	0,26 a	0,39 a	0,48 a
<i>Streptomyces</i>	0,21 a	0,29 a	0,40 a	0,49 a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak adanya perbedaan pengaruh yang nyata berdasarkan uji *honestly significant difference* pada tingkat kepercayaan 95%

Tabel 7 menunjukkan kandungan TAT buah cabai pada setiap perubahan nilai VQR. Buah cabai hasil tanaman yang diberi pupuk hayati tunggal dan perlakuan kontrol memiliki kandungan TAT yang sama selama disimpan. Total asam titrasi (TAT) ini sangat penting dalam pengujian dan dapat memberi gambaran keasaman dan perubahan mutu buah. Komponen asam pada buah dan sayur merupakan metabolit sekunder atau produk

samping dari siklus metabolisme sel, seperti asam malat, asam oksalat dan asam sitrat yang dihasilkan dari siklus krebs (Gardjito *et al.*, 2015). Gambar 4 menunjukkan bahwa kandungan Total Asam Tertitiasi (TAT) buah cabai pada semua perlakuan mengalami peningkatan selama penyimpanan. Peningkatan asam pada bahan pangan dapat terjadi karena penguraian glukosa menjadi asam (Tjahyadi, 2008).



Gambar 4. Total Asam Tertitiasi buah cabai setiap perubahan VQR

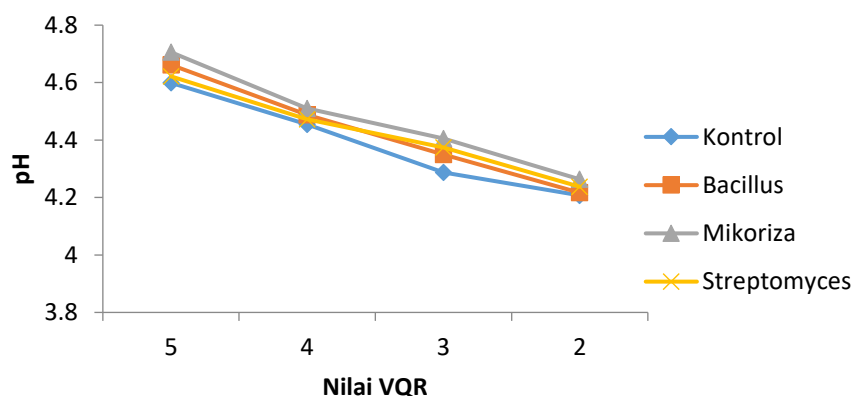
Tabel 8. pH buah cabai merah pada setiap perubahan VQR

Perlakuan	pH			
	VQR 5	VQR 4	VQR 3	VQR 2
Kontrol	4,60 b	4,45 a	4,29 b	4,21 a
<i>Bacillus</i>	4,66 ab	4,48 a	4,35 ab	4,21 a
Mikoriza	4,71 a	4,51 a	4,41 a	4,26 a
<i>Streptomyces</i>	4,62 ab	4,47 a	4,37 ab	4,24 a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak adanya perbedaan pengaruh yang nyata berdasarkan uji *honestly significant difference* pada tingkat kepercayaan 95%

Tabel 8 menunjukkan nilai pH buah cabai merah pada setiap perubahan VQR selama penyimpanan. Derajat keasaman (pH) buah cabai pada VQR 4 dan VQR 2 menunjukkan hasil yang tidak beda nyata pada buah cabai hasil tanaman yang diberi pupuk hayati maupun tanaman kontrol. Pada VQR 5

dan VQR 3 menunjukkan hasil perbedaan nyata pH buah cabai, pH terendah pada buah cabai hasil tanaman yang tidak diberi pupuk hayati (kontrol), dan pH tertinggi terdapat pada buah cabai hasil tanaman yang diberikan pupuk hayati tunggal Mikoriza



Gambar 5. pH buah cabai setiap perubahan VQR

Gambar 5 menunjukkan nilai pH buah selama penyimpanan mengalami penurunan pada semua perlakuan. Semakin tinggi total asam akan menyebabkan semakin tingginya derajat keasaman buah yang ditandai dengan rendahnya pH. Perubahan pH buah terjadi akibat peningkatan atau penurunan ion H^+ di dalam buah. Semakin lama penyimpanan, maka semakin meningkat pH buah karena tingkat kematangan buah semakin meningkat. Perubahan nilai pH dapat disebabkan oleh perubahan asam organik, aktivitas metabolisme, suhu, dan adanya mikroorganisme (Heruwati, 2011; Kassim *et al.*, 2020).

Penggunaan pupuk hayati, seperti *Bacillus* spp., jamur Mikoriza dan *Streptomyces* spp. sangat bermanfaat dalam budidaya tanaman cabai merah, tidak hanya meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasilnya, namun juga dapat memperpanjang

daya simpannya hingga 14 hari di suhu ruang dengan tetap memiliki mutu buah cabai merah yang bagus, baik secara fisik maupun kandungan nutrisinya. Penggunaan pupuk hayati dalam budidaya cabai merah dapat menghemat penggunaan pupuk anorganik, mengurangi penggunaan pestisida-insektisida sehingga ramah lingkungan dan memberikan produk yang sehat, aman untuk dikonsumsi.

KESIMPULAN

Penggunaan pupuk hayati tunggal *Streptomyces* spp. pada tanaman cabai dapat meningkatkan panjang buah cabai hingga 1,05 cm serta menghasilkan buah cabai dengan padatan total terlarut hingga 0,45 °Brix dibandingkan buah cabai merah yang dihasilkan dari tanaman kontrol. Pupuk hayati mikoriza yang diberikan pada tanaman cabai merah dapat meningkatkan kandungan pH hingga

0,085 dibandingkan kontrol. Pemberian pupuk hayati pada tanaman dapat memperpanjang daya simpan buah selama satu hari dengan rata-rata daya selama 14 hari. Pemanfaatan pupuk hayati tunggal pada cabai merah sangat disarankan, memberikan budidaya tanaman cabai merah yang ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan, bersifat berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Albaloushi N. S., M. M. Azam., A. H. A. Eissa. 2012. Mechanical properties of tomato fruits under storage conditions. *Journal of Applied Sciences Research*. 8: 3053-3064.
- Aldesuquy HS, Mansour FA, and Abo-Hamed SA. 1998. Effect of the culture filtrates of *Streptomyces* on growth and productivity of wheat plants. *Folia Microbiol*. 43:465–470. DOI: 10.1007/BF02820792.
- Aslantas, R., Cakmakci, R., and Sahin, F. 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Sci. Hortic*. 111:371–377.
- Boonlue, S., W. Surapat, C. Pukahuta, P. Suwanarit, A. Suwanarit and T. Morinaga. 2012. Diversity and efficiency of Arbuscular Mycorrhiza Fungi in soils from organic chilli (*Capsicum frutescens*) farms. *Mycoscience*. 53:10-16.
- Castillo, C.G., L Sotomayor, C.A. Ortiz, G. Leonelli, F.R. Borrie and R.E. Rubio. 2009. Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on an ecological crop of chilli peppers (*Capsicum annuum* L.). *Chilean Journal of Agricultural Research*. 69:79-87.
- Comptant, S., Duffy B, Nowak J., Clement C. and Barka E.A. 2005. Mini Review: Use of plant growth-promoting rhizobacteria for biocontrol of plant diseases: Principles, Mechanism of Action and Future Prospect. *Appl. Environ. Microbiol*. 71:4951-4959.
- Dai, O., R.K. Singh & G. Nimasow. 2011. Effect of Arbuscular Mycorrhizal (AM) inoculation on growth of chilli plant in organic manure amended soil. *African Journal of Microbiology Research*. 5:5004-5012.
- Dewi, L.M. 2012. *Aplikasi coating kitosan untuk memperpanjang umur simpan buah salak pondoh (Salacca edulis Reinw.)* Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Dhyan, C., S.H. Sumarlan., S. Bambang. 2014. Pengaruh pelapisan lilin lebah dan suhu penyimpanan terhadap kualitas buah jambu biji (*Psidium guajava* L). *Bioproses Komoditas Tropis* 2:79-90.
- Douds, D.D.Jr. and C. Reider. 2003. Inoculation eighth Mycorrhizal FungilIncreases the yield of green peppers in a high P soil. *Biological Agriculture & Horticulture: An International Journal for Sustainable Production Systems*. 21:91-102.
- Esitken, A., Pirlak L., Turan M., and Sahin F. 2006. Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. *Sci. Hortic*. 110:324–327.

- Faisal, M., T. Ahmad and N.K. Srivastava. 2010. Influence of different levels of *Glomus macrocarpum* on growth and yield of chilli (*Capsicum annum* L.). *Indian Journal of Scientific Research*. 1:97–99.
- Franco, A.D., M.A. Carrillo, F.O. Chairez and O.G., Cabrera. 2013. Plant Nutrition and Fruit Quality of Pepper Associated with Arbuscular Mycorrhizal in Greenhouse. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4:315-321.
- Fretes, C.E. 2013. *Characterization of isolate Streptomyces spp. producing Indole-3-Acetic Acid act as biostimulant*. Biological science, Universitas Gadjah Mada. Thesis. Unpublished.
- Gol, N.B., M.L. Chaudhari and T.V.R. Rao. 2013. Effect of edible coatings on quality and shelf life of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit during storage. *Journal of Food Science and Technology*. 52(1): 78-91.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., E. Valenzuela-Soto, J. Lizardi-Mendoza, F. Goycoolea, M.A. Martinez-Tellez, M.A. Villegas-Ochoa, I.N. Monroy-Garcia and J.F. Ayala-Zavala. 2009. Effect of chitosan coating in preventing deterioration and preserving the quality of fresh-cut papaya Maradol. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89(1):15-23.
- Gardjito, M., W. Handayani dan R. Salfarino. 2015. *Penanganan Segar Hortikultura untuk Penyimpanan dan Pemasaran*. Prenadamedia Group. Jakarta.
- Karlıdag, H., Esjitken A., Turan M., and Sahin F. 2007. Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. *Sci. Hortic*. 114:16–20.
- Kementerian Perdagangan RI. 2019. *Analisis perkembangan harga bahan Pangan pokok di pasar domestik dan internasional*. Kementerian Perdagangan RI, Jakarta, Indonesia.<http://bppp.kemendag.go.id/media_content/2019/04/BAPOK_BULAN_FEBRUARI_2019.pdf>
- Milla, Y.N., Widnyana, I.K., dan Pandawani, N.P. 2016. Pengaruh waktu pemberian pupuk Mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman paprika (*Capsicum annum* var. *grossum* L.). *Agrimeta: Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem*. 6: 66-76.
- Mudyantini, W., S. Santosa, K. Dewi dan N. Bintoro. 2017. Pengaruh pelapisan kitosan dan suhu penyimpanan terhadap karakter fisik buah sawo (*Manilkara achras* (Mill.) Fosberg) selama pematangan. *Agritech*. 37(3):343-351.
- Muliansyah. 2004. *Kajian penyimpanan buah manggis (Garcinia mangostana L) terolah minimal dalam kemasan atmosfer termodifikasi*. Institut Pertanian Bogor. Tesis.
- Nurmayulis., Syabana, M.A., dan Syafendra, Y. 2013. Pengendalian pPenyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada cabai merah dengan beberapa bakteri

- sebagai agen biokontrol. *Jur. Agroekoteknologi*. 5:33–44.
- Peter, K.V., K.P. Sudheer, and V. Indira. 2007. *Postharvest technology of horticultural crops*. New India Publishing Agency, India.
- Pereira, J.A.P., I.J.C. Vieira, M.S.M. Freitas, C.L. Prins, M.A. Martins and R. Rodrigues. 2016. Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on *Capsicum* spp. *Crop and Soils Review. Journal of Agricultural Science*. 154:828-849. DOI: 10.1017/S0021859615000714.
- Putri, R.A., Sulandari, S., Arwiyanto, T. 2018. Keefektifan Bakteri Rizosfer *Streptomyces* sp. untuk Menekan *Pepper yellow leaf curl virus* Pada Tanaman Cabai Besar di Lapangan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 14:183-188.
- Regvar, M., K. Vogel-Mikus & T. Severkar. 2003. Effect of AM Fungi inoculum from field isolates on the yield of green pepper, parsley, carrot and tomato. *Folia Geobotanica*. 38:223-234. DOI: 10.1007/BF02803154
- Sanati, S., Razavi, BM., and Hosseinzadeh, H. 2018. A review of the effect of *Capsicum annum* L. and its constituent, capsaicin, in metabolic syndrome. *Iran J. Basic Med Sci* 21(5):439-448. DOI: 10.22038/IJBMS.2018.25200.6238
- Sasono, A. 2010. *Pemanfaatan Streptomyces spp. sebagai agen pengendali hayati mikrob patogen pada tanaman tomat (Solanum lycopersicum)*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Saraswati, R. 2007. *Technology of biofertilizers for efficiency of fertilization and sustainability of production farming system*. Soil Research Center. Bogor.
- Sativa, M., Harianto and Suryana, A. 2017. Impact of red chilli reference price policy in Indonesia. *International Journal of Agriculture System*. 5(2):120-139. DOI: 10.20956/ijas.v5i2.1201.
- Tjahjadi, C. 2008. *Teknologi pengolahan sayur dan buah*, Volume II. Widya Padjajaran. Bandung.
- Yaman, O. and L. Bayoindirli. 2002. Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *LWT-Food Science and Technology*. 35(2):146-150.