

MUTU FISIOLOGIS RIMPANG BENIH JAHE PUTIH BESAR SELAMA PENYIMPANAN DENGAN PELAPISAN LILIN DAN APLIKASI PACLOBUTRAZOL

Physiological quality of big white ginger seed rhizomes during the storage with wax coating and paclobutrazol applications

Devi Rusmin¹⁾, MR Suhartanto²⁾, S Ilyas²⁾, D Manohara¹⁾ dan E Widajati²⁾

¹⁾ Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111
Telp 0251-8321879 Faks 0251-8327010
balittro@litbang.pertanian.go.id
rdevirusmin@yahoo.com
tantosuhartanto12@yahoo.co.id

²⁾ Departemen Agronomi dan Hortikultura-Institute Pertanian Bogor
Jalan Meranti, Kampus Darmaga, Bogor

(diterima 27 November 2014, direvisi 09 Januari 2015, disetujui 17 Maret 2015)

ABSTRAK

Rimpang benih jahe putih besar tidak dapat disimpan lama karena mudah berkerut dan bertunas. Untuk meningkatkan daya simpan benih jahe telah dilaksanakan percobaan yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelapisan lilin dengan aplikasi Paclobutrazol (PBZ) terhadap perubahan mutu fisiologis rimpang benih JPB selama penyimpanan. Percobaan dilaksanakan di kamar kaca dan Laboratorium Teknologi Benih, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat sejak Januari sampai September 2014. Percobaan disusun dalam rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan. Sebagai petak utama adalah dua suhu ruang simpan (1) (26-28⁰C) (RH 70-80%) dan (2) (20-22⁰C) (RH 65-75%), sebagai anak petak adalah perlakuan benih (1) kontrol (tanpa bahan pelapis lilin); (2) pelapisan lilin + PBZ 0 ppm, (3) pelapisan lilin + PBZ 500 ppm; (4) pelapisan lilin + PBZ 1.000 ppm; dan (5) pelapisan lilin + PBZ 1.500 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pelapisan lilin dengan aplikasi PBZ sampai 1.500 ppm belum mampu menekan penyusutan bobot rimpang benih JPB sampai empat bulan setelah simpan, baik pada suhu penyimpanan 26-28⁰C maupun pada suhu 20-22⁰C. Kombinasi pelapisan lilin dengan aplikasi PBZ 1.500 ppm pada suhu 20-22⁰C mampu menekan persentase rimpang bertunas sampai tiga bulan simpan dan menekan laju respirasi sampai empat bulan.

Kata kunci: *Zingiber officinale*, pelapisan lilin, paclobutrazol, penyimpanan, mutu fisiologis

ABSTRACT

Seed rhizomes of big white ginger (BWG) have short storability, because they shrivel and sprout easily during the storage. To improve seed storability, an experiment was conducted to determine the effect of wax coating with Paclobutrazol (PBZ) application to the physiological quality of ginger seed rhizomes during the storage. The experiment was conducted at green house and Seed Technology Laboratory of Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute from January to September 2014. The experiment was arranged in a split plot design with three replications. Main plot were two storage temperature (1) 26-28⁰C (T1), and (2) 20-22⁰C (T2). Sub plot were five seed treatments (1) control (without wax coating), (2) wax coating + PBZ 0 ppm, (3) wax coating + PBZ 500 ppm, (4) wax coating + PBZ 1,000 ppm and (5) wax coating + PBZ 1,500 ppm. The results indicated that the combination of wax coating with PBZ applications up to 1,500 ppm have no significant effect to reduce weight loss of seed rhizomes up to four months after storage (MAS) on both temperature treatments. However, the combination of wax coating and PBZ 1,500 ppm at 20-22⁰C was able to reduce the percentage of sprouted-seed rhizome up to 3 MAS and reduced respiration rate up to 4 MAS.

Key words: *Zingiber officinale*, wax coating, paclobutrazol, storage, physiological quality

PENDAHULUAN

Permintaan benih jahe (*Zingiber officinale*) semakin meningkat seiring dengan berkembangnya industri obat herbal dan diversifikasi produk makanan dan minuman fungsional berbasis jahe. Permintaan benih jahe menyebar sampai ke luar Jawa seperti Sumatera dan Kalimantan (Balittro, 2011). Permintaan terhadap benih jahe tersebut berasal dari balai benih, petani penangkar, dan pengusaha benih swasta.

Permasalahan utama dalam produksi benih jahe adalah sulitnya menjaga ketersediaan benih bermutu dalam jumlah yang mencukupi dengan tepat waktu. Permasalahan tersebut antara lain disebabkan oleh sifat benih yang mudah berkerut, dan bertunas saat disimpan.

Sifat rimpang jahe mudah berkerut saat penyimpanan sangat merugikan dalam usaha perbenihan karena dapat menurunkan bobot benih 30% selama tiga bulan (Sukarman *et al.*, 2008). Benih jahe yang mudah bertunas (3-4 cm) dalam empat bulan penyimpanan apabila kondisi penyimpanan tidak optimal (Sukarman *et al.*, 2007), hal tersebut sangat menyulitkan dalam pengemasan dan pengiriman benih jarak jauh.

Teknologi penyimpanan benih jahe yang baik merupakan salah satu alternatif dalam menjaga ketersediaan benih jahe. Penyimpanan benih bertujuan untuk mempertahankan mutu fisiologis benih sampai benih tersebut siap digunakan untuk musim tanam berikutnya. Penyimpanan juga diperlukan untuk mengatasi kemungkinan tidak tersedianya benih bermutu pada saat diperlukan dan untuk memenuhi kebutuhan benih di luar musim.

Teknologi penyimpanan benih jahe diperlukan untuk menekan pertumbuhan tunas selama penyimpanan, penyusutan bobot rimpang dan berkembangnya patogen. Beberapa pendekatan dapat dilakukan untuk mengatasi masalah penyimpanan benih jahe, seperti pengaturan suhu dan pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT) yang bertujuan untuk menghambat

aktivitas respirasi dan menghambat pertunasan. Aplikasi paclobutrazol (PBZ) 500 ppm pada penyimpanan rimpang benih jahe putih besar (JPB), belum dapat menekan pertunasan selama di penyimpanan (Melati *et al.*, 2005).

Alternatif lain yang dapat dilakukan untuk menghambat pertunasan yaitu melalui teknik pelapisan benih. Teknik pelapisan benih merupakan salah satu metode untuk memperbaiki mutu benih menjadi lebih baik dengan penambahan bahan seperti ZPT, pestisida dan mikroba antagonis. Pelapisan benih diharapkan juga dapat mengurangi penguapan air selama penyimpanan, sehingga dapat mengurangi penyusutan bobot rimpang. Pemberian PBZ sebagai materi pelapisan diharapkan dapat mendorong terjadinya dormansi tunas sehingga dapat menekan pertunasan.

Teknik pelapisan benih (*coating*) dan aplikasi PBZ pada rimpang benih JPB untuk meningkatkan daya simpan benih dengan cara menekan penyusutan bobot dan menekan pertunasan dengan menginduksi dormansi selama di penyimpanan, sampai saat ini belum dilakukan. Pada tanaman buah-buahan dan kentang, teknologi pelapisan dengan lilin lebah untuk menekan respirasi, penurunan bobot dan menjaga penampilan agar tetap menarik selama penyimpanan sudah banyak dilakukan. Pelapisan lilin lebah 9% pada buah sawo manila (Laila, 2003) dan 5% pada buah manggis (Sugiyono *et al.*, 2009) dapat menekan susut bobot dan meningkatkan daya simpan.

PBZ merupakan salah satu jenis ZPT penghambat pertumbuhan (*growth retardant*) dari golongan senyawa Triazoles yang berperan dalam menghambat biosintesis giberelin sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman terhambat. Giberelin berperan dalam mendorong pembelahan, pemanjangan sel dan pemanjangan batang (Arteca, 1995; Davies, 2004; Chaney, 2005). Penghambatan biosintesis giberelin oleh PBZ dengan cara memblokir tiga langkah lintasan terpenoid dalam memproduksi giberelin, yaitu

dengan cara menghambat oksidasi *ent kaurene*, *ent kaurenol* dan *ent kaurenol* menjadi *ent kaurenoic acid* (Chaney, 2005). Penurunan kandungan giberelin oleh PBZ dapat meningkatkan produksi asam absisik (ABA), karena biosintesis giberelin dan ABA terdapat dalam satu jalur lintasan terpenoid dengan prekursor yang sama yaitu Isopentenil Pirofosfat. Kandungan ABA endogen tinggi dapat memicu terjadinya dormansi. Suttle dan Hultstrand (1994) menyebutkan bahwa ABA berperan dalam menginduksi dan mempertahankan dormansi pada umbi kentang mini. Hal ini dapat dibuktikan dengan pemberian inhibitor biosintesis ABA (fluridone), yang menyebabkan kandungan ABA endogen umbi berkurang sehingga umbi kentang dapat bertunas lebih awal. Kandungan ABA endogen yang tinggi menyebabkan umbi yang mengalami dormansi tunas (Hamadina, 2011).

Penelitian bertujuan untuk mengobservasi pengaruh pelapisan lilin dan aplikasi PBZ terhadap perubahan mutu fisiologis rimpang benih JPB selama penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di kamar kaca dan Laboratorium Teknologi Benih, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat sejak Januari sampai September 2014. Percobaan disusun dalam rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan. Petak utama adalah dua suhu ruang simpan (1) (26-28°C) (RH 70-80%) dan (2) (20-22°C) (RH 65-75%), sebagai anak petak adalah perlakuan benih (1) kontrol (tanpa bahan pelapis lilin), (2) pelapisan lilin + PBZ 0 ppm, (3) pelapisan lilin + PBZ 500 ppm, (4) pelapisan lilin + PBZ 1.000 ppm, dan (5) pelapisan lilin + PBZ 1.500 ppm. Kombinasi perlakuan yang diuji adalah sepuluh perlakuan dengan tiga ulangan, sehingga terdapat 30 satuan percobaan. Rimpang benih JPB yang digunakan berasal dari kebun petani penangkar di Desa Nagrak Selatan, Kecamatan Nagrak, Sukabumi yang dipanen pada saat musim hujan.

Lilin yang digunakan berasal dari lilin lebah madu dengan konsentrasi empat berdasarkan hasil penelitian pada umbi kentang. Perlakuan pelapisan benih dengan lilin dilakukan secara manual. Rimpang benih yang sudah bersih dari tanah, kemudian direndam dalam larutan PBZ sesuai perlakuan selama dua jam, setelah itu dikering anginkan selama lebih kurang satu hari. Pelapisan dilakukan dengan cara mencelupkan rimpang benih yang sudah direndam PBZ ke dalam emulsi lilin suhu lebih kurang 35°C, ditiriskan dan kemudian dikering anginkan selama 2-3 hari. Penyimpanan dilakukan dengan cara meletakkan benih pada rak penyimpanan selama empat bulan.

Pengamatan dilakukan terhadap (1) perubahan fisiologis selama penyimpanan: penyusutan bobot, persentase rimpang bertunas, panjang tunas, dan laju respirasi dilakukan setiap bulan dari awal simpan sampai akhir penyimpanan, (2) viabilitas rimpang benih: daya tumbuh, kecepatan tumbuh, tinggi tunas dan bobot kering bibit normal dilakukan pada satu dan empat bulan setelah simpan (BSS).

Data hasil percobaan ditabulasi dan menggunakan analisis sidik ragam dengan taraf kepercayaan 95%. Uji nilai tengah dilakukan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) jika hasil uji F menunjukkan perbedaan yang nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyusutan bobot rimpang

Penyusutan bobot rimpang benih JPB dipengaruhi oleh suhu simpan dan perlakuan benih, serta interaksi antara suhu ruang simpan dengan perlakuan benih.

Interaksi antara suhu ruang simpan dengan perlakuan benih terhadap penyusutan bobot rimpang dapat dilihat pada Tabel 1. Penyusutan bobot rimpang pada 1 BSS paling rendah pada perlakuan tanpa pelapisan (kontrol) yang disimpan pada suhu 26-28°C. Hal ini membuktikan bahwa perlakuan pelapisan dengan

Tabel 1. Interaksi antara suhu ruang simpan dengan perlakuan benih terhadap penyusutan bobot rimpang benih (g) jahe putih besar (JPB) selama 1, 2, 3 dan 4 bulan setelah simpan (BSS).

Table 1. The interaction between storage temperature with seed treatments on weight loss of seed rhizome (g) of big white ginger (BWG) at 1, 2, 3 and 4 months after storage (MAS).

Suhu simpan	Perlakuan benih	Lama simpan (BSS)				Total
		1	2	3	4	
Suhu (26-28°C)	Kontrol	7,52 f	6,18 c	9,58 c	10,71 c	34,08 d
	P + 0	10,65 bcd	9,11 a	16,15 a	17,21 a	53,12 ab
	P + 500	10,24 cde	8,68 ab	13,99 b	14,60 b	46,71 c
	P + 1.000	9,78 de	9,55 a	16,26 a	17,54 a	54,15 a
	P + 1.500	9,48 e	7,81 b	16,82 a	16,69 a	49,31 bc
Suhu (20-22°C)	Kontrol	10,98 abc	4,86 d	4,29 e	4,34 e	24,48 fg
	P + 0	11,65 a	6,26 c	5,99 d	6,98 d	31,55 de
	P + 500	11,54 ab	5,02 d	5,09 de	6,47 d	28,11 ef
	P + 1.000	9,78 ed	4,16 d	3,57 e	3,82 e	21,80 g
	P + 1.500	9,63 e	4,21 d	3,44 e	3,86 e	21,200 g
KK/CV (%)		4,83	7,47	10,56	6,81	7,33

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5%.

Note: Numbers followed by same letter in the same columns are not significantly different at 5% DMRT.

P/C+0= pelapisan/coating + PBZ 0 ppm; P/C+500= pelapisan/coating + PBZ 500 ppm; P/C+1.000= pelapisan/coating+ PBZ 1,000 ppm; P/C+1.500= pelapisan/coating+ PBZ 1,500 ppm.

aplikasi PBZ belum mampu menghambat penyusutan bobot benih. Rimpang benih yang disimpan untuk keperluan jangka pendek (satu bulan) belum membutuhkan perlakuan untuk menahan penyusutan bobot, walaupun disimpan pada suhu ruang.

Penyimpanan pada suhu 20-22°C, walaupun tanpa perlakuan pelapisan (kontrol) sudah mampu menahan penyusutan bobot pada 2, 3, dan 4 BSS. Sebaliknya penyimpanan pada suhu 26-28°C, dengan berbagai kombinasi perlakuan pelapisan, tidak mampu menekan penyusutan bobot (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa penyimpanan selama empat bulan, membutuhkan suhu lebih rendah (20-22°C), tanpa memerlukan perlakuan khusus untuk menekan penyusutan bobot, apabila dibandingkan dengan kontrol. Hasil ini didukung oleh penelitian Sukarman dan Seswita (2012) bahwa rimpang benih jahe yang disimpan di Gunung Putri (19-20°C), dengan RH rata-rata 86% dapat disimpan sampai lima bulan.

Berdasarkan bobot penyusutan total terlihat bahwa aplikasi pelapisan dengan lilin lebah 4%, walaupun dikombinasikan dengan

berbagai konsentrasi PBZ pada suhu simpan 26-28°C, menghasilkan penyusutan bobot yang lebih besar dibanding kontrol (tanpa pelapis). Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu ruang (26-28°C) pelapisan benih ditambah PBZ memberikan dampak negatif pada rimpang benih JPB selama penyimpanan. Pada suhu 20-22°C, penyusutan bobot dapat ditekan, baik pada perlakuan pelapisan ditambah PBZ maupun kontrol.

Perlakuan pelapisan dengan lilin lebah 4%, belum efektif menekan susut bobot rimpang benih JPB selama penyimpanan, baik yang disimpan pada suhu 26-28°C maupun pada suhu 20-22°C. Hal ini diduga karena perlakuan pelapisan dengan lilin lebah hanya efektif pada suhu rendah. Hassan *et al.* (2014) menyatakan bahwa kombinasi lilin lebah 12% dengan suhu penyimpanan 5°C, mampu menekan penyusutan bobot jeruk Siam Banjar 17,62-24,1% setelah 35 hari penyimpanan, sedangkan pada suhu 25°C penyusutan bobot mencapai 48,48%. Selanjutnya Dhyan *et al.* (2014) melaporkan bahwa pelapisan lilin 4%, pada suhu 5°C, efektif menekan susut bobot jambu biji setelah tiga hari penyimpanan. Sugiyono *et al.* (2009) melaporkan bahwa pelapisan lilin pada

buah manggis efektif menekan susut bobot pada suhu 8°C, dibanding suhu 20°C. Hal ini disebabkan oleh aplikasi lilin pada suhu rendah dapat menekan respirasi dan transpirasi rimpang selama penyimpanan, sehingga penyusutan bobot juga dapat ditekan. Marlina *et al.* (2014) melaporkan susut bobot buah salak yang disimpan pada suhu 15°C, disebabkan oleh laju respirasi dan transpirasi yang lebih lambat.

Persentase rimpang bertunas

Persentase rimpang, pada 1 dan 4 BSS dipengaruhi oleh suhu ruang simpan. Perlakuan benih berpengaruh pada 1 BSS, tetapi tidak berpengaruh pada 4 BSS (Tabel 2). Persentase rimpang bertunas pada 2 dan 3 BSS, dipengaruhi oleh suhu penyimpanan dan perlakuan benih serta interaksi antara suhu ruang simpan dan perlakuan benih (Tabel 3).

Persentase rimpang benih bertunas lebih rendah pada suhu simpan 20-22°C, dibanding suhu 26-28°C pada 1 BSS (Tabel 2). Benih rimpang JPB yang disimpan selama 1 BSS pada suhu 20-22°C, mampu menekan pertunasan dibanding suhu ruang 26-28°C karena suhu rendah dapat memicu atau mempertahankan terjadinya dormansi selama penyimpanan. Menurut Voss *et al.* (2011), penyimpanan umbi kentang pada suhu yang rendah dapat menyebabkan terjadinya dormansi tunas. Policegoudra dan Aradhya (2007) juga melaporkan bahwa penyimpanan pada suhu rendah (15°C) dapat menekan pertunasan rimpang temu mangga dibanding penyimpanan pada suhu ruang (26°C). Hal ini disebabkan oleh aktivitas metabolisme seperti laju respirasi dan rendahnya aktivitas enzim pada suhu dingin, sehingga dapat memicu atau mempertahankan terjadinya dormansi. ABA sebagai ZPT yang berperan dalam ketahanan terhadap cekaman suhu rendah akan meningkat kandungannya apabila ditempatkan pada suhu rendah. Faltusova *et al.* (2002) menyebutkan bahwa peningkatan kandungan ABA endogen selama cekaman suhu dingin berkaitan dengan ketahanan tanaman

terhadap cekaman suhu dingin. Pada Tabel 2 terlihat bahwa perlakuan benih dengan aplikasi PBZ 1.000 ppm nyata menekan persentase rimpang bertunas dibanding tanpa PBZ. Penghambatan biosintesis giberelin oleh aplikasi PBZ, dapat meningkatkan jumlah ABA endogen dalam rimpang. Peningkatan konsentrasi ABA tersebut dapat memicu terjadinya dormansi tunas, sehingga menghasilkan persentase rimpang bertunas yang lebih rendah.

Tabel 2. Persentase rimpang bertunas, pada masing-masing suhu ruang simpan dan perlakuan pelapisan dengan aplikasi PBZ, selama 1 dan 4 bulan setelah simpan (BSS).

Table 2. Percentage of sprouted-seed rhizome at storage temperature and coating treatments with PBZ applications at 1 and 4 months after storage (MAS).

Perlakuan	Lama simpan (BSS)	
	1	4
Suhu ruang simpan:		
1. 26-28°C	93,13 a	95,51 a
2. 20-22°C	64,78 b	81,36 b
Perlakuan benih:		
1. Kontrol	79,67 ab	87,22
2. P + 0	89,03 a	87,22
3. P + 500	79,60 ab	90,14
4. P + 1.000	74,61 b	88,92
5. P + 1.500	71,88 b	88,69
KK/CV (%)	10,80	6,94

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5%.

Note: Numbers followed by same letter in same columns are not significantly different at 5% DMRT.

P/C+0= pelapisan/coating+PBZ 0 ppm; P/C+500= pelapisan/coating+PBZ 500 ppm; P/C+1.000= pelapisan/coating+PBZ 1,000 ppm; P/C+1.500= pelapisan/coating+PBZ 1,500 ppm

Pada 2 dan 3 BSS, kombinasi pelapisan dengan aplikasi PBZ 1.000 dan 1.500 ppm pada suhu 20-22°C menghasilkan persentase rimpang benih bertunas yang paling rendah. Sebaliknya pemberian PBZ pada suhu 26-28°C, tidak mampu menghambat pertunasan rimpang JPB (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa peran PBZ dalam menekan pertunasan rimpang JPB di penyimpanan, efisien pada suhu 20-22°C. Diduga

penyimpanan pada suhu 20-22°C selain menghambat aktivitas metabolisme juga dapat meningkatkan kandungan ABA endogen selama penyimpanan. Hal ini didukung oleh Suttle (1995) bahwa umbi kentang yang disimpan pada suhu rendah (3°C) mempunyai kandungan ABA yang lebih tinggi (860±30 pmol g⁻¹ berat segar) dibanding suhu 20°C (471±18 pmol g⁻¹ berat segar). Selanjutnya Chaney (2005) menyampaikan bahwa penghambatan biosintesis giberelin oleh PBZ juga meningkatkan produksi ABA. Kandungan ABA lebih tinggi dan aktivitas metabolisme rendah menyebabkan aplikasi PBZ dalam mempertahankan dormansi lebih efektif. Suttle dan Hultstrand (1994) menyebutkan bahwa ABA berperan dalam menginduksi dan mempertahankan dormansi pada umbi kentang mini. Selanjutnya Hamadina (2011) melaporkan bahwa kandungan ABA

endogen yang tinggi menyebabkan umbi yam mengalami dormansi tunas.

Pada 4 BSS, persentase rimpang bertunas hanya dipengaruhi oleh suhu ruang simpan. Pada suhu 20-22°C persentase rimpang bertunas lebih rendah dibanding pada suhu 26-28°C. Aplikasi lilin ditambah PBZ tidak mampu lagi menekan persentase rimpang bertunas. Hal ini diduga karena periode dormansi sudah pecah, sehingga aplikasi PBZ tidak mampu mempertahankan periode dormansi rimpang benih JPB, ditunjukkan oleh persentase rimpang bertunas yang lebih besar dari 80%.

Panjang tunas

Panjang tunas dipengaruhi oleh suhu ruang simpan pada 1, 2, 3 dan 4 BSS, sedangkan perlakuan pelapisan dengan aplikasi PBZ hanya berpengaruh terhadap panjang tunas pada satu BSS (Tabel 4).

Suhu 20-22°C mampu menekan panjang tunas (kurang dari satu cm), baik pada 1 BSS maupun pada 2, 3 dan 4 BSS. Hal ini diduga karena suhu rendah dapat memicu dan mempertahankan terjadinya dormansi tunas, sehingga panjang tunas ikut tertekan. Suhu rendah dapat meningkatkan kandungan ABA endogen seperti yang terdapat pada umbi kentang (Suttle, 1995), sehingga umbi kentang tidak bertunas selama 50-80 hari penyimpanan. Pengaruh suhu terhadap dormansi dihubungkan dengan aktifitas fisiologis di antaranya aktivitas enzim dan respirasi, karena selama periode dormansi, aktivitas fisiologis seperti respirasi sangat rendah. Pada suhu yang lebih tinggi (26-28°C) aktivitas respirasi tinggi, kandungan ABA endogen diduga lebih rendah sehingga rimpang tidak bisa mempertahankan periode dormansi. Menurut Passam (1982), penempatan umbi yam pada suhu 35°C menyebabkan umbi bertunas sampai 85% setelah 95 hari. Sebaliknya pada suhu rendah (15-16°C) menyebabkan terjadinya dormansi tunas yang lebih lama.

Tabel 3. Persentase rimpang bertunas pada interaksi antara suhu ruang simpan dengan perlakuan pelapisan ditambah aplikasi PBZ terhadap persentase rimpang bertunas selama 2 dan 3 BSS.

Table 3. Percentage of sprouted seed Rhizome on the interaction between storage temperature with coating treatment and PBZ application on the percentage of sprouted-seed rhizomes at 2 and 3 months after storage (MAS).

Suhu simpan	Perlakuan benih	Lama simpan (BSS)	
		2	3
Suhu (26-28°C)	Kontrol	90,32 ab	90,32 ab
	P + 0	98,61 a	98,61 a
	P + 500	92,00 ab	94,26 a
	P + 1.000	98,61 a	98,61 a
	P + 1.500	93,00 ab	94,11 a
	Kontrol	76,00 cd	78,67 cd
Suhu (20-22°C)	P + 0	81,86 bc	82,85 bc
	P + 500	68,52 de	72,24 d
	P + 1.000	58,67 e	58,90 e
	P + 1.500	57,33 e	58,06 e
KK/CV (%)		7,63	6,93

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5%.

Note: Numbers followed by same letter in the same columns are not significantly different at 5% DMRT.

P/C+0= pelapisan/coating+PBZ 0 ppm; P/C+500= pelapisan/coating+PBZ 500 ppm; P/C+1.000= pelapisan/coating+PBZ 1,000 ppm; P/C+1.500= pelapisan/coating+PBZ 1,500 ppm

Tabel 4. Panjang tunas (cm) pada masing-masing suhu ruang simpan dan perlakuan pelapisan dengan aplikasi PBZ, selama 1, 2, 3 dan 4 bulan setelah simpan (BSS).

Table 4. Shoot length (cm) at storage temperature and coating treatments with PBZ applications at 1, 2, 3 and 4 months after storage (MAS).

Perlakuan		Lama simpan (BSS)			
		1	2	3	4
Suhu ruang simpan:					
1. 26-28 °C		0,87 a	1,71 a	2,31 a	2,74 a
2. 20-22 °C		0,35 b	0,53 b	0,76 b	0,79 b
Perlakuan benih:					
1. Kontrol		0,70 a	1,14	1,54	1,63
2. P + 0		0,71 a	1,28	1,76	1,98
3. P + 500		0,53 b	1,12	1,54	1,63
4. P + 1.000		0,61 ab	1,10	1,53	1,79
5. P + 1.500		0,52 b	0,97	1,31	1,79
KK/CV (%)		19,52	24,80	23,53	20,36

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5%.

Note: Numbers followed by same letter in the same columns are not significantly different at 5% DMRT.

P/C+0= pelapisan/coating+PBZ 0 ppm; P/C+500= pelapisan/coating+PBZ 500 ppm; P/C+1.000= pelapisan/coating+PBZ 1,000 ppm; P/C+1.500= pelapisan/coating+PBZ 1,500 ppm.

Perlakuan pelapisan dengan aplikasi PBZ 500 ppm pada 1 BSS mampu menekan panjang tunas rimpang benih, selanjutnya pada 2, 3 dan 4 BSS, aplikasi PBZ sudah tidak berpengaruh terhadap panjang tunas (Tabel 4). Menurut Pringle dan Clayton (2009) strategi untuk menghentikan pertunasan setelah dormansi pecah adalah penyimpanan pada suhu rendah, pemberian zat penghambat (retardan) dan kontrol atmosfer. Berbeda dengan pernyataan Pringle dan Clayton (2009). Pada percobaan ini, perlakuan pelapisan untuk mengontrol atmosfer, dan pemberian retardan hanya mampu menekan pertunasan sampai satu bulan penyimpanan. Hal ini diduga karena dormansi rimpang benih JPB yang disimpan pada suhu 20-22°C sudah patah (daya tumbuh kontrol lebih dari 70%) setelah 2 BSS sehingga perlakuan pelapisan dan aplikasi PBZ tidak lagi berpengaruh terhadap panjang tunas.

Respirasi

Respirasi rimpang benih dipengaruhi oleh interaksi suhu penyimpanan dengan perlakuan pelapisan ditambah aplikasi PBZ pada 1, 2, 3 dan 4 BSS. Perlakuan pelapisan dengan aplikasi PBZ 1.000 dan 1.500 ppm pada suhu 20-22°C, mampu menekan aktivitas respirasi pada 4 BSS karena menghasilkan jumlah CO₂ terendah dibanding perlakuan lainnya (Tabel 5).

Perlakuan pelapisan dengan aplikasi PBZ 1.000 dan 1.500 ppm pada suhu rendah mampu menekan laju respirasi sampai 4 BSS, karena PBZ 1.000 dan 1.500 ppm dapat mempertahankan dormansi rimpang benih JPB sampai 3 BSS (Tabel 4) sehingga aktivitas fisiologis seperti laju respirasi menjadi rendah, disamping itu pelapisan lilin 4% mampu mengontrol masuknya oksigen ke rimpang benih sehingga respirasi dapat ditekan.

Perlakuan pelapisan dengan aplikasi PBZ, terlihat memberikan dampak negatif pada suhu 26-28°C, terlihat dari laju respirasi yang tinggi dibandingkan dengan kontrol pada 2, 3 dan 4 BSS (Tabel 5). Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan pelapisan dengan PBZ tidak efektif mempertahankan dormansi dan menekan laju respirasi pada suhu 26-28°C, sehingga menyebabkan tingginya laju penyusutan bobot (Tabel 1). Hal ini diduga karena pada suhu 26-28°C aktivitas fisiologis (penggunaan energi untuk pertunasan dan respirasi) tinggi. Energi atau panas yang timbul diduga menyebabkan struktur bahan pelapis rusak sehingga penguapan menjadi tinggi.

Daya tumbuh dan kecepatan tumbuh

Kombinasi perlakuan pelapisan dengan pemberian PBZ 500, 1.000 dan 1.500 ppm, pada suhu 26-28°C, setelah satu bulan simpan, ternyata meningkatkan persentase daya tumbuh setelah ditunaskan di bak pembibitan. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi PBZ pada penyimpanan suhu 26-28°C pada 1 BSS, berperan dalam memperpendek masa dormansi. Daya tumbuh meningkat, seiring dengan meningkatnya konsentrasi PBZ pada suhu 26-28°C (Tabel 6).

Tabel 5. Interaksi antara suhu ruang simpan dengan perlakuan pelapisan ditambah aplikasi PBZ terhadap laju respirasi rimpang benih jahe putih besar (JPB) selama 1, 2, 3 dan 4 bulan setelah simpan (BSS).

Table 5. The interaction between storage temperature with coating treatment and PBZ application on respiration rate of big white ginger (BWG) seed rhizomes at 1, 2, 3 and 4 months after storage (MAS).

Suhu simpan	Perlakuan benih	Respirasi (mg CO ₂ kg ⁻¹ jam ⁻¹)			
		1 BSS	2 BSS	3 BSS	4 BSS
Suhu (26-28 ⁰ C)	Kontrol	1,56 abc	1,08 cd	2,11 bcde	1,74 d
	P + 0	1,37 bcd	1,90 a	4,03 a	2,95 ab
	P + 500	1,02 cd	1,34 bc	2,84 ab	2,79 bc
	P + 1.000	1,34 bcd	1,51 abc	2,64 bc	2,57 bc
	P + 1.500	1,87 ab	1,60 ab	2,55 bcd	3,41 a
Suhu (20-22 ⁰ C)	Kontrol	1,39 bcd	1,10 cd	1,16 de	1,36 de
	P + 0	1,93 a	1,20 bc	1,40 cde	2,37 c
	P + 500	1,10 cd	1,10 cd	1,54 bcde	1,72 d
	P + 1.000	0,93 d	0,74 d	0,99 e	0,92 ef
	P + 1.500	0,93 d	0,73 d	0,92 e	0,82 f
KK/CV (%)		23,23	20,36	36,75	13,01

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5%.

Note: Numbers followed by same letter in the same columns are not significantly different at 5% DMRT.

P/C+0= pelapisan/coating + PBZ 0 ppm; P/C+500= pelapisan/coating + PBZ 500 ppm; P/C+1.000= pelapisan/coating+ PBZ 1,000 ppm; P/C+1.500= pelapisan/coating+ PBZ 1,500 ppm.

Tabel 6. Interaksi antara suhu ruang simpan dengan perlakuan pelapisan ditambah aplikasi PBZ terhadap daya tumbuh dan kecepatan tumbuh rimpang benih jahe putih besar (JPB) selama 1 dan 4 bulan setelah simpan (BSS).

Table 6. The interaction between storage temperature with coating treatments and PBZ application on germination percentage and growth rate of big white ginger (BWG) seed rhizomes at 1 and 4 months after storage (MAS).

Suhu simpan	Perlakuan benih	Daya tumbuh (%)		Kecepatan tumbuh (% etmal ⁻¹)	
		1 BSS	4 BSS	1 BSS	4 BSS
Suhu (26-28 ⁰ C)	Kontrol	54,45 d	78,89 bc	1,63 cd	3,13 c
	P + 0	71,11 c	68,89 c	3,00 b	2,94 c
	P + 500	85,56 abc	72,22 c	3,52 ab	3,02 c
	P + 1.000	87,78 ab	75,56 bc	3,95 a	3,68 abc
	P + 1.500	95,55 a	68,89 c	4,12 a	2,94 c
Suhu (20-22 ⁰ C)	Kontrol	53,33 de	86,67 ab	1,91 cd	4,15 ab
	P + 0	73,33 bc	73,34 c	2,20 c	3,19 c
	P + 500	41,11 def	76,67 bc	1,44 d	3,46 bc
	P + 1.000	37,78 ef	92,22 a	1,29 d	4,30 a
	P + 1.500	26,67 f	91,11 a	1,29 d	4,30 a
KK/CV (%)		14,44	6,83	14,33	10,19

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5%.

Note: Numbers followed by same letter in the same columns are not significantly different at 5% DMRT.

P/C+0= pelapisan/coating + PBZ 0 ppm; P/C+500= pelapisan/coating + PBZ 500 ppm; P/C+1.000= pelapisan/coating+ PBZ 1,000 ppm; P/C+1.500= pelapisan/coating+ PBZ 1,500 ppm.

Sebaliknya, aplikasi PBZ pada suhu 20-22⁰C pada 1 BSS ternyata menekan persentase daya tumbuh rimpang benih setelah ditunaskan di bak pembibitan. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi PBZ pada suhu 20-22⁰C, ternyata mampu memicu terjadinya dormansi tunas pada rimpang

benih JPB pada 1 BSS. Daya tumbuh cenderung menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi PBZ (Tabel 6).

Sebaliknya pada 4 BSS, aplikasi PBZ 1.000 dan 1.500 pada suhu penyimpanan 20-22⁰C tidak mampu lagi mempertahankan masa dormansi

rimpang benih JPB. Hal ini terlihat dari persentase daya tumbuh (lebih dari 90%) dan kecepatan tumbuh (kurang dari 4% etmal⁻¹) yang tinggi (Tabel 6), karena dormansi rimpang benih JPB yang disimpan pada suhu 20-22°C, pada 4 BSS sudah pecah, terlihat dari persentase daya tumbuh pada kontrol lebih dari 86%. Diduga selama penyimpanan kandungan ABA turun sehingga menyebabkan hilangnya periode dormansi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hamadina (2011) pada umbi yam dan Suttle (1995) pada umbi kentang, bahwa selama penyimpanan terjadi penurunan kandungan ABA seiring dengan hilangnya periode dormansi. Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian sebelumnya, bahwa setelah 4 BSS pertumbuhan bibit jahe serempak dengan persentase daya tumbuh yang tinggi (Rusmin *et al.*, 2015).

Kecepatan tumbuh meningkat pada kombinasi perlakuan pelapisan dengan PBZ 500, 1.000 dan 1.500 ppm, pada suhu 26-28°C, setelah 1 BSS. Hal ini terlihat dari nilai kecepatan tumbuh yang tinggi pada kondisi tersebut (Tabel 6). Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi PBZ pada suhu tersebut berperan dalam memperpendek masa dormansi, sehingga rimpang benih JPB tumbuh serempak lebih awal dibanding aplikasi PBZ pada suhu 20-22°C. Kecepatan tumbuh yang tinggi pada aplikasi PBZ 500, 1.000 dan 1.500 ppm, pada suhu 26-28°C setelah 1 BSS, disebabkan oleh aktivitas fisiologis yang tinggi pada suhu tersebut.

Aplikasi PBZ pada penyimpanan suhu 26-28°C, meningkatkan aktivitas fisiologis rimpang benih JPB selama penyimpanan sehingga mampu meningkatkan persentase daya tumbuh dan kecepatan tumbuh rimpang benih JPB. Hasil ini diduga karena suhu ruang yang relatif tinggi (26-28°C) mampu meningkatkan aktivitas fisiologis yang mengarah pada pelepasan dormansi. Selanjutnya pemberian PBZ sebagai inhibitor biosintesis giberelin, selain meningkatkan kandungan ABA, juga meningkatkan kandungan hormon sitokinin. PBZ merupakan senyawa triazole yang dapat menstimulasi biosintesis

sitokinin (Zhou *et al.* (1998) dalam Nivedithadevi *et al.*, 2012). Zhang *et al.* (2007) menyebutkan bahwa aplikasi retardan uniconazole (golongan senyawa triazole) meningkatkan zeatin (sitokinin) pada tanaman kedelai. Selanjutnya, Suttle (2004) menjelaskan pecahnya dormansi pada umbi kentang disertai dengan perubahan biokimia. Peningkatan kandungan dan sensitivitas sitokinin merupakan faktor utama penyebab pecahnya dormansi pada umbi kentang. Perubahan kandungan IAA dan GA endogen berperan untuk pertumbuhan tunas selanjutnya. Pada penelitian ini, aktivitas fisiologis yang tinggi pada kondisi tersebut ditandai dengan tingginya laju penyusutan bobot, respirasi serta meningkatnya persentase pertunasan JPB selama di gudang penyimpanan.

Hal yang sama pada suhu 20-22°C, kecepatan tumbuh rimpang benih JPB pada perlakuan pelapisan dengan aplikasi PBZ 0, 500, 1.000 dan 1.500 ppm menghasilkan kecepatan tumbuh yang rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi PBZ pada penyimpanan suhu 20-22°C, mampu memicu terjadinya dormansi tunas pada rimpang benih JPB pada 1 BSS (Tabel 6). Hal ini disebabkan oleh penyimpanan pada suhu rendah dapat memicu dan mempertahankan terjadinya dormansi tunas. Menurut Pringle dan Clayton (2009), salah satu usaha untuk menghambat pertunasan adalah melalui penyimpanan pada suhu rendah. Selanjutnya aplikasi PBZ juga dapat memicu dan mempertahankan terjadinya dormansi. Pada penelitian ini rimpang benih JPB yang mengalami dormansi mempunyai aktivitas fisiologis yang rendah, ditandai dengan rendahnya laju penyusutan bobot, respirasi dan persentase rimpang bertunas selama di penyimpanan.

Pada 4 BSS, aplikasi PBZ 1.000 dan 1.500 ppm pada penyimpanan suhu 20-22°C tidak mampu lagi mempertahankan masa dormansi rimpang benih JPB. Hal ini terlihat dari persentase daya tumbuh dan kecepatan tumbuh yang tinggi (Tabel 6). Dormansi rimpang benih JPB yang

disimpan pada suhu 20-22°C, pada 4 BSS sudah pecah, ditunjukkan oleh persentase daya tumbuh pada kontrol lebih dari 80%. Aplikasi PBZ 1.000 dan 1.500 ppm, sudah tidak mampu menghambat dormansi, sehingga benih tumbuh lebih awal dan serempak.

Tinggi tunas dan bobot kering bibit normal

Pada 1 BSS, perlakuan pelapisan dengan aplikasi PBZ 500, 1.000 dan 1.500 ppm pada suhu 26-28°C, meningkatkan tinggi tunas dan bobot kering rimpang benih JPB. Hal ini disebabkan pada perlakuan tersebut daya tumbuh dan kecepatan tumbuh rimpang benih tinggi, sehingga menghasilkan tinggi tunas dan bobot kering lebih tinggi dibanding kombinasi perlakuan lainnya (Tabel 7). Hasil ini membuktikan bahwa aplikasi PBZ pada suhu ruang dapat memperpendek masa dormansi rimpang benih JPB.

Aplikasi PBZ 500, 1.000 dan 1.500 ppm pada suhu 20-22°C ternyata menekan tinggi tunas dan bobot kering rimpang benih JPB (Tabel 7). Pada perlakuan tersebut, daya tumbuh dan kecepatan tumbuh rendah, sehingga pertumbuhan tunas lebih lambat. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi PBZ pada penyimpanan suhu 20-

22°C, mampu memicu terjadinya dormansi tunas pada rimpang benih JPB pada 1 BSS.

Pada 4 BSS, aplikasi PBZ pada suhu 20-22°C ternyata tidak menekan tinggi tunas, karena aplikasi PBZ 1.000 dan 1.500 ppm menghasilkan tunas dan bobot kering yang tinggi (Tabel 7) dan tidak berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat dormansi pecah, PBZ tidak mampu lagi menghambat pertumbuhan tunas, sehingga menghasilkan bibit bervigor tinggi dengan tinggi tunas dan bobot kering yang tinggi. Hal ini juga membuktikan bahwa efek penghambatan tinggi tunas oleh PBZ tidak terjadi sehingga aplikasi PBZ tetap menghasilkan bibit JPB yang tumbuh normal dan tidak berbeda dengan kontrol.

KESIMPULAN

Kombinasi pelapisan lilin dengan aplikasi PBZ sampai 1.500 ppm belum mampu menekan penyusutan bobot rimpang benih JPB sampai 4 BSS, baik pada suhu penyimpanan 26-28°C maupun pada suhu 20-22°C.

Kombinasi pelapisan lilin dengan aplikasi PBZ 1.500 ppm pada suhu 20-22°C mampu menekan persentase rimpang bertunas sampai 3

Tabel 7. Interaksi antara suhu ruang simpan dengan perlakuan pelapisan ditambah aplikasi PBZ terhadap tinggi tunas dan bobot kering tunas rimpang benih jahe putih besar (JPB) selama 1 dan 4 bulan setelah simpan (BSS).

Table 7. The interaction between storage temperature with coating treatment and PBZ application on shoot height and shoot dry weight of big white ginger (BWG) seed rhizome at 1 and 4 months after storage (MAS).

Suhu simpan	Perlakuan benih	Tinggi tunas (cm)		Bobot kering tunas (g)	
		1 BSS	4 BSS	1 BSS	4 BSS
Suhu (26-28°C)	Kontrol	31,50 c	43,72 cd	0,35 cd	1,37 bc
	P + 0	33,55 c	42,23 cd	0,59 bc	1,17 bc
	P + 500	41,80 b	45,92 bcd	0,84 b	1,32 bc
	P + 1.000	50,03 a	43,10 d	1,20 a	1,27 bc
	P + 1.500	54,63 a	39,52 d	1,22 a	1,14 c
Suhu (20-22°C)	Kontrol	24,10 d	49,23 abc	0,39 cd	1,50 ab
	P + 0	33,43 c	42,93 cd	0,49 cd	1,13 c
	P + 500	16,28 e	45,33 bcd	0,32 cd	1,33 bc
	P + 1.000	14,93 e	52,03 ab	0,23 d	1,73 a
	P + 1.500	17,30 e	54,08 a	0,25 d	1,78 a
KK/CV (%)		10,10	7,74	29,04	15,05

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5%.

Note: Numbers followed by same letter in the same columns are not significantly different at 5% DMRT.

P/C+0= pelapisan/coating + PBZ 0 ppm; P/C+500= pelapisan/coating + PBZ 500 ppm; P/C+1.000= pelapisan/coating+ PBZ 1,000 ppm; P/C+1.500= pelapisan/coating+ PBZ 1,500 ppm.

BSS dan menekan laju respirasi sampai 4 bulan. Peningkatan daya simpan rimpang benih JPB dapat dilakukan dengan meningkatkan konsentrasi lilin lebah dan PBZ pada suhu kurang dari 20°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Arteca RN. 1996. Plant Growth Substances. Principles and Applications. Chapman & Hall, USA. 32 p.
- Balittro. 2011. Produksi Benih Sumber Tanaman Obat Dan Aromatik. 2011. Laporan Balittro Bogor. 40 hlm.
- Chaney WR. 2005. Growth Retardants: A Promising Tool for Managing Urban Trees. Purdue Extension document FNR-252-W. at: <http://www.extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-252-W.pdf>. [May 11, 2011]
- Davies PJ. 2004. Plant Hormones. Biosynthesis, Signal Transduction, Action. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 750 p.
- Dhyan SC, SH. Sumarlan dan B. Susilo. 2014. Pengaruh Pelapisan Lilin Lebah dan Suhu Penyimpanan terhadap Kualitas Buah Jambu Biji (*Psidium guajava* L.). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 2(1): 79-90.
- Faltusova ZK, M Faltus and I Prasil. 2002. Absciscic Acid Content During Cold Hardening of Barley and Wheat Cultivars with Different Freezing Tolerance. *Rostlinna Vyroba* 48(11): 490-493.
- Hamadina El. 2011. The Control of Yam Tuber Dormancy: A Framework for Manipulation. IITA, Ibadan, Nigeria. 60 p.
- Hassan ZH, S Lesmayati, R Qomariah, and A Hasbianto. 2014. Effects of Wax Coating Applications and Storage Temperatures on the Quality of Tangerine Citrus (*Citrus reticulata*) var. Siam Banjar. *International Food Research Journal* 21(2): 641-648.
- Laila F. 2003. Pengaruh Perlakuan Bahan Pelapis pada Berbagai Konsentrasi terhadap Kualitas dan Daya Simpan Buah Sawo Manila (*Achras sapota* L.) (Skripsi). Jur. Budidaya Pertanian, Faperta, IPB. 38 hlm.
- Marlina L, YA Purwanto dan U Ahmad. 2014. Aplikasi Pelapisan Kitosan dan Lilin Lebah untuk Meningkatkan Umur Simpan Salak Pondoh. *Jurnal Keteknik Pertanian* 28: 65-72.
- Melati, Sukarman, D Rusmin dan M Hasanah. 2005. Pengaruh Asal Benih dan Cara Penyimpanan terhadap Mutu Rimpang Jahe. *Gakuryoku* 11(2): 186-189.
- Nivedithadevi D, R Somasundaram and R Pannerselvam. 2012. Effect of Absciscic Acid, Paclobutrazol and Salicylic Acid on the Growth and Pigment Variation in *Solanum trilobatum*. *Int. J. Drug Dev. & Res.* 4(3): 236-246.
- Passam HC. 1982. Dormancy of Yams in Relation to Storage. In J. Mieke and N. Lyonga (Eds.). Yams-Igname, OUP, Oxford, UK. pp. 285-293.
- Policegoudra RS and SM Aradhya 2007. Biochemical Changes and Antioxidant Activity of Mango Ginger (*Curcuma amada* Roxb.) Rhizomes During Postharvest Storage at Different Temperatures. *Postharvest Biology and Technology* 46: 189-194.
- Pringle CB and R Clayton. 2009. Potatoes Postharvest. CAB International. MPG Books Group, India. 29 p.
- Rusmin D, MR Suhartanto, S. Ilyas, D Manohara dan E. Widajati. 2015. Pengaruh Umur Panen Rimpang terhadap Perubahan Fisiologi dan Viabilitas Benih Jahe Putih Besar selama Penyimpanan. *Jurnal Littri* 21(1): 17-26.
- Sugiyono, Sutrisno dan B Dwiarsih. 2009. Pengaruh Pelilinan Buah Manggis (*Garcinia mangostana*) Selama Penyimpanan. Makalah Bidang Teknik Produk Pertanian. Peran Teknik Pertanian dalam Pengembangan Agroindustri Berbasis Bahan Baku Lokal. Seminar Nasional dan Gelar Teknologi PERTETA, Mataram 8-9 Agustus 2009. 13 hlm.
- Sukarman, D Rusmin dan Melati. 2007. Viabilitas Benih Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) pada Cara Budidaya dan Lama Penyimpanan yang Berbeda. *Bul. Littri*. 18(1): 1-12.
- Sukarman, D Rusmin dan Melati. 2008. Pengaruh Lokasi Produksi dan Lama Penyimpanan terhadap Mutu Jahe (*Zingiber officinale* L.). *Jurnal Littri* 14(3): 119-124.
- Sukarman dan D Seswita. 2012. Pengaruh Lokasi Penyimpanan dan Pelapisan (*Coating*) Benih dengan Pestisida Nabati terhadap Mutu Benih Rimpang Jahe. *Bul. Littri* 23(1): 1-10.
- Suttle JC and JF Hultstrand. 1994. Role of Endogenous Absciscic Acid in Potato Microtuber Dormancy. *Plant Physiol.* 105: 891-896.

- Suttle JC. 1995. Postharvest Changes in Endogenous ABA Levels and ABA Metabolism in Relation to Dormancy in Potato Tubers. *Physiologia Plantarum* 95: 233-240.
- Suttle JC. 2004. Phsyological Regulation of Potato Tuber Dormancy. *American Journal of Potatoes Research* 81: 253-262.
- Voss RE, Davis, KG Baghott and M Siskiyu. 2011. Proper Environment for Potato Storage. Vegetable Research and Information Center. The University California. 3 p.
- Zhang M, L. Duan, X Tian, Zhongpei, L Jianmin, B Wang and L Zhaohui. 2007. Uniconazole-Induced Tolerance of Soybean to Water Deficit Stress in Relation to Changes in Photosynthesis, Hormones and Antioxidant System. *Journal of Plant Physiology* 164: 709-717.