

PENGARUH KONDISI RUANG SIMPAN DAN JENIS KEMASAN TERHADAP DAYA SIMPAN BENIH BOTANI BAWANG MERAH (*Allium cepa* var *aggregatum*) SETELAH INVIGORASI

THE EFFECT OF STORAGE CONDITIONS AND PACKAGING MATERIALS ON STORABILITY OF TRUE SEED OF SHALLOT (*Allium cepa* var *aggregatum*) AFTER INVIGORATION

Qudus Sabha Adhinugraha^{1*}, Eny Widajati² dan Endah Retno Palupi²

¹ Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

² Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail address: qudussabha21@gmail.com

PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 24 Agustus 2023
Direvisi: 02 Oktober 2023
Disetujui: 25 November 2024

KEYWORDS:

Alumunium foil,
polypropylene plastic, seed
drying

ABSTRACT

True seed of shallot (TSS) is an alternative planting material in shallot cultivation. During storage, TSS will deteriorated which can cause a decrease in seed quality. One of the efforts that can be made to improve the quality of the seeds is the KNO_3 invigoration treatment. Currently, the role of invigoration on the storability of TSS seeds is still unknown. This study aims to determine the information on the storage capacity of TSS after invigoration and drying. The research was conducted at the Laboratory of Seed Quality Testing, IPB University, Indonesia. The research was conducted using a two-factor nested design. The first factor was storage condition, i.e. ambient temperature ($28 \pm 2^\circ C$, RH $73 \pm 7\%$); air-conditioning room ($18 \pm 2^\circ C$, RH $61 \pm 7\%$); and refrigerator ($8 \pm 2^\circ C$, RH $24 \pm 8\%$). The second factor was packaging materials, i.e. aluminum foil (0.08 mm thickness) and polypropylene (PP) plastic (0.06 mm thickness). The factor of the type of packaging is nested in the condition of the seed storage space. The results showed post-invigorated TSS stored in air conditioned room and refrigerator with aluminum foil packaging recorded better germination, radicle emergence, vigor index, speed of germination, T_{50} , and electrical conductivity compared to storage in ambient temperature with PP plastic packaging during 16 WAS that the quality of post-invigorated TSS was maintained for 16 WAS in an air-conditioned room with aluminum foil packaging or refrigerator with aluminum foil or polypropylene plastic packaging.

ABSTRAK

KATA KUNCI:

Alumunium foil, plastik
polipropilen, pengeringan
benih

Benih botani bawang merah (TSS) merupakan alternatif bahan tanam dalam budidaya bawang merah. Selama penyimpanan benih, TSS akan mengalami deteriorasi atau kemunduran yang dapat menyebabkan penurunan mutu benih. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kembali mutu fisiologis benih adalah dengan perlakuan invigorasi KNO_3 . Saat ini peran invigorasi terhadap daya simpan benih TSS masih belum diketahui. Penelitian ini dilaksanakan Laboratorium Penyimpanan dan Pengujian Mutu Benih IPB University, Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui informasi daya simpan TSS setelah invigorasi dan pengeringan. Percobaan disusun menggunakan rancangan tersarang (*nested design*) dua faktor. Faktor pertama adalah kondisi ruang simpan benih yang terdiri atas tiga taraf, yaitu suhu $28 \pm 2^\circ C$, RH $73 \pm 7\%$ (kondisi kamar); suhu $18 \pm 2^\circ C$, RH $61 \pm 7\%$ (kondisi ruang ber-AC); dan suhu $8 \pm 2^\circ C$, RH $24 \pm 8\%$ (kondisi lemari es). Faktor kedua adalah jenis kemasan, yang terdiri atas dua jenis, yaitu kemasan alumunium foil (ketebalan 0,08 mm) dan kemasan plastik polipropilen (PP) (ketebalan 0,06 mm). Faktor jenis kemasan tersarang pada faktor kondisi ruang simpan benih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TSS pasca invigorasi yang disimpan dalam ruangan ber-AC dan lemari es dengan kemasan alumunium foil menghasilkan daya berkecambah, kemunculan radikula, indeks vigor, kecepatan tumbuh benih, T_{50} , dan daya hantar listrik yang lebih baik dibandingkan dengan penyimpanan pada kondisi kamar dengan kemasan plastik PP selama penyimpanan 16 MSS. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mutu TSS pasca invigorasi dapat dipertahankan selama 16 MSS dalam ruang ber-AC) dengan kemasan alumunium foil atau lemari es dengan kemasan alumunium foil atau plastik PP.

1. PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas hortikultura terpenting di Indonesia. Bawang merah biasa dikonsumsi sepanjang waktu, sehingga tingkat konsumsi bawang merah semakin meningkat seiring meningkatnya jumlah penduduk dan perekonomian nasional. Pada tahun 2021 konsumsi bawang merah di Indonesia mencapai 790,63 ribu ton atau 2,49 kg per kapita per bulan (BPS 2022). Umumnya, bawang merah dibudidayakan dengan menggunakan umbi sebagai benih. Namun, diketahui penggunaan umbi sebagai benih secara terus menerus dapat menyebabkan akumulasi patogen tular umbi sehingga dapat menurunkan produksi bawang merah. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pemerintah mencanangkan penggunaan benih botani bawang merah (TSS) sebagai alternatif bahan tanam dalam budidaya bawang merah.

Penggunaan TSS sebagai bahan tanam memiliki keunggulan dibandingkan dengan benih asal umbi, antara lain kebutuhan benih yang lebih sedikit (3–6 kg/ha), dapat memutus siklus patogen, tidak ada masa dormansi, dan dapat disimpan dalam jangka waktu lebih dari satu tahun (Sopha et al. 2015, Rosliani et al. 2018). Walaupun dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama, namun TSS tetap akan mengalami deteriorasi atau kemunduran yang menyebabkan perubahan fisiologis maupun biokimia di dalam benih, seperti penurunan daya berkecambah, indeks vigor, penurunan aktivitas enzim dehidrogenase, enzim amilase, serta peningkatan tingkat kebocoran membran sel (Umesh et al. 2014; Brar et al. 2019). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kembali mutu benih adalah dengan perlakuan invigorasi menggunakan KNO_3 . Invigorasi TSS menggunakan KNO_3 3% selama 24 jam dapat meningkatkan daya berkecambah dari 75% menjadi 81%, meningkatkan indeks vigor dan mempercepat waktu perkecambahan (Muruli et al. 2016). Hasil penelitian lainnya (Adhinugraha et al., 2022) menunjukkan bahwa invigorasi TSS menggunakan KNO_3 dapat meningkatkan indeks vigor, kecepatan tumbuh benih, dan menurunkan tingkat kebocoran membran sel.

Peran perlakuan invigorasi terhadap daya simpan benih masih diperdebatkan. Beberapa spesies benih menunjukkan terjadi peningkatan daya simpan benih setelah diberi perlakuan invigorasi. Namun, beberapa spesies benih lainnya menunjukkan sebaliknya, benih yang diberi perlakuan invigorasi menghasilkan daya simpan benih yang lebih rendah dibandingkan dengan benih tanpa invigorasi. Butler et al. (2009) dan Wood dan Hay (2010) melaporkan invigorasi dapat memperpanjang daya simpan benih *Digitalis purpurea* dan *Rhododendron griersonianum*, sementara Hussein et al. (2015) dan Malek et al. (2019) melaporkan sebaliknya, invigorasi dapat berpengaruh negatif terhadap daya simpan benih. Butler et al. (2009) menyatakan bahwa benih *Digitalis purpurea* yang diinvigorasi dengan PEG6000 pada tekanan osmotik -1 Mpa dan dikeringkan dengan cara yang tepat (Suhu 20°C, RH 47% selama 24 jam), dapat memperpanjang daya simpan benih. Di sisi lain, Hussein et al. (2015) melaporkan benih padi yang diberi perlakuan invigorasi dan disimpan pada kondisi suhu 25°C berpengaruh buruk terhadap daya simpan benih, dibandingkan benih tanpa perlakuan invigorasi. Benih padi yang diberi perlakuan priming hanya menghasilkan daya berkecambah sebesar 20-30% setelah disimpan selama 210 hari pada suhu 25°C. Hal ini bertolak belakang pada benih padi tanpa perlakuan priming, yang dapat mempertahankan daya berkecambahnya hingga 80% setelah disimpan selama 210 hari pada suhu 25°C. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan invigorasi terhadap daya simpan benih setiap spesies berbeda. Oleh sebab itu diperlukan penelitian untuk mengetahui peran invigorasi terhadap daya simpan benih TSS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui informasi daya simpan TSS setelah invigorasi dan pengeringan.

2. BAHAN DAN METODE

1.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan April 2021 hingga Maret 2022 di Laboratorium Penyimpanan dan Pengujian Mutu Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

1.2 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah TSS varietas Lokananta yang diproduksi oleh PT East West Seed Indonesia dengan tanggal kadaluarsa April 2021. Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah KNO_3 yang digunakan untuk invigorasi serta kemasan alumunium foil dan kemasan plastik polipropilen (PP) yang digunakan untuk menyimpan benih setelah invigorasi. Peralatan yang digunakan adalah peralatan pengecambahan benih (germinator, kotak pengecambah, dan media pengecambah), peralatan penetapan kadar air benih (oven, timbangan analitik, cawan porselen), dan peralatan untuk invigorasi (aerator dan botol invigorasi).

1.3 Metode Penelitian

Percobaan disusun menggunakan rancangan tersarang (*nested design*) dua faktor. Faktor pertama adalah kondisi ruang simpan benih yang terdiri atas tiga taraf, yaitu suhu $28 \pm 2^\circ\text{C}$, RH $73 \pm 7\%$ (kondisi kamar); suhu $18 \pm 2^\circ\text{C}$, RH $61 \pm 7\%$ (kondisi ruang ber-AC); dan suhu $8 \pm 2^\circ\text{C}$, RH $24 \pm 8\%$ (kondisi lemari es). Faktor kedua adalah jenis kemasan, yang terdiri atas dua jenis, yaitu kemasan alumunium foil (ketebalan 0,08 mm) dan kemasan plastik polipropilen (PP) (ketebalan 0,06 mm) (Gambar 1). Faktor jenis kemasan tersarang pada faktor kondisi ruang simpan benih. Percobaan diulang empat kali sehingga terdapat 24 satuan percobaan setiap pengamatan. TSS diberi perlakuan invigorasi KNO_3 3% selama 24 jam. Selanjutnya benih dikeringkan pada suhu 40°C selama 16 jam menggunakan oven. Benih disimpan pada ruang simpan dan kemasan benih sesuai dengan perlakuan yang diuji. Benih disimpan selama 16 minggu dan dilakukan pengujian mutu benih setiap 2 minggu sekali hingga 16 minggu setelah simpan (MSS). Benih tanpa invigorasi tidak dimasukkan sebagai faktor karena keterbatasan jumlah benih. Benih tanpa invigorasi disimpan pada suhu $18 \pm 2^\circ\text{C}$, RH $61 \pm 7\%$ menggunakan kemasan plastik PP dan dilakukan pengujian mutu benih dari 8 MSS hingga 16 MSS setiap 2 minggu sekali.

1.4 Peubah Pengamatan

Pengujian mutu benih di laboratorium dilakukan dengan mengamati kadar air serta beberapa tolok ukur viabilitas dan vigor benih, antara lain: daya berkecambah (DB), indeks vigor (IV), kecepatan tumbuh benih (K_{CT}), kemunculan radikula (RE), T_{50} , dan daya hantar listrik. Metode pengujian beberapa tolok ukur viabilitas dan vigor benih sebagai berikut:

2.4.1 Kadar Air Benih

Pengujian kadar air benih dilakukan dengan menggunakan metode oven pada suhu 103°C selama 17 jam (ISTA, 2022). Sampel yang digunakan sebanyak 3 g setiap satuan percobaan dengan dua ulangan.

2.4.2 Daya berkecambah

Pengujian daya berkecambah dilakukan dengan mengecambahkan 50 benih setiap satuan percobaan dan diulang 4 kali. Metode yang digunakan adalah metode Uji Di atas Kertas (UDK) pada

suhu $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Pengamatan dilakukan pada hari ke-6 dan hari ke-12 setelah pengecambahan. Daya berkecambah dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{DB (\%)} = \frac{\text{Jumlah KN I} + \text{Jumlah KN II}}{\text{Total Benih yang Dikecambahkan}} \times 100 \quad (1)$$

2.4.3 Indeks Vigor

Indeks vigor diamati dengan menghitung persentase jumlah kecambah normal hitungan I pada pengujian daya berkecambah. Indeks vigor dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{IV (\%)} = \frac{\text{Jumlah Kecambah Normal I}}{\text{Total Benih yang Dikecambahkan}} \times 100 \quad (2)$$

2.4.4 Kecepatan Tumbuh Benih

Kecepatan tumbuh benih diamati dengan menghitung jumlah kecambah normal setiap 24 jam selama 12 hari pengecambahan. Kecepatan tumbuh benih dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kct \% KN/etmal} = \sum_0^t \frac{\% \text{KN}}{\text{etmal}} \quad (3)$$

Keterangan: t = Waktu pengamatan, % KN = persentase kecambah normal setiap pengamatan, Etmal = Waktu pengamatan setiap 24 jam

2.4.5 Kemunculan Radikula

Pengujian kemunculan radikula dilakukan dengan mengecambahkan 50 benih setiap satuan percobaan dan diulang 4 kali, menggunakan metode Uji Di atas Kertas (UDK). Kemunculan radikula diamati dengan menghitung persentase benih yang telah muncul radikulanya sepanjang 2 mm saat 72 jam setelah dikecambahkan (ISTA, 2022).

2.4.6 T_{50}

T_{50} dihitung berdasarkan pada waktu yang dibutuhkan untuk mencapai persentase kecambah normal 50% dari total DB.

2.4.7 Daya Hantar Listrik

Pengujian DHL dilakukan dengan merendam 50 butir benih ke dalam 50 ml aquabides selama 24 jam pada suhu 20°C . DHL dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{DHL } (\mu\text{s cm} - 1 \text{ g} - 1) = \frac{\text{Konduktivitas sampel} - \text{Blanko}}{\text{Bobot benih}} \quad (4)$$

1.5 Analisis Data

Data ditampilkan dalam bentuk diagram garis dan dianalisis menggunakan SAS 9.0 dengan analisis ragam (Uji F) pada selang kepercayaan 95%. Apabila terdapat pengaruh nyata pada perlakuan yang diuji, kemudian dianalisis menggunakan uji DMRT.



Gambar 1. Jenis kemasan benih yang diuji. (a) aluminium foil, (b) plastik PP.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kadar Air Benih Selama Penyimpanan

Kadar air benih (KA) selama penyimpanan dipengaruhi oleh kondisi ruang simpan dan jenis kemasan benih. TSS pasca invigorasi yang disimpan pada kondisi kamar mengalami peningkatan KA yang lebih tinggi dibandingkan dengan TSS yang disimpan pada ruangan ber-AC atau lemari es (Tabel 1). Peningkatan KA ini terjadi karena benih mengalami proses kesetimbangan dengan RH yang tinggi ($73 \pm 7\%$) pada kondisi kamar. Benih bersifat higroskopis, benih akan mencapai kadar air seimbang dengan menambah atau mengurangi kadar air tergantung pada kondisi penyimpanannya. Ketika kondisi penyimpanannya memiliki RH yang tinggi, benih akan menyerap uap air dari lingkungan sehingga menambah KA-nya, begitupun sebaliknya (Sainsantosh & Patil, 2018). KA merupakan salah satu faktor yang paling mempengaruhi daya simpan benih. Peningkatan KA sejalan dengan kecepatan kemunduran benih yang ditandai oleh penurunan mutu benih (Justice dan Bass 2013). Mutu TSS pasca invigorasi yang disimpan pada kondisi kamar lebih cepat menurun, bahkan mutunya lebih rendah dibandingkan dengan TSS yang tidak diinvigorasi (Tabel 2 dan 3). Hal ini memberi indikasi bahwa benih pasca invigorasi lebih mudah mengalami kemunduran dibandingkan dengan benih tanpa invigorasi.

TSS pasca invigorasi yang disimpan pada kemasan alumunium foil dapat mempertahankan KA lebih baik ($<8\%$ hingga 8 MSS) dibandingkan dengan TSS yang disimpan pada kemasan plastik PP (KA $>8\%$ pada 2 MSS) (Tabel 1). Hasil ini menunjukkan bahwa alumunium foil lebih kedap udara dibandingkan plastik PP. Hasil ini sejalan dengan penelitian Mersal *et al.* (2018) yang menunjukkan bahwa benih bawang merah yang disimpan pada kemasan alumunium foil dapat mempertahankan KA lebih baik dibandingkan dengan benih yang disimpan pada kemasan plastik PP. Jenis kemasan benih yang baik adalah kemasan yang memiliki sifat kedap udara, tidak mudah rusak, serta mampu menahan keluar masuknya gas dan uap air sehingga mampu mempertahankan kondisi KA di dalam benih (Justice & Bass 2013).

Tabel 1. Kadar air (%) TSS varietas Lokananta pasca invigorasi dan pengeringan selama 16 minggu dalam penyimpanan

	Minggu Setelah Simpan (MSS)								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Ruang simpan									
Kamar	7,9	8,6 a	9,4 a	9,6 a	9,5 a	12,0 a	10,1 a	11,5 a	10,2 a
AC	7,9	7,3 a	8,3 b	8,6 b	8,2 ab	9,2 b	10,0 a	11,4 a	9,6 a
Lemari es	7,9	7,6 a	8,2 b	8,4 b	7,2 b	9,4 ab	10,0 a	11,4 a	10,2 a
Uji F	-	tn	*	*	*	*	tn	tn	tn
KK (%)	-	10,9	6,5	4,3	11,5	15,5	10,5	8,9	7,2
Kemasan									
A. foil	7,9	7,1 b	7,8 b	8,0 b	7,6 b	9,4 a	8,9 b	10,0 b	8,8 b
Plastik PP	7,9	8,6 a	9,4 a	9,7 a	9,4 a	10,4 a	10,4 a	11,7 a	10,6 a
Uji F	-	*	**	**	**	tn	*	**	**
KK (%)	-	10,9	6,5	4,3	11,5	15,5	10,5	8,9	7,2
Tanpa invigorasi					9,2	9,7	8,7	10,1	8,9

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=5\%$, * = berpengaruh nyata pada taraf $\alpha=5\%$, ** = berpengaruh nyata pada taraf $\alpha=1\%$, tn = tidak berpengaruh nyata.

3.2 Mutu Viabilitas dan Vigor Benih Selama Penyimpanan

Dalam penelitian ini, viabilitas (DB) TSS varietas Lokananta pasca invigorasi yang disimpan dalam ruangan ber-AC atau lemari es relatif sama dengan TSS tanpa invigorasi, kecuali TSS pasca invigorasi yang disimpan pada kondisi kamar (Tabel 2). Selama periode penyimpanan, seluruh perlakuan yang diuji mengalami penurunan viabilitas. TSS varietas Lokananta pasca invigorasi yang disimpan pada kondisi kamar mengalami penurunan viabilitas yang lebih cepat daripada yang disimpan pada ruangan ber-AC dan lemari es. Viabilitas TSS yang disimpan pada kondisi kamar dan dalam kemasan plastik PP menurun lebih cepat daripada kemasan aluminum foil sebagaimana ditunjukkan tolak ukur DB (Gambar 1), diduga karena kemasan plastik PP memiliki porositas yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan kadar air benih pada RH yang tinggi ($73 \pm 7\%$). RH dan suhu yang tinggi akan memicu akumulasi *reactive oxygen species* (ROS), hilangnya integritas membran, dan peningkatan konsumsi cadangan makanan, sehingga menyebabkan kemunduran benih (Liu *et al.* 2016). Selain itu, penyimpanan pada RH tinggi dapat meningkatkan peroksidasi lipid yang menjadi penyebab utama proses kemunduran benih (Wang *et al.* 2018). Namun demikian, hasil pengujian DHL pada penelitian ini menunjukkan bahwa relatif tidak ada perbedaan yang signifikan pada seluruh perlakuan yang diuji, kecuali pada pengamatan 6 MSS dan 14 MSS yang menunjukkan nilai DHL pada TSS yang disimpan pada lemari es dan kemasan aluminum foil lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa kerusakan integritas membran sel pada TSS pasca invigorasi yang disimpan pada kondisi kamar atau ruangan ber-AC menggunakan kemasan plastik PP lebih tinggi dibandingkan dengan TSS pasca invigorasi yang disimpan pada lemari es dan dengan kemasan aluminum foil.

Vigor TSS varietas Lokananta pasca invigorasi sebagaimana yang ditunjukkan oleh tolak ukur RE, IV, K_{CT} , dan T50, dapat dipertahankan selama 1 MSS hingga 6 MSS terlepas dari kondisi ruang simpan ataupun jenis kemasannya. Namun demikian, setelah 8 MSS hingga 16 MSS, TSS pasca invigorasi yang disimpan pada kondisi kamar dan kemasan plastik PP menghasilkan tolak ukur vigor yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 3). Ruang penyimpanan pada kondisi kamar memiliki suhu dan kelembaban yang cukup tinggi, yakni $28 \pm 2^\circ\text{C}$ dan RH $73 \pm 7\%$. Suhu dan RH yang tinggi akan menyebabkan peningkatan KA dan perubahan kimia pada benih, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan vigor benih (Hartmann-Filho *et al.* 2016; Rao *et al.* 2017; Waszczak *et al.* 2018). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Wang *et al.* 2018 dan Oke *et al.* 2020 yang menunjukkan bahwa suhu dan RH yang tinggi pada kondisi kamar sangat berperan terhadap percepatan

Tabel 2. Daya berkecambah TSS varietas Lokananta pasca invigorasi dan pengeringan sebagai respon terhadap kondisi ruang simpan dan kemasan selama penyimpanan 16 minggu

Perlakuan	Minggu Setelah Simpan (MSS)								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Daya berkecambah (%)									
R. Simpan									
Kamar	90,50	88,00 ^a	93,50 ^a	87,25 ^a	82,25 ^a	83,75 ^a	79,25 ^b	78,50 ^b	79,00 ^b
AC	90,50	88,00 ^a	91,50 ^a	88,75 ^a	86,75 ^a	87,25 ^a	81,25 ^{ab}	87,25 ^a	84,25 ^a
Lemari es	90,50	88,00 ^a	92,50 ^a	84,75 ^a	86,75 ^a	87,00 ^a	86,25 ^a	87,25 ^a	84,50 ^a
Kemasan									
A. foil	80,50	86,67 ^a	90,00 ^a	86,67 ^b	90,13 ^a	88,13 ^a	82,50 ^a	85,63 ^a	85,12 ^a
Plastik PP	80,50	85,00 ^a	86,33 ^a	90,17 ^a	90,88 ^a	86,25 ^a	78,63 ^b	80,38 ^a	76,50 ^b
Tanpa Inv.					89,00	85,50	83,00	86,00	82,50

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=5\%$

Tabel 3. Kemunculan radikula, indeks vigor, kecepatan tumbuh benih, T50, dan daya hantar listrik TSS varietas Lokananta pasca invigorasi dan pengeringan sebagai respon terhadap kondisi ruang simpan dan kemasan selama penyimpanan 16 minggu

Perlakuan	Minggu Setelah Simpan (MSS)								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Kemunculan radikula (%)									
R. Simpan									
Kamar	80,50	88,50 ^a	85,00 ^a	86,75 ^a	88,24 ^{ab}	84,75 ^b	80,25 ^b	72,75 ^b	67,50 ^b
AC	80,50	86,00 ^a	90,00 ^a	88,50 ^a	86,75 ^b	91,50 ^a	90,50 ^a	90,00 ^a	91,25 ^a
Lemari es	80,50	83,00 ^a	89,50 ^a	90,00 ^a	91,00 ^a	89,00 ^{ab}	88,00 ^a	86,25 ^a	88,50 ^a
Kemasan									
A. foil	80,50	86,67 ^a	90,00 ^a	86,67 ^a	90,13 ^a	88,13 ^a	82,50 ^a	85,63 ^a	85,12 ^a
Plastik PP	80,50	85,00 ^a	86,33 ^a	90,17 ^a	90,88 ^a	86,25 ^a	78,63 ^b	80,38 ^a	76,50 ^b
Tanpa Inv.					96,00	83,50	63,50	83,00	76,00
Indeks vigor (%)									
R. Simpan									
Kamar	36,50	30,00 ^a	25,00 ^a	27,00 ^a	22,50 ^b	20,50 ^b	8,25 ^b	14,25 ^c	8,50 ^b
AC	36,50	25,50 ^a	33,00 ^a	32,50 ^a	32,25 ^a	35,75 ^a	18,00 ^a	24,50 ^b	20,25 ^a
Lemari es	36,50	26,50 ^a	46,00 ^a	35,50 ^a	34,25 ^a	36,50 ^a	19,63 ^a	33,00 ^a	19,00 ^a
Kemasan									
A. foil	36,50	25,33 ^a	37,33 ^a	33,00 ^a	29,75 ^a	32,13 ^a	14,75 ^a	23,75 ^a	14,90 ^a
Plastik PP	36,50	29,33 ^a	32,00 ^a	30,33 ^a	35,00 ^a	24,50 ^b	11,44 ^b	15,88 ^b	10,75 ^b
Tanpa Inv.					40,50	20,50	6,50	7,50	3,50
Kecepatan tumbuh benih (%KN/etmal)									
R. Simpan									
Kamar	13,68	13,50 ^a	11,50 ^b	12,71 ^b	12,02 ^b	11,19 ^b	11,11 ^b	11,06 ^b	10,76 ^b
AC	13,68	11,95 ^a	13,35 ^a	13,33 ^{ab}	12,61 ^{ab}	13,21 ^a	12,36 ^a	12,70 ^a	12,46 ^a
Lemari es	13,68	12,38 ^a	13,55 ^a	14,40 ^a	13,36 ^a	12,74 ^a	12,91 ^a	12,25 ^a	12,25 ^a
Kemasan									
A. foil	13,68	12,53 ^a	13,10 ^a	13,76 ^a	12,53 ^b	11,86 ^a	11,93 ^a	11,96 ^a	11,72 ^a
Plastik PP	13,68	12,68 ^a	12,50 ^a	13,20 ^a	13,33 ^a	12,16 ^a	11,59 ^a	11,44 ^a	11,50 ^a
Tanpa Inv.					13,75	10,90	10,65	10,78	10,88
T50 (hari)									
R. Simpan									
Kamar	6,37	6,44 ^b	7,28 ^a	6,24 ^a	6,90 ^a	7,09 ^a	7,29 ^a	7,20 ^a	7,51 ^a
AC	6,37	7,24 ^a	6,56 ^b	6,24 ^a	6,72 ^{ab}	6,36 ^b	7,11 ^{ab}	6,61 ^b	6,94 ^b
Lemari es	6,37	6,67 ^b	6,30 ^b	6,13 ^a	6,43 ^b	6,64 ^b	6,84 ^b	6,66 ^b	6,79 ^b
Kemasan									
A. foil	6,37	6,80 ^a	6,53 ^a	6,12 ^b	6,66 ^a	7,05 ^a	7,19 ^a	6,80 ^b	7,11 ^a
Plastik PP	6,37	6,77 ^a	6,89 ^a	6,29 ^a	6,45 ^a	7,04 ^a	7,37 ^a	7,13 ^a	7,24 ^a
Tanpa Inv.					6,17	8,09	7,89	7,39	7,44
Daya hantar listrik ($\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)									
R. Simpan									
Kamar	83,71	94,34 ^a	123,8 ^a	98,85 ^{ab}	106,29 ^a	97,20 ^a	90,99 ^a	95,87 ^a	111,1 ^a
AC	83,71	79,54 ^a	87,27 ^b	120,80 ^a	103,60 ^a	101,07 ^a	90,92 ^a	83,60 ^{ab}	100,7 ^a
Lemari es	83,71	93,31 ^a	113,2 ^{ab}	94,09 ^b	100,62 ^a	92,11 ^a	99,82 ^a	74,94 ^b	111,7 ^a
Kemasan									
A. foil	83,71	90,95 ^a	111,6 ^a	92,25 ^b	101,64 ^a	92,20 ^a	89,58 ^a	83,61 ^a	103,9 ^a
Plastik PP	83,71	87,17 ^a	104,5 ^a	116,92 ^a	98,82 ^a	97,30 ^a	88,92 ^a	90,90 ^a	105,4 ^a
Tanpa Inv.					90,42	88,60	75,28	74,60	95,09

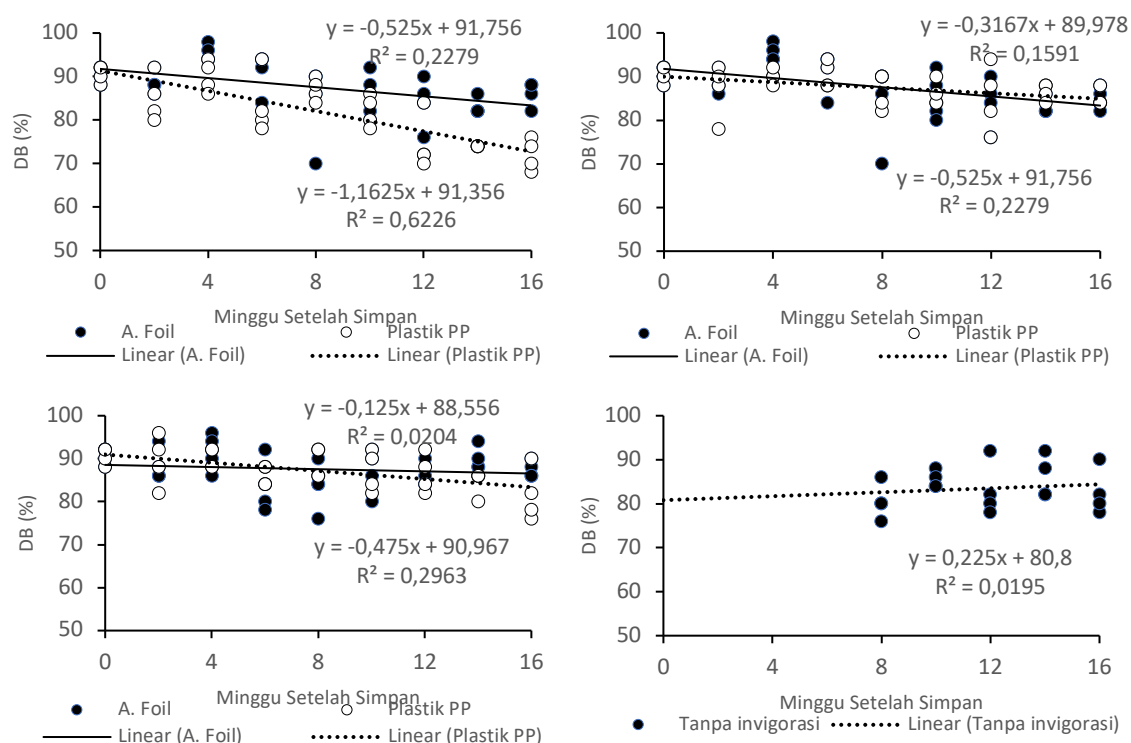
Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=5\%$.

kemunduruan benih. Berdasarkan hasil penelitian, kemasan plastik PP tidak cukup baik dalam mempertahankan vigor TSS pasca invigorasi selama masa penyimpanan dibandingkan dengan kemasan alumunium foil. Hal ini berkaitan dengan sifat dari kemasan plastik PP yang tingkat kedapatan terhadap udara dan air tidak sebaik kemasan alumunium foil yang ditunjukkan oleh peningkatan KA pada benih yang dikemas menggunakan plastik PP sejak 2 MSS (Tabel 1). Hasil penelitian ini sejalan dengan Mersal *et al.* (2018) serta Saisanthosh dan Patil (2018), yang

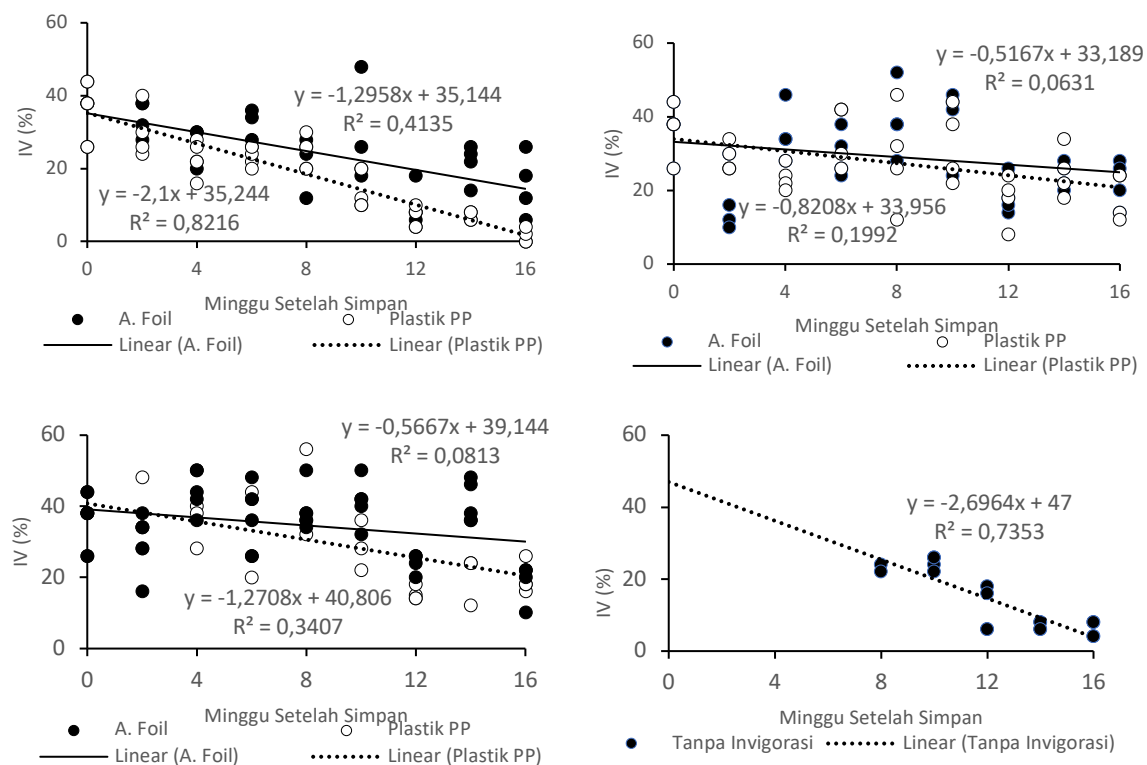
menunjukkan bahwa TSS yang disimpan menggunakan kemasan aluminium foil menghasilkan vigor benih yang lebih baik selama penyimpanan dibandingkan dengan TSS yang disimpan menggunakan kemasan plastik PP.

Vigor TSS varietas Lokananta pasca invigorasi dan telah dikeringkan dapat dipertahankan selama 16 MSS dan relatif lebih tinggi dibandingkan dengan TSS tanpa invigorasi sebagaimana ditunjukkan oleh tolak ukur RE, IV, K_{CT} , dan T50 (Tabel 3). Srinivasan dan Saxena (2001) melaporkan bahwa mutu benih lobak meningkat pasca invigorasi dengan PEG6000 -0,75 Mpa dan dapat dipertahankan sampai 10 bulan setelah simpan. Basra *et al.* (2003) juga menyatakan bahwa benih Canola yang diinvigorasi dengan PEG10000 -1,0 Mpa selama 4 jam, dikemas dalam plastik PP dan disimpan pada suhu 8°C selama 6 bulan masih mempunyai daya berkecambah yang lebih tinggi daripada tanpa invigorasi.

Vigor TSS varietas Lokananta tanpa invigorasi menurun lebih cepat daripada TSS pasca invigorasi, kecuali TSS pasca invigorasi yang disimpan pada kondisi kamar dengan kemasan plastik PP, sebagaimana ditunjukkan tolak ukur IV (Gambar 2). Hasil ini memberi indikasi bahwa pengaruh postif invigorasi dapat dipertahankan selama penyimpanan jika benih disimpan pada kondisi ruang simpan yang tepat. Penyimpanan TSS pasca invigorasi pada kondisi ruang ber-AC atau lemari es dalam kemasan aluminium foil atau plastik PP dapat mempertahankan vigor pasca invigorasi lebih baik dibandingkan penyimpanan pada kondisi kamar.



Gambar 1. Daya berkecambah TSS varietas Lokananta pasca invigorasi dan pengeringan sebagai respon terhadap kemasan dan kondisi ruang simpan benih selama penyimpanan 16 minggu: (A) kondisi kamar, (B) ruangan ber-AC, (C) lemari es, (D) tanpa invigorasi



Gambar 2. Indeks vigor TSS varietas Lokananta pasca invigorasi dan pengeringan sebagai respon terhadap kemasan dan kondisi ruang simpan benih selama penyimpanan 16 minggu: (A) kondisi kamar, (B) ruangan ber-AC, (C) lemari es, (D) tanpa invigorasi

Beberapa hasil penelitian menunjukkan invigorasi dapat memperpanjang umur simpan benih (Butler *et al.* 2009; Wood dan Hay 2010). Di sisi lain, Hussein *et al.* (2015) dan Malek *et al.* (2019) melaporkan sebaliknya, invigorasi dapat berpengaruh negatif terhadap umur simpan benih. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh positif invigorasi dapat dipertahankan selama penyimpanan pada berbagai kondisi simpan selama 16 MSS. Selama penyimpanan, TSS pasca invigorasi masih menunjukkan mutu yang lebih baik dibandingkan TSS tanpa invigorasi jika disimpan pada suhu rendah (Tabel 2 dan 3).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa invigorasi menggunakan KNO_3 3% diikuti pengeringan pada suhu 40°C selama 16 jam dan disimpan dalam ruang ber-AC (suhu $18 \pm 2^\circ\text{C}$, RH $61 \pm 7\%$) dengan kemasan aluminium foil atau lemari es (suhu $8 \pm 2^\circ\text{C}$, RH $24 \pm 8\%$) dengan kemasan aluminium foil atau plastik PP dapat meningkatkan mutu dan daya simpan benih botani bawang merah (TSS). Teknik ini sangat bermanfaat dalam program pengadaan benih terutama yang hanya diproduksi satu kali dalam setahun seperti TSS, karena dapat dimanfaatkan untuk menjaga ketersediaan TSS bermutu.

4. KESIMPULAN

TSS pasca invigorasi yang disimpan pada ruangan ber-AC (suhu $18 \pm 2^\circ\text{C}$, RH $61 \pm 7\%$) dan lemari es (suhu $8 \pm 2^\circ\text{C}$, RH $24 \pm 8\%$) dengan kemasan aluminium foil menghasilkan daya berkecambah, kemunculan radikula, indeks vigor, kecepatan tumbuh benih, T_{50} , dan daya hantar listrik yang lebih baik dibandingkan dengan penyimpanan pada kondisi kamar dengan kemasan plastik PP selama penyimpanan 16 MSS. Mutu TSS pasca invigorasi juga dapat dipertahankan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adhinugraha, Q.S., E. Widajati, & E.R. Palupi. 2022. Invigoration improved quality and storability of true seed of shallot (*Allium acalonicum* L.). *Journal of Tropical Crop Science*. 9(2): 145-155.
- Basra, S.M.A., E. Ullah, E.A. Warraich, M.A. Cheemat, & I. Afzal. 2003. Effect of storage on growth and yield of primed Canola (*Brassica napus*) seeds. *IJAB*. 5(2): 117-120.
- BPS. 2022. *Distribusi Perdagangan Bawang Merah di Indonesia*. BPS RI, Jakarta. 172 hlm.
- Brar, N.S., P. Kaushik, & B.S. Dudi. 2019. Effect of seed priming treatment on the physiological quality of naturally aged onion (*Allium cepa* L.) seeds. *Applied Ecology and Environmental Research*. 18(1): 849-862.
- Butler L.H., F.R. Hay, R.H. Ellis, R.D. Smith, & T.B. Murray. 2009. Priming and re-drying improve the survival of mature seeds of *Digitalis purpurea* during storage. *Annals of Botany*. 103: 1261-1270.
- Hartman-Filho, C.P., A.L.D. Goneli, T.E. Masetto, E.A.S. Martins, & G.C. Oba. 2016. The effect of drying temperatures and storages of seeds on the growth of soybean seedlings. *Jorunal of Seed Science*. 38(4): 287-295.
- Hussein S., M. Zheng, F. Khan, A. Khaliq, S. Farhad, S. Peng, J. Huang, K. Cui, & L. Nie. 2015. Benefit of rice seed priming are offset permanently by prolonged storage and the storage conditions. *Sci. Rep.* 5(8101):1-12.
- [ISTA] International Seed Testing Association. 2022. *International Rules for Seed Testing*. Basserdorf Switzerland.
- Justice O.L. & L.N. Bass. 1979. *Principles and Practices of Seed Storage*. Jodhpur: Scientific Publishers. 289 hlm.
- Liu J., J. Gui, W. Gao, J. Ma, & Q. Wang. 2016. Review of the physiological and biochemical reactions and molecular mechanisms of seed aging. *Acta Ecol.Sinica*. 36: 4997-5006.
- Malek M., F. Ghaderi-Far, B. Torabi, H.R. Sadeghipour, & F.R. Hay. 2019. The influence of seed priming on storability of rapeseed (*Brassica napus*) seeds. *Seed Science and Technology*. 47(1): 87-92.
- Mersal, I.F., U.A. Abd El Razek, E.A. Rashwan, & S.E. Abdallah. 2018. Impact of pre-storage seed treatments, packing materials, and storage periods on onion seed quality. *J. Plant Production*. 9(7): 593-599.
- Muruli C.N., K. Bhanuprakash, & B.C. Channakeshava. 2016. Impact of seed priming on vigour in onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Applied Horticulture*. 18(1): 68-70.
- Oke, C.O., A.W. Oluwatobi, V.J. Bamisaye, & M.A. Akanbi-Gada. 2020. Influence of storage conditions and packaging materials on germination and growth of sorghum seeds. *Annals of West University of Timisora*. 23(2): 97-106
- Rao, N.K., M.E. Dulloo, & J.M. Engels. 2017. A review of factors that influence the production of quality seed for long-term conservation in genebanks. *Genet Resour Crop Evol*. 64: 1061-1074.
- Roslani R, Y. Hilman, I. Sulastrini, M.P. Yufdy, R. Sinaga, & I.M. Hidayat. 2018. Evaluasi paket teknologi produksi benih TSS bawang merah varietas Bima Brebes di dataran tinggi. *J. Hort*. 28(1): 67-76.
- Saisanthosh K. & N.K.B. Patil. 2018. Effect of packaging materials and moisture content on seed storability of onion. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(4): 1745-1750.
- Sopha GA, Sumarni N, Setiawati W, Suwandi. 2015. Teknik penyemaian benih true shallot seed untuk produksi bibit dan umbi bibit bawang merah. *J. Hort*. 25(4): 318-330.
- Srinivasan K, & S. Saxena. 2001. Priming seeds for improved viability and storability in *Raphanus sativus* cv. *Chinese Pink*. *Indian J. Plant Physiol*. 6(3): 271- 274.
- Umesh H., S.N. Vasudevan, K. Bhanuprakash, & N.M. Shakuntala. 2014. Physiological and biochemical changes during seed ageing in onion (*Allium cepa* L.). *Green farming*. 5(4): 653-656.
- Wang W., A. He, S. Peng, J. Huang, K. Cui, & L. Nie. 2018. The effect of storage condition and duration on the deterioration of primed rice seeds. *Frontiers in Plant Science*. 9(172): 1-17.
- Waszczak, C., M. Carmody, & J. Kangasjarvi. 2018. Reactive oxygen species in plant signaling. *Annual Review of Plant Biology*. 69: 2019-236.
- Wood L.P., & F.R. Hay. 2010. Priming increases the storability and changes the water sorption properties of *Rhododendron griersonianum* seeds. *Seed Science and Technology*. 38: 682-691.