

Peningkatan Produksi Benih Botani Bawang Merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) di Dataran Rendah Subang Melalui Aplikasi BAP dan Introduksi *Apis cerana* [Increasing True Shallot Seed Production (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) in Lowland Area Through the Application of BAP and Introduction of *Apis cerana*]

Leli Kurniasari¹⁾, Endah Retno Palupi²⁾, Yusdar Hilman³⁾, dan Rini Rosliani⁴⁾

¹⁾Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Jln. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia, 16680

²⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jln. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia, 16680

³⁾Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Jln. Tentara Pelajar No. 3C, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16111

⁴⁾Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jln. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang, Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia 40391
E-mail: erpalupi@yahoo.co.id

Diterima: 13 Agustus 2015; direvisi: 20 Maret 2017; disetujui: 10 Juli 2017

ABSTRAK. Produksi benih botani bawang merah (*true shallot seed*/TSS) dapat ditingkatkan melalui peningkatan pembungaan dan intensitas penyerbukan. Aplikasi BAP dapat meningkatkan pembungaan, sementara introduksi serangga penyerbuk dapat meningkatkan intensitas penyerbukan. Tujuan penelitian adalah untuk meningkatkan produksi TSS di dataran rendah Subang (100 m dpl.). Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni sampai November 2014. Penelitian terdiri atas dua tahap percobaan. Percobaan pertama disusun dalam rancangan petak terbagi dengan empat ulangan. Petak utama adalah waktu aplikasi BAP yang terdiri dari 1, 3, dan 5 minggu setelah tanam (MST) serta 2, 4, dan 6 MST. Anak petak adalah konsentrasi BAP yang terdiri dari 0, 50, 100, 150, 200, dan 250 ppm. Percobaan kedua dilakukan dengan membandingkan produksi TSS dari dua populasi yang diintroduksi serangga dan tanpa introduksi serangga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi BAP pada 2, 4, dan 6 MST efektif meningkatkan persentase tanaman berbunga, jumlah bunga per umbel, jumlah kapsul per umbel, persentase pembentukan kapsul per umbel, dan bobot TSS per tanaman. Introduksi *Apis cerana* efektif meningkatkan jumlah kapsul bernas per tanaman, persentase pembentukan kapsul per tanaman, jumlah TSS per tanaman, persentase TSS bernas per tanaman, dan bobot TSS per tanaman, bobot 100 butir, dan daya berkecambah.

Kata kunci: Pembungaan; Pembentukan kapsul; Penyerbukan; Daya berkecambah; Indeks vigor

ABSTRACT. Production of true shallot seed (TSS) can be increased by enhancing flowering and intensifying the pollination. Application of BAP enhances flowering, whereas introduction of insect pollinator intensifies pollination. This research was aimed to increase TSS production in lowland area of Subang (100 m asl.) and was carried out from June until November 2014. The research consisted of two experiments. The first experiment was arranged in split plot design with four replications. The main plot was time of application of BAP i.e. 1, 3, and 5 week after planting (WAP) and 2, 4, and 6 WAP. The sub plot was concentration of BAP i.e. 0, 50, 100, 150, 200, and 250 ppm. The second experiment was comparing TSS production from two populations with and without installment of *Apis cerana* hive. The result showed that BAP applied on 2, 4, and 6 WAP effectively increased percentage of plant flowering, number of flower per umbel, number of capsules per umbel, percentage of fruitset, and TSS weight per plant. Introduction of *Apis cerana* have increased fruitset, percentages of filled TSS, number of TSS per umbel, and TSS weight per umbel as well as weight of 100 seed, and germination capacity.

Keywords: Flowering; Fruitset; Pollination; Germination capacity; Vigor index

Potensi produksi bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) di Indonesia mencapai lebih dari 20 ton/ha, akan tetapi produktivitas bawang merah nasional pada tahun 2013 tercatat sebesar 10,22 ton/ha (Bappenas 2015). Produktivitas yang rendah tersebut terutama disebabkan oleh rendahnya mutu umbi bibit yang tersedia akibat membawa penyakit tular bibit dan vigor yang rendah. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan benih botani bawang merah (*true shallot seed*/TSS). Kelebihan penggunaan TSS sebagai bahan tanam adalah karena benih yang digunakan sedikit sehingga penanganannya lebih mudah, bebas penyakit terbawa benih, dan memiliki daya simpan yang relatif lebih lama daripada umbi bibit (Putrasamedja 1995, Sumarni et

al. 2005) dan lebih menghemat biaya produksi (Basuki 2009).

Kendala utama produksi TSS di dataran rendah adalah suhu udara yang tinggi sehingga tidak sesuai untuk inisiasi pembungaan (Rosliani et al. 2014). Vernalisasi pada suhu 5°C selama 4–6 minggu tidak dapat menginduksi pembungaan varietas Katumi, Bima, Biru, dan Tiron di dataran rendah (Jasmi et al. 2013). Putrasamedja & Permadi (1994) melaporkan keberhasilan pembungaan bawang merah di dataran tinggi. Rosliani et al. (2012) melaporkan bahwa BAP 50 ppm yang diberikan pada 1, 3, dan 5 minggu setelah tanam (MST) dapat meningkatkan pembungaan dan hasil biji bawang merah di dataran tinggi. Peningkatan

pembungaan sebagai respons terhadap aplikasi BAP karena BAP merupakan sitokinin yang berfungsi meningkatkan pembelahan sel. Peningkatan jumlah sel pada meristem apikal dapat menginduksi inisiasi bunga. Penelitian ini memberikan gambaran bahwa upaya serupa untuk meningkatkan pembungaan dan hasil biji di dataran rendah juga perlu diteliti.

Bawang merah seperti halnya bawang bombay, merupakan tanaman menyerbuk silang, karena organ jantan dan betina dalam satu bunga tidak masak bersamaan (Currah & Proctor 1990), pada umumnya bunga jantan mekar lebih dulu daripada bunga betina (Currah & Ockendon 1978). Persentase penyerbukan sendiri yang rendah, hanya sekitar 9% secara alami pada tanaman bawang bombay (Gure *et al.* 2009) diduga karena penyerbukan yang kurang memadai. *Apis cerana* dilaporkan sebagai serangga penyerbuk yang dapat membantu penyerbukan untuk meningkatkan produksi TSS dalam kondisi dikerodong (Palupi *et al.* 2015). Lebah madu dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas benih yang ditunjukkan dengan meningkatnya viabilitas benih dan bobot benih per tanaman bawang merah (Rosliani *et al.* 2012, Adel *et al.* 2013). Namun demikian, efektivitas lebah madu dalam membantu penyerbukan bawang merah dalam kondisi terbuka masih perlu diteliti.

Penelitian bertujuan untuk (1) menentukan konsentrasi dan waktu pemberian BAP untuk meningkatkan pembungaan bawang merah di dataran rendah dan (2) meningkatkan pembentukan kapsul bawang merah di dataran rendah dengan mengintroduksi *A. cerana*.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni sampai November 2014 di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Buah (Balitbu) Subang pada ketinggian tempat 100 m dpl. Penelitian terdiri atas dua tahap percobaan yang dilaksanakan secara simultan.

Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Pemberian BAP Terhadap Pembungaan dan Produksi Benih

Percobaan dilaksanakan pada Juni sampai September 2014, dalam rancangan petak terbagi dengan acak kelompok (RAK) sebagai rancangan lingkungan dan diulang empat kali. Varietas bawang merah yang digunakan adalah cv. Bima Brebes, sementara umbi yang digunakan adalah yang berukuran 5–10 g, karena umbi yang sedang–besar dapat menghasilkan biji yang lebih banyak dan mutu yang lebih baik (Tendaj *et al.* 2014, Geetharani & Ponnuswamy 2007). Petak utama adalah waktu aplikasi (W) BAP, terdiri atas: W1= BAP diberikan tiga kali pada 1, 3, dan 5 MST, serta W2= BAP diberikan tiga kali pada 2, 4, dan 6 MST. Anak petak

adalah konsentrasi BAP yang terdiri atas 0, 50, 100, 150, 200, dan 250 ppm.

Vernalisasi umbi dilakukan pada suhu 10°C selama 3 minggu. Media tanam yang digunakan berupa campuran antara tanah, pupuk kandang domba, dan sekam dengan perbandingan 3 : 2 : 1. Penanaman dilakukan dalam polibag berukuran 30 cm x 40 cm, tiga tanaman/polibag. Polibag ditempatkan pada bedengan bermulsa dengan ukuran 4 m x 1,2 m dan diberi naungan plastik PEP bening dengan ketebalan 1 mm. Dalam setiap bedengan terdapat 120 tanaman.

Perlakuan BAP dengan konsentrasi 0, 50, 100, 150, 200, dan 250 ppm diberikan sebanyak tiga kali sesuai waktu aplikasi, yaitu W1=1, 3, dan 5 MST serta W2=2, 4, dan 6 MST. Pemberian BAP dilakukan dengan cara disiramkan pada bagian titik tumbuh apikal dengan volume 100 ml per polibag. Pada perlakuan kontrol (0 ppm BAP) tanaman disiram dengan akuades.

Pemanenan dilakukan dengan menggunting tangkai umbel. Umbel dipanen apabila dalam satu umbel terdapat 1–3 kapsul yang pecah atau sebagian besar kapsul berwarna putih kekuningan. Oleh karena itu panen tidak dapat dilakukan secara serentak, karena perbedaan waktu masak baik antartanaman maupun antarumbel dalam satu tanaman.

Pengaruh *A. cerana* Terhadap Produksi dan Mutu Benih

Percobaan dilaksanakan pada bulan Agustus sampai November 2014 di dua petakan yang terpisah dengan jarak $\pm$ 400 m dan kedua petakan dipisahkan oleh kebun buah-buahan. Pada setiap petakan dibuat empat bedengan sebagai ulangan, dan setiap bedengan ditanami 120 tanaman. Perlakuan terdiri atas introduksi dan tanpa introduksi serangga penyerbuk (*Apis cerana*).

Persiapan tanam dilakukan seperti pada percobaan 1, di mana umbi divernalisasi pada suhu 10°C selama 3 minggu. Media tanam yang digunakan berupa campuran tanah, pupuk kandang domba, dan sekam dengan perbandingan 3 : 2 : 1. Penanaman dilakukan dalam polibag berukuran 30 cm x 40 cm, dengan 3 tanaman/polibag. Polibag ditempatkan pada bedengan bermulsa dan diberi naungan plastik bening jenis PEP dengan ketebalan 1 mm.

Aplikasi BAP dilakukan berdasarkan hasil terbaik dari percobaan pertama, yaitu pada konsentrasi 100 ppm dan umur tanaman 2, 4, dan 6 MST. Pemberian BAP dilakukan dengan cara disiramkan pada bagian titik tumbuh apikal dengan volume 100 ml per polibag.

Introduksi serangga penyerbuk dilaksanakan dengan meletakkan satu koloni *A. cerana* (400–500 ekor/koloni) di tengah tiap bedengan sejak umbel sudah muncul ($\pm$ 30 HST) sampai kapsul terbentuk ($\pm$ 60 HST). Bedengan tidak disungkup sehingga serangga dapat mencari nektar dari tanaman lain. Sumber makanan tambahan berupa

cairan gula disediakan di bawah kotak koloni untuk menjaga kelangsungan koloni, dan diganti seminggu sekali sampai akhir masa pembungaan. Petakan tanpa introduksi serangga mengandalkan penyerbukan alami dari serangga yang ada di lokasi. Kedua petakan terpisah dengan jarak ± 400 m dan dipisahkan oleh kebun buah-buahan, yang diharapkan dapat berfungsi sebagai penghalang bagi serangga di koloni untuk menyeberang ke petakan tanpa introduksi serangga.

Pengujian daya berkecambah TSS dilakukan dengan metode uji di atas kertas (UDK) menggunakan alat pengecambah benih standar (*seedburo*). Substrat yang digunakan adalah kertas stensil tiga lembar. Suhu media pengecambahan yang digunakan adalah konstan 20°C (ISTA 2010).

Pengamatan dan Pengumpulan Data

Pengamatan pada percobaan 1 meliputi waktu muncul umbel, persentase tanaman berbunga, jumlah umbel per tanaman, jumlah bunga per umbel, jumlah kapsul per umbel, persentase pembentukan kapsul per umbel (%), jumlah dan bobot (g) TSS per tanaman, bobot 100 butir (g), daya berkecambah benih (%), potensi tumbuh maksimum (%), dan indeks vigor. Data dianalisis dengan uji F, dan uji lanjut wilayah berganda Duncan (DMRT) pada taraf $\alpha = 0,05$.

Peubah yang diamati pada percobaan 2 mencakup jumlah kapsul bernas per tanaman, persentase pembentukan kapsul per tanaman, jumlah dan bobot TSS per tanaman, persentase TSS bernas, daya berkecambah dan bobot 100 butir.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan uji t pada taraf $\alpha = 0,05$. Pengolahan data menggunakan program *statistical analysis system* (SAS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh BAP Terhadap Pembungaan dan Produksi Benih

Tidak terdapat pengaruh interaksi yang nyata antara konsentrasi dan waktu aplikasi BAP terhadap waktu muncul umbel, persentase tanaman berbunga, dan jumlah umbel per tanaman (Tabel 1), demikian juga terhadap jumlah bunga per umbel, jumlah kapsul per umbel, dan persentase pembentukan kapsul per umbel (Tabel 2).

Secara independen, perbedaan konsentrasi dan waktu aplikasi BAP memengaruhi persentase tanaman berbunga dan jumlah umbel per tanaman akan tetapi tidak memengaruhi waktu muncul umbel bunga (Tabel 1). Pada perlakuan kontrol (BAP 0 ppm), waktu muncul bunga pertama kali sekitar 23 hari setelah tanam (HST),

lebih awal daripada yang diberi perlakuan BAP (24,9–28,1 HST). Waktu muncul bunga yang lebih cepat pada kontrol memberi indikasi bahwa vernalisasi umbi cukup efektif dalam menginduksi pembungaan (Rosliani *et al.* 2012, Rosliani *et al.* 2013, Ami *et al.* 2013).

Persentase tanaman berbunga pada kontrol (BAP 0 ppm) sebesar 27,8% tidak berbeda nyata dengan perlakuan BAP 50, 100, 150, dan 250 ppm yang menghasilkan persentase tanaman berbunga berkisar antara 38,9–50% (Tabel 1). Perlakuan BAP 200 ppm mampu menghasilkan persentase tanaman berbunga tertinggi (55,6%), lebih tinggi daripada penelitian serupa di tempat yang sama sebelumnya, dengan rerata 34,4% (Rosliani *et al.* 2013). Sementara itu waktu aplikasi BAP pada 2, 4, dan 6 MST menghasilkan tanaman berbunga sebesar 50%, lebih tinggi daripada aplikasi BAP pada 1, 3, dan 5 MST sebesar 37,9%. Hasil penelitian Hilman *et al.* (2014) menunjukkan bahwa waktu muncul umbel pertama tanaman bawang di dataran rendah berkisar 30–33 HST, lebih lambat daripada di dataran tinggi, 14–19 HST. Oleh karena itu aplikasi BAP pada 2, 4, dan 6 HST menghasilkan persentase tanaman berbunga yang lebih tinggi karena bertepatan dengan perkembangan primordia bunga di dataran rendah. Perkembangan primordia bunga yang telah terinisiasi selama vernalisasi diperkuat dengan aplikasi BAP sehingga terbentuk umbel.

Jumlah umbel per tanaman dipengaruhi oleh konsentrasi BAP tetapi tidak dipengaruhi oleh waktu aplikasi. Tanaman kontrol (BAP 0 ppm) hanya mampu menghasilkan satu umbel per tanaman, sementara perlakuan BAP 100 ppm menghasilkan dua umbel per tanaman, yang menunjukkan adanya peningkatan pembungaan. Jumlah umbel per tanaman yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih tinggi daripada hasil penelitian Rosliani *et al.* (2013) dengan rerata 1,3 umbel per tanaman. Sebaliknya tanaman yang diberi BAP pada 2, 4, dan 6 MST menghasilkan jumlah bunga per umbel yang lebih tinggi daripada yang diberi BAP pada 1, 3, dan 5 MST.

Aplikasi BAP dengan konsentrasi 100 ppm menghasilkan persentase tanaman berbunga hingga 50% dengan dua umbel per tanaman. Konsentrasi ini digunakan dalam percobaan 2, karena peningkatan pembungaan yang mencapai dua kali lipat dari kontrol walaupun tidak berbeda nyata. Meskipun persentase tanaman berbunga tertinggi dicapai pada pemberian konsentrasi BAP 200 ppm, akan tetapi jumlah umbel yang dihasilkan lebih rendah dari BAP 100 ppm.

Interaksi antara konsentrasi dan waktu aplikasi BAP tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah bunga dan jumlah kapsul per umbel, serta persentase pembentukan kapsul per umbel. Namun demikian, konsentrasi BAP berpengaruh nyata terhadap persentase pembentukan kapsul per umbel dan tidak berpengaruh terhadap jumlah bunga dan jumlah kapsul per umbel (Tabel 2).

Tabel 1. Waktu muncul umbel, persentase tanaman berbunga, dan jumlah umbel per tanaman sebagai respons tanaman bawang merah terhadap konsentrasi BAP dan waktu aplikasi BAP di dataran rendah (*Time of flowering, percentage of plant flowering, and number of umbel per plant as response to concentration and time of application of BAP in the lowland area*)

Perlakuan (Treatments)	Waktu muncul umbel (Time of umbel appearance) HST (DAP)	Persentase tanaman berbunga (Percentage of flowering plants) %	Jumlah umbel per tanaman (Number of umbel per plant)
Konsentrasi BAP (BAP concentration), ppm			
0	23,1	27,8 b	1,0 b
50	28,1	38,9 ab	1,6 ab
100	26,9	50,0 ab	2,0 ab
150	27,9	47,3 ab	2,1 a
200	24,9	55,6 a	1,5 ab
250	27,2	44,4 ab	1,7 ab
Rerata (Average)	26,4	-	-
Waktu aplikasi (Time of application), MST			
W1= 1,3,5	26,8	37,9 b	1,6
W2= 2,4,6	25,9	50,0 a	1,6
Rerata (Average)	26,4		1,6
BAP x W	tn (ns)	tn (ns)	tn (ns)
KK (CV), %	20,6	13,3	14,0 ^{tr}

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama untuk masing-masing perlakuan tidak berbeda nyata pada uji DMRT $\alpha=0,05$, tn= tidak nyata (Numbers followed by the same letters within the same column were not significantly different using DMRT at $\alpha=0.05$). ns = not significant, HST= hari setelah tanam, DAP= day after planting)

Persentase pembentukan kapsul pada penelitian ini (26,5–63,0%) lebih tinggi dari penelitian Rosliani *et al.* (2013) rerata sebesar 37,62% pada lokasi dan varietas yang sama. Pengaruh BAP terhadap persentase pembentukan kapsul diduga karena BAP berperan dalam mobilisasi berbagai mineral selama proses generatif tanaman. Moatshe *et al.* (2011) melaporkan bahwa pemberian BAP mampu meningkatkan mobilisasi mineral-mineral yang terdapat di dalam daun dan akar seperti fosfor, kalium, kalsium, magnesium, nitrogen, dan sodium yang penting selama pembentukan buah.

Interaksi perlakuan konsentrasi BAP dengan waktu aplikasi BAP juga tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah dan bobot TSS per tanaman, dan bobot 100 butir TSS. Aplikasi BAP pada berbagai konsentrasi dapat meningkatkan pembungaan di dataran rendah Subang (Tabel 1 dan 2), namun tidak meningkatkan produksi TSS (Tabel 3). Fenomena yang sama dilaporkan Rosliani *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa peningkatan pembungaan melalui pemberian BAP tidak diikuti dengan peningkatan produksi TSS sebagaimana ditunjukkan jumlah TSS dan bobot TSS per tanaman. Bobot TSS per tanaman dan bobot 100 butir pada penelitian ini meningkat apabila BAP diberikan pada 2, 4, dan 6 MST (0,317 g), yang merupakan indikasi mutu fisik TSS, lebih tinggi daripada aplikasi BAP pada 1, 3, dan 5 MST (0,237 g).

Selain berperan dalam pembungaan, BAP sangat efektif dalam meningkatkan viabilitas benang sari bawang merah seperti yang dilaporkan Rosliani *et al.*

(2013) bahwa aplikasi BAP mampu meningkatkan viabilitas benang sari dan memengaruhi pembentukan kapsul serta biji bawang merah di dataran rendah Subang. Oleh karena itu, waktu pemberian BAP yang tepat diduga berpengaruh terhadap viabilitas benang sari sehingga pembentukan biji dapat lebih maksimal.

Interaksi perlakuan konsentrasi BAP dan waktu aplikasi BAP tidak berpengaruh terhadap mutu fisiologis TSS yang dihasilkan. Konsentrasi BAP berpengaruh terhadap daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, dan indeks vigor (Tabel 4). Daya berkecambah TSS dari perlakuan kontrol (BAP 0 ppm) tidak berbeda nyata dengan TSS dari aplikasi BAP 50 ppm (64,5%), tetapi lebih tinggi daripada daya berkecambah TSS dari aplikasi BAP 100–250 ppm (22,0–43,5%). Ada kecenderungan semakin tinggi konsentrasi BAP daya berkecambah semakin rendah. Wulandari *et al.* (2014) melaporkan bahwa secara anatomis TSS varietas Bima mempunyai testa yang lebih tebal dibandingkan varietas Tuk-Tuk dan Super Filipin sehingga menjadi hambatan mekanis selama perkecambahan. Dalam hal ini pengaruh konsentrasi BAP terhadap penebalan testa varietas Bima perlu diteliti lebih lanjut.

Penyebab perbedaan daya berkecambah tersebut juga dapat disebabkan oleh perbedaan waktu panen dan lama pengeringan kapsul. Pemanenan kapsul dilakukan secara bertahap. Kapsul yang dipanen lebih awal lebih cepat mengering karena cuaca saat panen yang cerah. Sementara pemanenan berikutnya dilakukan ketika cuaca mendung sehingga memerlukan waktu

Tabel 2. Jumlah bunga per umbel, jumlah kapsul per umbel, dan persentase pembentukan kapsul per umbel sebagai respons tanaman bawang merah terhadap konsentrasi BAP dan waktu aplikasi di dataran rendah (*Number of flower per umbel, number of capsule per umbel, and percentage of fruitset per umbel as response to BAP and time of application in the lowland area*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Jumlah bunga per umbel (<i>Number of flower per umbel</i>)	Jumlah kapsul per umbel (<i>Number of capsule per umbel</i>)	Persentase pembentukan kapsul per umbel (<i>Percentage of capsule-set per umbel</i>), %
Konsentrasi BAP (<i>BAP concentration</i>), ppm			
0	50,4	30,3	63,5 a
50	63,7	32,0	55,7 ab
100	50,9	29,7	48,4 bc
150	46,1	24,4	39,6 c
200	44,9	22,2	26,5 d
250	41,2	24,0	42,5 c
Rerata (<i>Average</i>)	49,5	27,1	-
Waktu aplikasi (<i>Time of application</i>), MST			
W1= 1,3,5	41,7 b	21,9b	37,4 b
W2= 2,4,6	57,3 a	32,2a	54,7 a
BAP x W	tn (<i>ns</i>)	tn (<i>ns</i>)	tn (<i>ns</i>)
KK (<i>CV</i>), %	26,2 ^{tr}	29,09 ^{tr}	25,36

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama pada masing-masing perlakuan tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada taraf 5%, tn= tidak nyata, ns = not significant, tr = transformasi $\sqrt{x+1}$ (*Numbers followed by the same letters within the same column were not significantly different using DMRT at $\alpha=0.05$*)

Tabel 3. Jumlah TSS per tanaman, bobot TSS per tanaman, dan bobot 100 butir sebagai respons tanaman bawang merah terhadap konsentrasi BAP dan waktu aplikasi BAP di dataran rendah (*Number of TSS per plant, weight of TSS per plant, and weight of 100 seeds as response to BAP concentration and time of application in the lowland area*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Jumlah TSS per tanaman (<i>Number of TSS per plant</i>)	Bobot TSS per tanaman (<i>Weight of TSS per plant</i>), g	Bobot 100 butir (<i>Weight of 100 seeds</i>), g
Konsentrasi BAP (<i>BAP concentration</i>), ppm			
0	109,6	0,351	0,254
50	126,9	0,437	0,297
100	106,8	0,368	0,304
150	114,4	0,387	0,276
200	81,8	0,292	0,279
250	102,5	0,357	0,252
Rerata (<i>Average</i>)	107	0,365	0,277
Waktu aplikasi (<i>Time of application</i>), MST			
W1= 1,3,5	85,5	0,291b	0,237b
W2= 2,4,6	128,5	0,439a	0,317a
Rerata (<i>Average</i>)	107,0	-	-
BAP x W	tn (<i>ns</i>)	tn (<i>ns</i>)	tn (<i>ns</i>)
KK (<i>CV</i>), %	36,3 ^{tr}	8,56	31,30

pengeringan yang lebih lama. Secara umum, nilai daya berkecambah TSS yang dihasilkan dalam penelitian ini tergolong rendah, di bawah standar minimum benih bawang merah yang ditentukan Direktorat Jenderal Perbenihan (2007) sebesar $\geq 75\%$. Kecenderungan yang sama juga terjadi pada peubah potensi tumbuh maksimum dan indeks vigor. Peningkatan konsentrasi BAP menurunkan potensi tumbuh maksimum dan indeks vigor TSS di dataran rendah Subang. TSS dari tanaman kontrol mempunyai potensi tumbuh maksimum sebesar 82% dan indeks vigor sebesar 60%, lebih tinggi dibandingkan tanaman dengan diaplikasi BAP 50–250 ppm, masing-masing berkisar 55–77% dan 18,5–55%.

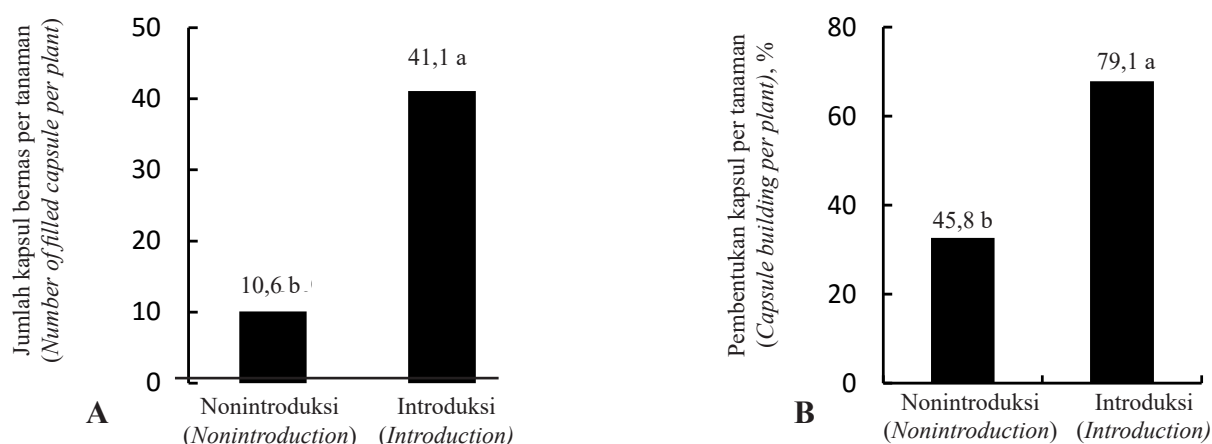
Waktu aplikasi BAP tidak memengaruhi mutu fisiologis TSS yang dihasilkan seperti ditunjukkan oleh daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, dan indeks vigor. Hal ini memberi indikasi bahwa waktu aplikasi BAP tidak berperan dalam akumulasi cadangan makanan selama perkembangan biji.

Pengaruh Introduksi *A. cerana* Terhadap Pembentukan Kapsul dan Produksi Benih

Persentase pembentukan kapsul dipengaruhi secara langsung oleh keberhasilan penyerbukan, yang ditentukan oleh aktivitas serangga penyerbuk. Serangga penyerbuk mempunyai peran sangat penting dalam

Tabel 4. Daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, dan indeks vigor TSS sebagai respons terhadap konsentrasi dan waktu aplikasi BAP di dataran rendah (*Germination capacity, maximum growth rate, and vigor index of TSS as response to BAP and time of application in the lowland area*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Daya berkecambah (<i>Germination capacity</i>), %	Potensi tumbuh maksimum (<i>Maximum growth rate</i>), %	Indeks vigor (<i>Vigor index</i>), %
Konsentrasi BAP (<i>BAP concentration</i>), ppm			
0	64,0 a	82,0 a	60,0 a
50	64,5 a	77,0ab	55,0 a
100	43,5 b	61,5bc	40,5 b
150	29,5 bc	64,5bc	24,0 c
200	22,0 c	55,0 c	18,5 c
250	27,0 c	57,5 c	24,5 c
Waktu aplikasi (<i>Time of application</i>), MST			
W1= 1,3,5	44,0	66,5	38,33
W2= 2,4,6	39,5	66,0	35,83
Rerata (<i>Average</i>)	41,8	66,3	37,08
BAP x W	tn (<i>ns</i>)	tn (<i>ns</i>)	tn (<i>ns</i>)
KK (<i>CV</i>), %	33,83	22,77	36,56

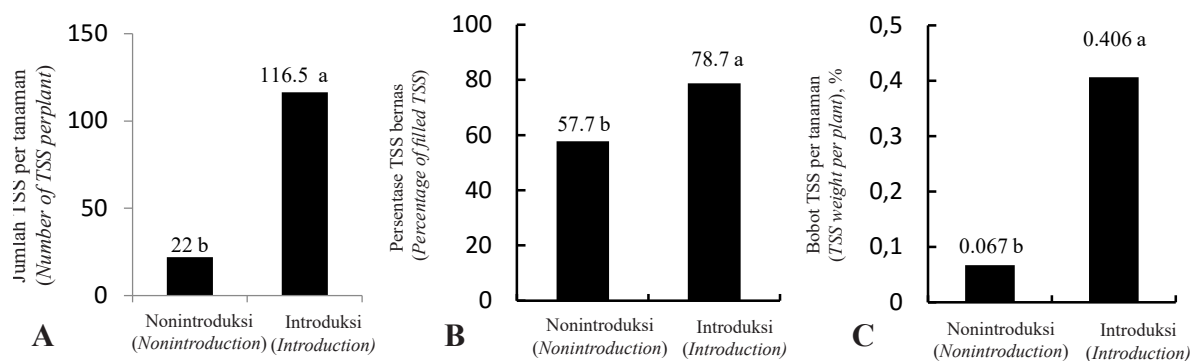
**Gambar 1. Jumlah kapsul bernas per tanaman (A) dan persentase pembentukan kapsul (B) pada plot tanpa dan dengan introduksi *A. cerana* (*Number of filled capsules per plant (A) and percentage of capsule-set (B) with and without introduction of *A. cerana**)**

produksi TSS karena organ jantan matang 2–3 hari lebih awal daripada organ betina (Lesley & Ockendon 1978) sehingga bawang merah harus diserbuk silang (Chandel *et al.* 2004). Introduksi *A. cerana* berpengaruh terhadap jumlah kapsul bernas, persentase pembentukan kapsul (Gambar 1), jumlah TSS per tanaman, persentase TSS bernas per tanaman, dan bobot TSS per tanaman (Gambar 2). Hasil ini menunjukkan bahwa *A. cerana* efektif dalam membantu penyerbukan sehingga pembentukan kapsul dan biji meningkat, sebagaimana dilaporkan oleh Palupi *et al.* (2015) bahwa *A. cerana* merupakan serangga penyerbuk yang efektif dalam membantu penyerbukan bawang merah dibandingkan *A. mellifera*, *Trigona* sp., dan *Lucilia* sp.

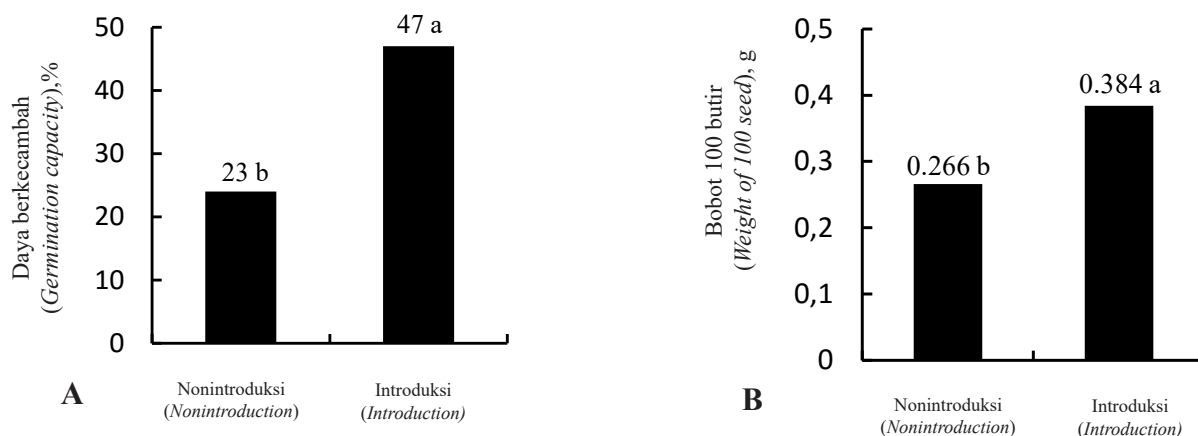
Introduksi *A. cerana* meningkatkan jumlah kapsul bernas sampai empat kali lipat, sedangkan persentase pembentukan kapsul meningkat dua kali lipat (Gambar 1). Demikian juga halnya dengan jumlah TSS per tanaman, persentase TSS bernas, dan bobot TSS per tanaman, semuanya meningkat dengan introduksi *A. cerana* (Gambar 2).

Jumlah TSS per tanaman meningkat dari 22 menjadi 116,5 butir, meningkat lima kali lipat, sementara persentase TSS bernas meningkat dari 57,7% menjadi 78,7%, dan bobot TSS per tanaman meningkat dari 0,067 g menjadi 0,406 g, meningkat enam kali lipat (Gambar 3). Peningkatan produksi TSS ini menunjukkan efektivitas *A. cerana* dalam membantu penyerbukan bawang merah.

Sampai masa pembungaan berakhir koloni masih tetap bertahan dan dipindahkan ke kebun buah-buahan. Hasil ini berbeda dengan penelitian sebelumnya (Palupi *et al.* 2015) yang melaporkan bahwa koloni tidak bertahan sampai akhir penelitian, karena koloni disungkup di dalam petak tanaman sehingga serangga tidak mempunyai pilihan makanan yang lain dan sebagian besar mati. Pemanfaatan koloni *A. cerana* dalam produksi TSS tanpa penyungkupan terbukti dapat mempertahankan koloni dan bahkan dapat dimanfaatkan kembali jika diperlukan. Dalam kondisi terbuka, pertanaman yang monokultur dapat meningkatkan jumlah kunjungan lebah pada umbel karena tidak terjadi



Gambar 2. Jumlah TSS per tanaman (A), persentase TSS bernas per tanaman (B), dan bobot TSS per tanaman (C) pada plot tanpa dan dengan introduksi *A. cerana* (Number of TSS per plant (A), percentage of TSS filled per plant (B), and weight of TSS per plant (C) from plots with and without introduction of *A. cerana*)



Gambar 3. Daya berkecambah (A) dan bobot 100 butir (B) pada plot tanpa dan dengan introduksi *A. cerana* (Germination capacity (A) and weight of 100 seed (B) from plots with and without introduction of *A. cerana*)

kompetisi dengan tanaman lain, sehingga meningkatkan produksi TSS per umbel (Long & Moradin 2011).

Introduksi *A. cerana* juga meningkatkan mutu fisiologis dan mutu fisik benih sebagaimana dapat dilihat pada peubah daya berkecambah dan bobot 100 butir (Gambar 3). Introduksi *A. cerana* mampu meningkatkan daya berkecambah TSS dua kali lipat, dari 23% menjadi 47%. Sementara itu bobot 100 butir meningkat hanya setengahnya. Hasil ini berbeda dengan Palupi *et al.* (2015) yang melaporkan bahwa *A. cerana* hanya memengaruhi peubah bobot 100 butir akan tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap daya berkecambah. Implementasi hasil penelitian produksi TSS di dataran rendah dapat menambah wawasan pengetahuan tentang teknologi produksi benih bagi para peneliti, akademisi, dan bagi pelaku agribisnis lainnya. Bagi pemerintah, teknologi produksi TSS bermanfaat dalam mengatasi kelangkaan benih bawang merah nasional karena persoalan tersebut terkait erat dengan ketahanan pangan nasional.

Daya berkecambah TSS yang dihasilkan dari percobaan ini di bawah standar mutu benih bawang merah yang ditetapkan Direktorat Jenderal Perbenihan (2007) sebesar $\geq 75\%$. TSS yang diproduksi dari

beberapa penelitian juga dilaporkan mempunyai daya berkecambah $< 75\%$ (Tendaj *et al.* 2014, Triharyanto & Purnomo 2014, Palupi *et al.* 2015). Pengujian daya berkecambah TSS dalam penelitian ini yang dilaksanakan pada suhu 20°C (ISTA 2010) diduga menjadi salah satu penyebab rendahnya daya berkecambah. Gutterman *et al.* (1995) melaporkan bahwa daya berkecambah benih bawang pada suhu 20°C dalam kondisi gelap (tanpa cahaya) mencapai rerata 52,5%, sementara bila dengan cahaya tidak ada yang berkecambah (0%). Pengecambahan pada suhu 5° , 10° , dan 15°C pada kondisi gelap menghasilkan daya berkecambah $> 90\%$, sedangkan daya berkecambah pada kondisi terang masing-masing 15, 40, dan 52,5%. Oleh karena itu perlu ditetapkan metode pengujian daya berkecambah TSS yang baku.

KESIMPULAN DAN SARAN

Konsentrasi BAP 100 ppm dapat meningkatkan persentase pembungaan hingga 50% dengan dua umbel

per tanaman, tetapi tidak meningkatkan produksi TSS di dataran rendah. Waktu aplikasi BAP pada 2, 4, dan 6 MST dapat meningkatkan pembungaan dan produksi TSS di dataran rendah Subang. Introduksi *A. cerana* mampu meningkatkan produksi TSS melalui peningkatan pembentukan kapsul, jumlah TSS per tanaman, jumlah TSS bernas per tanaman, bobot TSS per tanaman, dan meningkatkan mutu TSS melalui peningkatan bobot 100 butir dan daya berkecambah. Introduksi koloni *A. cerana* tanpa penyungkupan dapat mempertahankan koloninya.

Penelitian terkait metode pengujian daya berkecambah TSS khususnya pada suhu yang lebih rendah perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Dukungan kebijakan pemerintah dalam meningkatkan kualitas SDM petani melalui pelatihan tata cara meningkatkan bunga dan kapsul bawang merah, serta Kepmentan yang mengatur pendistribusian benih dari biji sangat diperlukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Pendidikan Tinggi (Dikti) melalui Beasiswa Unggulan (BU) yang diterima selama melanjutkan studi di Ilmu dan Teknologi Benih Institut Pertanian Bogor (IPB) dan kepada Pusat Kajian dan Hortikultura (PKHT) IPB yang telah ikut membiaya penelitian ini serta Balai Penelitian Tanaman Buah (Balitbu) Subang dan Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) Lembang yang telah menyediakan sarana dan prasarana penelitian sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adel, MR, Namaghi, HS & Hosseini, M 2013, 'Effect of insect pollinators on onion seed production quality and quantity', *J. Crop Prot.*, vol.2, no.4, pp. 395-402.
2. Ami, EJ, Islam, MT & Farooque, AM 2013, 'Effect of vernalization on seed production of onion', *Agriculture, Forestry and Fisheries*, vol. 2, no. 6, pp. 212-7.
3. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional 2015, RPJM Bidang Pangan dan Pertanian 2015–2019, diunduh 15 Maret 2015, << <http://www.bappenas.go.id> >.
4. Basuki, RS 2009, 'Analisis kelayakan teknis dan ekonomis teknologi budidaya bawang merah dengan benih biji botani dan benih umbi tradisional', *J. Hort.*, vol. 19, no. 2, hlm. 214-27.
5. Chandel, RS, Thakur, RK, Bhardwaj, NR & Pathania, N 2004, Onion seed crop pollination: A missing dimension in mountain horticulture, *Acta Horticulturae*, vol 631, pp. 79-86.
6. Currah, L & Ockendon, DC 1978, 'Protandry and sequence of flower opening in the onion (*Allium cepa* L.)', *New Phytol.*, vol. 81, pp. 419-28.
7. Currah, L & Proctor, FJ 1990, *Seed Science and technology*, Edisi ke-3, New York: Chaman and Hall, New York.
8. Direktorat Jenderal Perbenihan 2007, *Pedoman sertifikasi dan pengawasan peredaran mutu benih*, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura, Jakarta (ID).
9. Geetharani, P, & Ponnuswamy, AS 2007, 'Seed yield in relation on bulb size and umbel number in onion (*Allium cepa* cv. *agregatum*)', *Int. J. Plant Sci.*, vol. 2, no. 1, pp.12-5.
10. Gutterman, Y, Kamenetsky, R & van Rooyen, M 1995, 'A comparative study of seed germination of two *Allium* species from different habitats in the Negev Desert highlands', *J. of Arid Environments*, vol. 29, pp. 303-15.
11. Gure, C, Gullale, W & Abdissa, T 2009, 'What we know is beyond what we think about honeybees on onion seed production', *FRG update*, vol.6, pp. 1-4.
12. Hilman, Y, Rosliani, R & Palupi, ER 2014, 'Pengaruh ketinggian tempat terhadap pembungaan, produksi, dan mutu benih botani bawang', *J. Hort.*, vol. 24, no. 2, hlm. 154-61.
13. ISTA 2010, *International rules for seed testing*, The International Seed Testing Association, Basserdorf CH, Switzerland.
14. Jasmi, Sulistyaningsih, E & Indradewa, D 2013, 'Pengaruh vernalisasi umbi terhadap pertumbuhan, hasil, dan pembungaan bawang merah (*Allium cepa* L. *agregatum* group) di dataran rendah', *Ilmu Pertanian*, vol. 16, no.1., hlm. 42-57.
15. Lesley, C & Ockendon, DC 1978, 'Protandry and sequence of flower opening in the onion (*Allium cepa* L.)', *New Phytol.*, vol. 81, pp. 419-28.
16. Long, RF & Moradin, L 2011, 'Low hybrid onion seed yields relate to honey bee visits and insecticide use', *California Agriculture*, vol. 65, no. 3, pp. 155-9.
17. Moatshe, OG, Emongor, VE & Oagile, O 2011, 'Effect of benzyladenine (BA) on fruit set and mineral nutrition of morula (*Sclerocarya birrea* subspecies *caffra*)', *Afr. J. of Plant Sci*, vol 5, no. 4, pp. 268-72.
18. Palupi, ER, Rosliani, R & Hilman, Y 2015, 'Peningkatan produksi dan mutu benih botani bawang merah (*true shallot seed*) dengan introduksi serangga penyerbuk', *J. Hort.*, vol. 25, no.1, hlm. 26-36.
19. Putrasamedja, S & Permadi, AH 1994, 'Pembungaan beberapa kultivar bawang merah di dataran tinggi', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 26, no.4, hlm.145-50.
20. Putrasamedja, S 1995, 'Pengaruh jarak tanam pada bawang merah (*Allium cepa* L. var. *ascalonicum* Baches) dari biji terhadap produksi', *J. Hort.*, vol. 5, no.1, hlm. 76-80.
21. Rosliani, R, Palupi, ER & Hilman, Y 2012, 'Penggunaan benzilamino purin dan boron untuk meningkatkan produksi dan mutu benih *true shallots seed* bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) di dataran tinggi', *J. Hort.*, vol. 22, no.3, hlm. 242-50.
22. Rosliani, R, Palupi, ER & Hilman, Y 2013, 'Penggunaan benzilamino purin dan boron terhadap pembungaan, viabilitas serbuk sari, produksi, dan mutu benih bawang merah di dataran rendah', *J. Hort.*, vol. 23, no.4, hlm. 339-49.
23. Rosliani, R, Sinaga, R, Hilman, Y & Hidayat, IM 2014, 'Teknik aplikasi benzilaminopurin dan pemeliharaan jumlah umbel per tanaman untuk meningkatkan produksi dan mutu benih botani bawang merah (*true shallot seed*) di dataran tinggi', *J. Hort.*, vol. 24, no.4, hlm. 316-25.
24. Sumarni, N, Sumiati, E & Suwandi 2005, 'Pengaruh kerapatan tanaman dan aplikasi zat pengatur tumbuh terhadap produksi umbi bibit bawang merah asal biji kultivar Bima', *J. Hort.*, vol.15, no.3, hlm. 208-14.
25. Tendaj, M, Krawiec, M, Palonka, S & Mysiak, B 2014, 'The effect of cultivation method on selected traits related to sowing value of shallot (*Allium cepa* L. var. *ascalonicum* Backer) SEED', *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, vol. 13 no.5, hlm. 107-15.
26. Triharyanto, E & Purnomo, D 2014, 'Study of viability and seed structure of shallot', *J. Agric. Sci.Tec.*, vol. 4, hlm. 121-5.
27. Wulandari, A, Purnomo, D & Supriyono 2014, 'Potensi biji botani bawang merah (*true shallot seed*) sebagai bahan tanam budidaya bawang merah di Indonesia', *EL VIVO*, vol. 2, no. 1, hlm. 28- 36.