

Pengaruh Benzilaminopurin dan Boron Terhadap Pembungaan, Viabilitas Serbuk Sari, Produksi, dan Mutu Benih Bawang Merah di Dataran Rendah (The Effect of Benzylaminopurine and Boron Application On Flowering, Pollen Viability, Production, and Quality of True Shallots Seed in the Lowland Area)

Roslani, R¹⁾, Palupi, ER²⁾, dan Hilman, Y³⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu 517, Lembang, Bandung Barat 40791

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

³⁾Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Jl. Raya Ragunan 29A, Pasarminggu, Jakarta 12540

E-mail : rinirosliany@gmail.com

Naskah diterima tanggal 30 Juli 2013 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 1 November 2013

ABSTRAK. Biji botani atau TSS (*true shallots seed*) merupakan salah satu sumber benih bawang merah yang potensial untuk dikembangkan sebagai bahan perbanyakan. Selama ini produksi TSS dilakukan di dataran tinggi. Dataran rendah dengan suhu yang tinggi tidak sesuai untuk menghasilkan pembungaan, namun ada indikasi bahwa dataran rendah menghasilkan pembentukan dan mutu benih TSS yang lebih baik dibandingkan dataran tinggi. Penelitian dilakukan untuk memproduksi benih bawang merah (TSS) di dataran rendah melalui peningkatan pembungaan dan viabilitas serbuk sari menggunakan BAP dan boron. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Wera, Subang, Jawa Barat (ketinggian 100 m dpl.), dari Bulan Maret sampai dengan Juni 2012. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu acak kelompok faktorial dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas dua faktor, yaitu aplikasi benzilaminopurin atau BAP (0, 50, 100, 150, dan 200 ppm) dan boron (0, 1, 2, 3, dan 4 kg/ha). Aplikasi BAP diberikan tiga kali pada umur 1, 3, dan 5 minggu setelah tanam (MST), dan boron pada umur 3, 5, dan 7 MST. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian BAP dapat meningkatkan pembungaan dan viabilitas serbuk sari bawang merah, tetapi tidak meningkatkan produksi dan mutu benih TSS di dataran rendah Subang. Aplikasi BAP konsentrasi 50 ppm yang diaplikasikan pada umur 1, 3, dan 5 MST cukup memadai untuk meningkatkan pembungaan bawang merah di dataran rendah Subang. Sementara boron tidak memperbaiki tingkat pembungaan maupun produksi dan mutu benih TSS. Boron 4 kg/ha hanya dapat memperbaiki viabilitas serbuk sari bawang merah. Hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa ada peluang untuk memperbaiki tingkat pembungaan yang lebih tinggi di dataran rendah, sedangkan tantangannya ialah peningkatan pembentukan kapsul/buah dan biji TSS.

Katakunci: *Allium cepa* var. *ascalonicum*; Benzilaminopurin; Boron; *True shallots seed*; Bobot benih; Daya berkecambah; Induksi pembungaan

ABSTRACT. True shallots seed (TSS) was another source of seed potential to be developed as propagation material. TSS production generally was yielded in the highland. The lowland with high temperature was not suitable to produce flower, but there were indications that the lowland in the formation and quality of TSS was better than the TSS in the highland. The aimed of research was to produce TSS in the lowland through increased flowering and pollen viability by using benzylaminopurine (BAP) and boron. The study was conducted at the experimental field Wera in Subang, West Java (altitude 100 m asl.), from March to June 2012. The factorial experiment was arranged in a randomized block design with three replications. The treatment consists of two factors, namely the application of BAP (0, 50, 100, 150, and 200 ppm) and boron (0, 1, 2, 3, and 4 kg/ha). BAP application was given three times at 1, 3, and 5 weeks after planting (WAP), and boron at 3, 5, and 7 WAP. The results showed that application of BAP and boron could improve flowering and pollen viability, but not to increase production and quality of TSS in lowland Subang. BAP concentration of 50 ppm was applied at the age of 1, 3, and 5 WAP was sufficient to increase flowering shallots in lowland Subang. While boron did not improve flowering, production and quality of TSS. Boron 4 kg/ha can improve the viability of onion pollen only. The results provide information that there was an opportunity to improve the level of flowering higher in the lowlands, while the challenge was to increase fruit set and seed set.

Keywords: *Allium cepa* var. *ascalonicum*; Benzylaminopurine; Boron; *True shallots seed*; Seed weight; Germination percentage; Flowering induction

Bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum* L.) termasuk tanaman sayuran yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Pada umumnya bahan perbanyakan bawang merah menggunakan umbi sebagai benih. Penggunaan biji botani (*true shallots seed* = TSS) sebagai benih untuk bahan perbanyakan tanaman

bawang merah merupakan salah satu alternatif yang perlu dikembangkan. Penggunaan biji botani (TSS) dalam produksi bawang merah lebih menguntungkan daripada penggunaan umbi karena TSS dapat meningkatkan produktivitas tanaman sampai 100% dibandingkan dengan penggunaan umbi (Basuki 2009).

Keuntungan lainnya ialah kebutuhan benih TSS lebih sedikit ($\pm 3-6$ kg/ha) dibandingkan dengan benih yang berasal dari umbi ($\pm 1-1,2$ t/ha), penanganan lebih praktis, dan daya simpan TSS lebih lama (1-2 tahun) dibandingkan umbi (hanya 4 bulan) (Ridwan *et al.* 1989, Permadi & Putrasamedja 1991, Copeland & McDonald 1995, Suwandi & Hilman 1995, Basuki 2009).

Kendala yang dihadapi pada produksi benih asal biji atau TSS ialah persentase pembungaan dan pembentukan biji (*seed set*) yang rendah. Penyebab rendahnya pembungaan bawang merah di daerah tropis ialah kondisi lingkungan yang tidak mendukung, terutama suhu tinggi $> 20^{\circ}\text{C}$. Menurut Fita (2004), suhu merupakan faktor perangsang dalam proses *bolting* atau inisiasi pembungaan. Suhu memengaruhi transisi dari fase vegetatif ke reproduktif yang umumnya disebut suhu kritis untuk pembungaan dan pembentukan biji bawang merah. Menurut Rabinowitch (1990), tanaman bawang genus *Allium* memerlukan suhu $7-12^{\circ}\text{C}$ untuk induksi pembungaan dan suhu $17-19^{\circ}\text{C}$ untuk perkembangan umbel dan bunga mekar. Upaya untuk merangsang pembungaan bawang merah di Indonesia antara lain melalui vernalisasi umbi bibit dan aplikasi zat pengatur tumbuh. Hasil penelitian Sumarni & Soetiarso (1998) menyatakan bahwa vernalisasi umbi bibit pada suhu 10°C selama 4 minggu dapat menginduksi pembungaan bawang merah. Zat pengatur tumbuh golongan sitokinin yang dapat meningkatkan pembungaan, antara lain benzilaminopurin (BAP) atau kinetin, sebagaimana terjadi pada tanaman *Cajanus cajan* (Barclay & McDavid 1998), kedelai (Youngkoo *et al.* 2006), dan tanaman *Chamomile* (Reda *et al.* 2010) dengan konsentrasi 20-50 ppm.

Penyebab rendahnya pembentukan biji pada tanaman bawang genus *Allium* di antaranya viabilitas serbuk sari yang rendah (Ockendon & Gates 1976). Serbuk sari yang viabel merupakan syarat untuk pembentukan biji dan kapsul (Shivanna & Sawhney 1997). Salah satu usaha untuk memperbaiki pembentukan biji dapat dilakukan melalui peningkatan viabilitas serbuk sari. Garg *et al.* (1979) melaporkan bahwa untuk memperbaiki viabilitas serbuk sari padi dapat digunakan unsur boron. Pemberian boron juga menunjukkan respons yang positif terhadap peningkatan produksi biji tanaman tomat dan paprika (Sharma 1995, 1999), terutama boron pada dosis 1-2 kg/ha.

Pada umumnya dataran tinggi dengan suhu di bawah 18°C merupakan lokasi yang cocok untuk menghasilkan pembungaan yang tinggi, sedangkan dataran rendah dengan suhu yang tinggi ($> 25^{\circ}\text{C}$) tidak cocok untuk terjadinya inisiasi pembungaan bawang merah (Sumiati 1997). Namun ada indikasi

bahwa untuk pembentukan kapsul dan biji, kondisi cuaca di dataran rendah lebih cocok dibanding dataran tinggi. Hal ini tercermin dari hasil bobot benih TSS per tanaman dan bobot 100 Benih TSS serta daya berkecambah benih bawang merah di dataran rendah lebih tinggi dibanding di dataran tinggi. Produksi TSS di dataran rendah penting mengingat sentra-sentra produksi bawang merah sebagian besar berada di lokasi tersebut, sehingga akan lebih mudah untuk pengembangannya oleh pengguna.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian peningkatan pembungaan, viabilitas serbuk sari, produksi, dan mutu benih botani bawang merah (TSS) menggunakan BAP dan boron di dataran rendah. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diperoleh teknik produksi biji (TSS) bawang merah untuk varietas Bima di dataran rendah dalam rangka meningkatkan produksi benih TSS sebagai alternatif sumber benih bawang merah terutama pada saat *off season*.

Tujuan penelitian yaitu mempelajari pengaruh benzilaminopurin (BAP) dan boron terhadap pembungaan dan viabilitas serbuk sari, serta produksi dan mutu TSS di dataran rendah. Hipotesis yang diajukan yaitu kombinasi konsentrasi BAP dan dosis boron yang tepat dapat meningkatkan pembungaan dan viabilitas serbuk sari, maupun produksi, dan mutu benih botani/TSS. Aplikasi BAP maupun boron yang tepat dapat memengaruhi peningkatan pembungaan, viabilitas serbuk sari, maupun produksi dan mutu benih botani/TSS.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lapangan dari Bulan Maret sampai Juni 2012 di Kebun Percobaan Wera, Subang dengan ketinggian tempat 100 m dpl. Pengamatan viabilitas serbuk sari dan mutu benih TSS dilakukan di Laboratorium Penyakit dan Laboratorium Benih, Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang.

Percobaan disusun dalam rancangan acak kelompok faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi BAP terdiri atas lima taraf yaitu 0, 50, 100, 150, dan 200 ppm. Faktor kedua ialah dosis boron terdiri atas lima taraf yaitu 0, 1, 2, 3, dan 4 kg/ha. Dari kedua faktor tersebut diperoleh 25 kombinasi perlakuan dan tiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali, sehingga terdapat 75 satuan percobaan. Tiap satuan percobaan terdiri atas 12 tanaman, maka diperlukan 900 tanaman. Tanaman yang digunakan berasal dari umbi. Penanaman bawang merah dilakukan pada polibag yang diberi naungan plastik

transparan di lapangan. Perlakuan BAP sebanyak 100 ml untuk setiap polibag disiramkan masing-masing pada umur 1 minggu setelah tanam (MST), 3, dan 5 MST, sedangkan pemupukan boron dilakukan tiga kali pada umur 3, 5, dan 7 MST dengan cara yang sama seperti aplikasi BAP.

Analisis ragam pengaruh perlakuan dilakukan menggunakan program SAS (*statistical analysis system*) dengan uji lanjut menggunakan DMRT (*Duncan multiple range test*) pada $\alpha = 0,05$. Umbi bawang merah varietas Bima yang digunakan berukuran 5–7 g per umbi. Sebelum ditanam umbi divernalisasi pada suhu 10°C selama 4 minggu. Bawang merah ditanam pada polibag berisi 8 kg tanah dan kotoran ayam 130 g. Pupuk NPK digunakan dengan dosis 600 kg/ha. Pengendalian ulat bawang dilakukan menggunakan insektisida selektif berbahan aktif abamectin dan spinosad sesuai anjuran pada kemasan, sedangkan untuk mengendalikan serangan penyakit antraknos yang disebabkan cendawan *Colletotrichum* sp. digunakan fungisida selektif berbahan aktif difenoconazol sesuai anjuran pada kemasan.

Pengamatan produksi bunga dan buah meliputi waktu berbunga, yaitu penghitungan waktu setelah 50% umbel muncul dari setiap plot, persentase tanaman berbunga yaitu banyaknya tanaman yang menghasilkan bunga dalam setiap plot, jumlah umbel per rumpun yaitu banyaknya umbel yang muncul dari anakan setiap rumpun, jumlah bunga per umbel yaitu banyaknya bunga yang terbentuk dalam satu umbel, jumlah kapsul (istilah buah untuk *Allium*) per umbel yaitu banyaknya kapsul yang terbentuk dalam satu umbel, persentase pembentukan kapsul (*fruitset*) yaitu proporsi bunga menjadi kapsul. Pengamatan viabilitas serbuk sari dilakukan 6 jam setelah antesis. Penghitungan viabilitas serbuk sari didasarkan pada persentase serbuk sari yang berkecambah (viabel) dengan ciri serbuk sari yang berkecambah dapat membentuk tabung sepanjang minimal sama dengan diameter serbuk sari. Pengamatan produksi TSS meliputi jumlah benih bernas per umbel yaitu rerata banyaknya benih bernas yang dihasilkan per umbel, persentase benih bernas yaitu persentase jumlah benih bernas yang dihasilkan dari total benih (bernas dan hampa) per umbel, bobot per umbel yaitu rerata berat benih TSS setiap umbel, bobot per rumpun yaitu berat benih TSS dari total umbel setiap rumpun dan bobot per plot yaitu berat benih TSS total dari 12 rumpun. Pengamatan mutu TSS meliputi bobot 100 butir yaitu berat benih sebanyak 100 butir, daya berkecambah yaitu persentase dari jumlah kecambah normal pada hitungan kesatu (6 hari setelah tanam/HST) dan hitungan kedua (12 HST) terhadap total benih yang ditanam. Standar sertifikasi

mutu benih TSS adalah daya berkecambah mencapai 75% (Direktorat Bina Perbenihan 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembungaan

Hasil uji F menunjukkan tidak terjadi interaksi antara BAP dengan boron baik terhadap pembentukan bunga dan kapsul maupun terhadap viabilitas serbuk sari, produksi, dan mutu benih botani bawang merah (TSS).

Aplikasi BAP berpengaruh nyata terhadap waktu muncul umbel 50%. Aplikasi BAP memperlambat pembungaan, sehingga memperpanjang waktu muncul umbel 50% (berkisar antara 29,6 dan 34,8 HST) dibandingkan kontrol (rerata 20,5 HST) (Tabel 1). Hal ini disebabkan karena persentase tanaman berbunga dan jumlah umbel per tanaman meningkat dengan aplikasi BAP dan muncul umbel terjadi secara bertahap, sehingga walaupun umbel pertama dari tanaman yang diberi perlakuan BAP dan kontrol muncul bersamaan, namun 50% tanaman berbunga dicapai pada waktu yang berbeda.

Pemberian BAP pada berbagai konsentrasi juga berpengaruh nyata terhadap persentase tanaman berbunga. Pada perlakuan kontrol tanaman yang berbunga hanya 11,7%, sedangkan pada perlakuan BAP 50–200 ppm berkisar antara 28,9–39,4% (Tabel 1 dan Gambar 1), atau meningkat sebesar 147,6–237,9%, yang memberi indikasi bahwa semakin tinggi konsentrasi BAP yang diberikan, maka semakin tinggi persentase tanaman yang berbunga walaupun secara statistik di antara perlakuan BAP pada berbagai konsentrasi tidak ada perbedaan yang nyata. Begitu pula dengan peubah jumlah umbel per tanaman yang meningkat dengan aplikasi BAP tetapi tidak ada perbedaan di antara konsentrasi BAP yang diberikan. Rerata diperoleh 0,9 umbel/tanaman dari tanaman kontrol dan 1,2 – 1,5 umbel/tanaman dari tanaman yang diberi perlakuan BAP (Tabel 1). Brewster & Salter (1980) menyatakan bahwa faktor-faktor yang memengaruhi pembungaan bawang bombay (*Allium* sp.) antara lain suhu rendah, panjang hari, intensitas cahaya, nutrisi, hormon, dan vitamin. Rabinowitch (1990) menjelaskan bahwa bawang genus *Allium* membutuhkan suhu 7–12°C untuk terjadinya *bolting* dan 17–19°C untuk perkembangan umbel dan mekar bunga. Di daerah tropis, vernalisasi atau penyimpanan umbi bibit pada suhu rendah dapat digunakan untuk menginduksi pembungaan bawang (Satjadipura 1990, Shishido & Saito 1977). Dalam penelitian ini vernalisasi pada suhu 10°C selama 4 minggu

Tabel 1. Pengaruh perlakuan BAP dan boron terhadap waktu berbunga, persentase tanaman berbunga, dan jumlah umbel per tanaman bawang merah (*The effect of BAP and boron application on flowering time, percentage of flowering plant, and number of umbel per plant*)

Perlakuan (Treatments)	Waktu berbunga (Flowering time) HST (DAP)	Persentase tanaman berbunga (Percentage of flowering plant), %	Jumlah umbel per tanaman (Number of umbel per plant)
Konsentrasi BAP (BAP concentration), ppm			
0	20,5 b	11,7 b	0,9 b
50	29,6 a	28,9 a	1,3 a
100	32,3 a	34,4 a	1,3 a
150	34,3 a	35,0 a	1,2 a
200	34,8 a	39,4 a	1,5 a
Dosis boron (Boron dosage), kg/ha			
0	31,5 a	31,7 a	1,2 a
1	27,9 a	33,3 a	1,3 a
2	29,7 a	29,5 a	1,2 a
3	33,1 a	27,8 a	1,3 a
4	29,3 a	27,2 a	1,2 a
Rerata (Average)	30,3	29,9	1,2
BAP x boron	tn (ns)	tn (ns)	tn (ns)
KK (CV), %	28,82	12,83	10,48

tn= tidak nyata/ns= non significant, HST (DAP) = Hari setelah tanam (Days after planting)



Gambar 1. Rerata jumlah umbel bawang merah dari perlakuan BAP (A) lebih banyak daripada tanaman kontrol (B) (*Average of amount of shallots umbel from BAP treatment (A), more than control plant (B)*)

menghasilkan 11,7% tanaman berbunga di dataran rendah Subang. Hasil tersebut lebih rendah daripada di dataran tinggi Lembang yang mencapai 91,1% (Rosliani *et al.* 2012). Pada suhu lingkungan yang tinggi di dataran rendah Subang (rerata suhu 25,8–28,8°C) (Lampiran 1), meristem apikal yang terinduksi sebagian diduga mengalami devernalisasi, sehingga tidak semua tanaman berbunga (Khokhar 2009). Menurut Amanullah *et al.* (2010), 6-Benziladenin (6-Benzil amino purin) merupakan sitokinin sintetik yang paling aktif pada berbagai proses fisiologis tanaman seperti

pembelahan sel, pembesaran sel, diferensiasi jaringan, dan perkembangan fase pembungaan. Pemberian BAP dalam penelitian ini diduga mampu mengurangi laju devernalisasi, sehingga tanaman menghasilkan tunas umbel yang lebih banyak.

Aplikasi BAP juga berpengaruh terhadap peningkatan jumlah bunga per umbel, namun tidak ada perbedaan diantara berbagai konsentrasi yang dicobakan. Jumlah bunga per umbel pada perlakuan kontrol ialah 59,6 bunga, sedangkan pada perlakuan BAP 50–100 ppm lebih tinggi daripada kontrol



Gambar 2. Rerata jumlah bunga per umbel dari perlakuan BAP 100 ppm (A) lebih banyak daripada tanaman kontrol (B) (*Average of amount of floret per umbel from BAP treatment of 100 ppm(A), more than control plant (B)*)

yaitu sekitar 89,9–105,0 bunga per umbel (Tabel 2 dan Gambar 2). Pengaruh positif BAP terhadap peningkatan produksi bunga kemungkinan disebabkan aktivitas sitokinin pada jaringan meristematik, yaitu meristem apikal bawang merah, seperti yang dijelaskan oleh Werner *et al.* (2001) pada peningkatan ukuran meristem tanaman *Nicotiana tabacum* dan Prat *et al.* (2008) pada perluasan zona meristematik tanaman *jojoba* yang menyebabkan peningkatan jumlah bunga karena peranan benziladenin atau benzilaminopurin.

Aplikasi BAP hanya berpengaruh terhadap pembungaan bawang merah, tetapi tidak terhadap

pembentukan kapsul sebagaimana ditunjukkan oleh jumlah kapsul per umbel dan persentase pembentukan kapsul (Tabel 2). Hasil ini serupa dengan hasil di dataran tinggi (Rosliani *et al.* 2012), yang menunjukkan persentase pembentukan kapsul per umbel konstan, sehingga diduga dikendalikan oleh tanaman induk. Fenomena seperti ini umumnya terjadi pada tanaman tahunan yang menghasilkan buah basah seperti *sweet cherry* (Roversi *et al.* 1984) atau *Prunus mahaleb* (Guitian 1994), yang diduga dikendalikan oleh tanaman induknya untuk menghasilkan benih yang viabel. Suhu lingkungan yang tinggi diduga

Tabel 2. Pengaruh perlakuan BAP dan boron terhadap jumlah bunga per umbel, jumlah kapsul per umbel, dan persentase pembentukan kapsul bawang merah (*The effect of BAP and Boron treatments on amount of floret per umbel, amount of capsule per umbel and the percentage of fruit-set of shallots*)

Perlakuan (Treatments)	Jumlah bunga per umbel (Amount of floret per umbel)	Jumlah kapsul per umbel (Amount of capsule per umbel)	Pembentukan kapsul (Percentage of fruit-set), %
Konsentrasi BAP (BAP concentration) ppm			
0	59,6 b	25,9 a	31,7 a
50	105,0 a	35,3 a	38,6 a
100	90,7 a	30,3 a	40,1 a
150	100,0 a	37,2 a	36,0 a
200	89,9 a	35,2 a	41,8 a
Rerata (Average)	89,04	32,8	37,6
Dosis Boron (Boron dosage) kg/ha			
0	85,8 a	31,5 a	36,9 a
1	88,1 a	29,9 a	35,6 a
2	85,1 a	28,4 a	32,8 a
3	94,2 a	35,7 a	41,7 a
4	92,0 a	38,4 a	41,2 a
Rerata (Average)	89,04	32,8	37,6
BAP x boron	tn (ns)	tn (ns)	tn (ns)
KK (CV), %	28,6	33,8	15,9

Tabel 3. Pengaruh perlakuan BAP dan boron terhadap viabilitas dan jumlah serbuk sari bawang merah per anter (The effect of BAP and boron application on viability and amount of pollen per anther of shallots)

Perlakuan (Treatments)	Viabilitas serbuk sari (Pollen viability), %	Jumlah serbuk sari per anter (Amount of pollen per anther)
Konsentrasi BAP (BAP concentration), ppm		
0	1,57 b	813,1 a
50	1,77 b	830,1 a
100	2,00 ab	829,4 a
150	1,90 ab	824,8 a
200	2,33 a	788,3 a
Rerata (Average)	1,91	817,1
Dosis Boron (Boron dosage), kg/ha		
0	1,40 c	779,2 a
1	1,77 bc	799,1 a
2	2,17 ab	832,7 a
3	1,80 bc	829,9 a
4	2,43 a	852,0 a
Rerata (Average)	1,91	817,1
BAP x Boron	tn (ns)	tn (ns)
KK (CV), %	14,9	15,3

tn= tidak nyata/ns= no significant

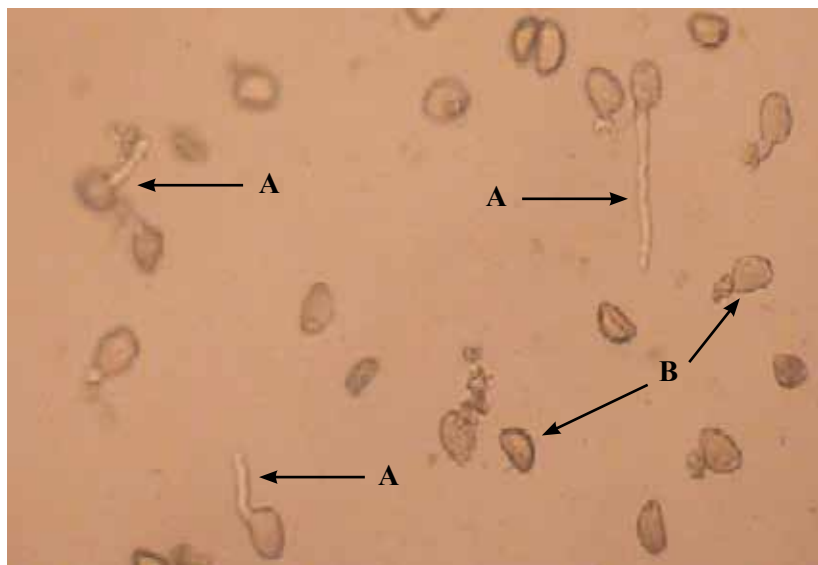
mengurangi respons tanaman terhadap aktivitas BAP, sehingga persentase pembentukan kapsul per umbel di dataran rendah Subang (37,6%) lebih rendah daripada di dataran tinggi Lembang, yaitu 53,9% (Rosliani *et al.* 2012)

Boron tidak berpengaruh terhadap pembentukan bunga maupun kapsul, seperti terlihat pada kecepatan muncul tunas umbel, persentase tanaman berbunga, jumlah umbel per tanaman, jumlah bunga per umbel maupun jumlah kapsul, dan persentase pembentukan kapsul (Tabel 1 dan 2). Hal ini diduga karena ketersediaan boron di dalam tanah telah mencukupi kebutuhan tanaman. Hasil pengujian kandungan boron

tanah yang dilakukan di Laboratorium Tanah dan Tanaman Balitsa menunjukkan bahwa tanah Latosol Subang mengandung 0,43 ppm boron. Menurut Marschner (1995) kandungan boron di dalam tanah sebanyak 0,4–5 ppm memenuhi kriteria tersedia untuk tanaman.

Viabilitas dan Jumlah Serbuk Sari

Pengamatan serbuk sari dilakukan 6 jam setelah bunga mekar dengan ciri anter sudah berwarna hijau tua sebelum menjadi berwarna hitam dan pecah. Suhu lingkungan yang tinggi di dataran rendah Subang mempercepat perkembangan bunga, sehingga



Gambar 3. Serbuk sari yang berkecambah (A) dan serbuk sari yang tidak berkecambah (B) (The germinated pollen (A) and non-germinated pollen)

Tabel 4. Pengaruh perlakuan BAP dan boron terhadap jumlah TSS per umbel, persentase TSS bernas, dan bobot TSS per umbel (The effect of BAP and boron application on the amount of TSS per umbel, percentage of filled TSS, and weight of TSS per umbel)

Perlakuan (Treatments)	Jumlah TSS per umbel (Amount of TSS per umbel)	Persentase TSS bernas (Percentage of filled TSS), %	Bobot TSS per umbel (Amount of TSS per umbel), g
Konsentrasi BAP (BAP concentration), ppm			
0	69,7 abc	54,15 b	0,337 a
50	100,1 a	81,75 a	0,410 a
100	69,6 abc	79,47 a	0,300 a
150	52,2 c	52,04 b	0,267 a
200	85,7 ab	77,58 a	0,299 a
Rerata (Average)	75,5	68,99	0,323
Dosis Boron (Boron dosage), kg/ha			
0	79,9 a	68,12 a	0,331 a
1	79,9 a	78,28 a	0,311 a
2	61,1 a	61,27 a	0,323 a
3	77,6 a	66,85 a	0,299 a
4	78,7 a	70,47 a	0,340 a
Rerata (Average)	75,5	68,99	0,323
BAP x boron	tn (ns)	tn (ns)	tn (ns)
KK (CV), %	21,1	29,9*	8,3

*transformasi (transformation) $\sqrt{x+1}$

kematangan anter lebih cepat (sekitar 6 jam setelah antesis) dibandingkan dengan di dataran tinggi Lembang (22–26 jam setelah antesis) (Rosliani *et al.* 2012).

Viabilitas serbuk sari dipengaruhi oleh aplikasi BAP pada konsentrasi tinggi (200 ppm) (Tabel 3). Peningkatan viabilitas serbuk sari yang nyata terjadi pada BAP konsentrasi 200 ppm, sebesar 2,33%, dibandingkan perlakuan kontrol sebesar 1,57%. Pemberian BAP diduga meningkatkan pembelahan sel-sel tapetum di dalam mikrosporangium sebelum meiosis, sehingga menghasilkan serbuk sari dengan viabilitas yang lebih tinggi (Xiaoqi & Dickinson 2010). BAP tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah serbuk sari per anter. Rerata jumlah serbuk sari pada setiap perlakuan ialah 817,1 butir per anter.

Seperti pada BAP, boron hanya berpengaruh nyata terhadap viabilitas serbuk sari tetapi tidak berpengaruh terhadap jumlah serbuk sari per anter (Tabel 3). Pemberian boron meningkatkan viabilitas serbuk sari. Pada perlakuan tanpa boron viabilitas serbuk sari sekitar 1,40%, dan meningkat 1,77–2,43% dengan aplikasi boron 1–4 kg/ha. Pada dosis boron yang tinggi (4 kg/ha), peningkatan viabilitas serbuk sari mencapai 73,57%. Boron berperan dalam siklus reproduksi tanaman antara lain dalam produksi serbuk sari dan perkecambahannya (Blevins & Lukaszewski 1998). Garg *et al.* (1979) menyatakan bahwa perbaikan viabilitas serbuk sari pada tanaman padi merupakan efek stimulasi boron dalam meningkatkan ketersediaan gula, aktivitas enzimatis, dan respirasi yang diperlukan untuk perbaikan pertumbuhan serbuk sari. Viabilitas

serbuk sari yang rendah di dataran rendah Subang diduga menjadi salah satu faktor pembatas persentase pembentukan kapsul per umbel, yang lebih rendah dibandingkan dengan di dataran tinggi Lembang (Rosliani *et al.* 2012). Menurut Shivanna & Sawhney (1997) selain viabilitas serbuk sari, jumlah serbuk sari per anter dapat berpengaruh terhadap pembentukan kapsul dan biji. Pada percobaan ini, jumlah serbuk sari per anter tidak dipengaruhi oleh aplikasi boron. Rerata jumlah serbuk sari dari semua perlakuan ialah 817,1 serbuk sari per anter.

Produksi TSS

Aplikasi BAP berpengaruh nyata terhadap jumlah benih botani bawang (TSS) per umbel dan persentase TSS bernas (Tabel 4). Peningkatan konsentrasi BAP terhadap jumlah TSS bernas per umbel yang dihasilkan tidak konsisten. BAP pada konsentrasi 50 dan 200 ppm BAP meningkatkan jumlah TSS bernas, sedangkan pada konsentrasi 150 ppm cenderung menurunkan jumlah TSS bernas per umbel. Hasil serupa juga terjadi pada persentase benih TSS per umbel. Aplikasi BAP umumnya meningkatkan persentase jumlah TSS bernas per umbel kecuali BAP konsentrasi 150 ppm. Peningkatan jumlah TSS bernas pada perlakuan BAP 50, 100, dan 200 ppm ialah sekitar 23,4–27,6% dari kontrol tetapi peningkatan tersebut tidak meningkatkan bobot TSS bernas per umbel, per tanaman maupun per plot. Rerata bobot TSS per umbel pada setiap perlakuan ialah 0,323 g (Tabel 4), sedangkan rerata bobot TSS per tanaman sekitar 0,432 g (Tabel 5). Jumlah umbel per tanaman yang hanya sekitar 1,2 umbel menyebabkan bobot TSS per umbel hampir sama dengan bobot benih

Tabel 5. Pengaruh perlakuan BAP dan boron terhadap bobot TSS per tanaman dan bobot TSS per plot
(The effect of BAP and boron application on the weight of TSS per plant and the total weight of TSS per plot)

Perlakuan (Treatments)	Bobot TSS per tanaman (Weight of seed per plant), g	Bobot TSS per plot (Weight of seed per plot), g/12 tanaman (plant)
Konsentrasi BAP (BAP concentration), ppm		
0	0,481 a	0,994 a
50	0,525 a	1,131 a
100	0,383 a	1,053 a
150	0,319 a	1,240 a
200	0,451 a	1,271 a
Rerata (Average)	0,432	1,138
Dosis Boron (Boron dosage), kg/ha		
0	0,394 a	1,309 a
1	0,441 a	1,049 a
2	0,443 a	0,940 a
3	0,431 a	1,052 a
4	0,449 a	1,340 a
Rerata (Average)	0,432	1,138
BAP x boron	tn (ns)	tn (ns)
KK (CV), %	10,2	18,3

per tanaman (Tabel 5). Jumlah umbel yang dipanen per plot juga sangat rendah yaitu rerata 3,5 umbel per plot. Hal ini juga yang menyebabkan bobot TSS per plot sangat rendah. Selain tingkat pembungaannya rendah, juga umbel yang berkembang sebagian terkena penyakit bercak ungu yang disebabkan oleh cendawan *Alternaria porri*, yang dipicu oleh suhu udara dan kelembaban tinggi (Lampiran 1). Tangkai umbel yang terserang penyakit bercak ungu berwarna coklat-hitam, sehingga bunga tidak dapat berkembang menjadi kapsul karena aliran nutrisi terhambat.

Aplikasi boron tidak berpengaruh nyata terhadap produksi TSS (Tabel 4) di dataran rendah Subang dengan jenis tanah Latosol. Hal ini disebabkan karena boron tanah ternyata dapat memenuhi kebutuhan tanaman, sehingga penambahan boron tidak mampu

memperbaiki produksi benih TSS. Namun penambahan boron sampai dosis 4 kg/ha juga tidak sampai menjadi racun bagi tanaman, seperti yang tercermin dari produksi TSS sampai dosis 4 kg boron/ha yang memberikan hasil yang tidak menurun dari kontrol meskipun kandungan boron tanah setelah diberi pupuk boron meningkat hingga rerata 2,81 ppm (Laboratorium Tanah dan Tanaman Balitsa Lembang 2012).

Mutu TSS

Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap bobot benih 100 butir dan daya berkecambah. Hal ini kemungkinan karena kondisi suhu lingkungan yang mendukung untuk mutu benih TSS melalui bobot benih 100 butir, yaitu > 25°C (Lampiran 1) sebagaimana dijelaskan oleh Sumarni

Tabel 6. Pengaruh perlakuan BAP dan boron terhadap bobot TSS 100 butir dan daya berkecambah TSS
(The effect of BAP and boron application on weight of 100 TSS and seed germination)

Perlakuan (Treatments)	Bobot 100 butir (Weight of 100 seed), g	Daya berkecambah (Seed germination), %
Konsentrasi (BAP concentration BAP), ppm		
0	0,402 a	79,40 a
50	0,405 a	74,40 a
100	0,384 a	71,00 a
150	0,395 a	77,00 a
200	0,391 a	75,40 a
Rerata (Average)	0,395	75,44
Dosis Boron (Boron dosage), kg/ha		
0	0,391 a	76,60 a
1	0,404 a	73,80 a
2	0,395 a	78,40 a
3	0,395 a	73,20 a
4	0,392 a	75,20 a
Rerata (Average)	0,395	75,44
BAP x boron	tn (ns)	tn (ns)
KK (CV), %	7,0	11,9

et al. (2009). Hasil penelitian di dataran rendah ini menunjukkan bahwa bobot benih TSS 100 butir (0,395 g) yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan di dataran tinggi (0,367 g) (Rosliani et al. 2012). Rerata daya berkecambah pada semua perlakuan di atas 75%, yang merupakan standar sertifikasi mutu benih bawang merah berdasarkan Direktorat Bina Perbenihan (2007). Aplikasi boron juga tidak berpengaruh nyata terhadap bobot benih 100 butir dan daya berkecambah.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Aplikasi BAP hanya meningkatkan pembungaan dan viabilitas serbuk sari bawang merah, tetapi tidak dapat meningkatkan produksi maupun mutu benih TSS di dataran rendah Subang.
2. Aplikasi BAP konsentrasi 50 ppm yang diaplikasikan pada umur 1, 3, dan 5 MST cukup memadai untuk meningkatkan pembungaan bawang merah di dataran rendah Subang.
3. Boron tidak memperbaiki tingkat pembungaan maupun produksi dan mutu benih TSS. Boron 4 kg/ha hanya dapat memperbaiki viabilitas serbuk sari bawang merah saja.

PUSTAKA

1. Amanullah, MM, Sekar, S & Vincent, S 2010, 'Plant growth substances in crop production', *A Review, Asian J. Plant Sci.*, no. 9, pp. 215-22.
2. Barclay, GF & McDavid, CR 1998, 'Effect of benzilaminopurin on fruit set and seed development in pigeon pea (*Cajanus cajan*)', *Scientia Horticulturae.*, vol. 72, no. 2, pp. 81-6.
3. 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. 3, hlm. 5-8.
4. Blevins, DG & Lukaszewski, KM 1998, 'Boron in plant structure and function', *Annu. Rev. Plant Physiol.*, no. 49, pp. 481-500.
5. Brewster, JL & Salter, PJ 1980, 'Effect of planting spacing on yield and bolting of two cultivars of over wintered bult onion', *Hortsci.*, vol. 55, no. 2, pp. 97-102.
6. Copeland, LO & McDonald, MB 1995, *Seed science and technology*, ed ke-3, Chaman & Hall, New York.
7. Direktorat Bina Perbenihan 2007, *Pedoman sertifikasi dan pengawasan peredaran mutu benih*, Direktorat Bina Perbenihan, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura, Jakarta.
8. Fita, GT 2004, 'Manipulation of flowering for seed production of shallot', Disertasi, Universitas Hanover, Hanover.
9. Garg, OK, Sharma, AN & Kona, GRSS 1979, 'Effect of boron on the pollen vitality and yield of rice plants (*Oryza sativa* L. var. *jaya*)', *Plant and Soil*, vol. 52, no. 4, pp. 591-4.
10. Guitian, J 1994, 'Selective fruit absorption in *Prunus mahaleb* (Rosaceae)', *Amer. J. Bot.*, vol. 81, no. 12, pp. 1555-8.
11. Khokhar, KM 2009, 'Effect of set-size and storage temperature on bolting, bulbing, and seed yield in two onion cultivars', *Scientia Horticulture*, no. 122, pp. 187-94.
12. Marschner, H 1995, *Mineral nutrition of higher plants*, Academic Press Limited, London.
13. Ockendon, DJ & Gates, PJ 1976, 'Variation in pollen viability in the onion (*Allium cepa* L.)', *Euphytica*, no. 25, pp. 753-9.
14. Permadi, AH & Putrasamedja, S 1991, 'Penelitian pendahuluan variasi sifat-sifat bawang merah yang berasal dari biji', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 20, no. 4, hlm. 120-4.
15. Prat, L, Botti, C & Fichet, T 2008, 'Effect of plant growth regulators on floral differentiation and seed production in jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider)', *Industrial Crops and Products*, no. 27, pp. 44-9.
16. Rabinowitch, HD 1990, 'Physiology of flowering', in Rabinowitch, HD & Brewster JL (eds.), *Onions and allied crops*, CRC Press Inc, Florida, pp. 113-4.
17. Reda, MSAF, Abdel el-Wahed & Gamal el-Din, KM 2010, 'Effect of indole acetic acid, gibberelic acid and kinetin on vegetatif growth, flowering, essential oil pattern of chamomile plant (*Chamomile recutita* l. rausch)', *World J. Agri. Sci.*, vol. 6, no. 5, pp. 595-600.
18. Ridwan, H, Sutapradja, H & Margono 1989, 'Daya produksi dan harga pokok benih/biji bawang merah', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 17, no. 4, hlm. 1989.
19. Rosliani, R, Palupi, ER & Hilman, Y 2012, 'Penggunaan benzyl amino purine (BAP) dan boron untuk meningkatkan produksi dan mutu benih (TSS = true shallot seed) bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) di dataran tinggi', *J. Hort.*, vol. 22, no. 3, hlm. 242-50.
20. Roversi, A, Ughini, V & Tavella, M 1984, 'Fruit set in sweet cherry. I. Role of some agronomic variables', *Frutticulture*, vol. 46, pp. 49-54.
21. Satjadipura, S 1990, 'Pengaruh vernalisasi terhadap pembungaan bawang merah', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 18, no. 2, hlm. 61-70.
22. Sharma, SK 1995, 'Respon of boron and calcium nutrition on plant growth, fruit and seed yield of tomato', *Veg. Sci.*, no. 22, pp. 27-9.
23. Sharma, SK 1999, 'Effect of boron and calcium on seed production of bell pepper (*Capsicum annum* L.)', *Veg. Sci.*, vol. 26, pp. 87-8.
24. Shishido, Y & Saito, T 1977, 'Studies on the flower bud formation in onion plants. III, effects of physiological conditions on the low temperature induction of flower buds in bulbs', *J. Jpn Soc. Hort. Sci.*, vol. 46, pp. 310-6.
25. Shivanna, KR & Sawhney, VK 1997, 'Pollen biology and pollen biotechnology: an introduction', in Shivanna, KR & Sawhney, VK (eds.), *Pollen biotechnology for crop production and improvement.*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-12.
26. Sumarni, N & Soetiarso, TA 1998, 'Pengaruh waktu tanam dan ukuran umbi bibit terhadap pertumbuhan, produksi dan biaya produksi biji bawang merah', *J. Hort.*, vol. 8, no. 2, hlm. 1085-94.
27. Sumiati, E 1997, 'Pertumbuhan serta hasil umbi dan biji bawang bombay (*Allium cepa* L.) kultivar hari pendek dengan vernalisasi dan aplikasi asam gibberelat (giberelin) di dataran tinggi Lembang Jawa Barat', Disertasi, Program Pascasarjana Universitas Padjajaran, Bandung.

28. Suwandi & Hilman, Y 1995, 'Budidaya tanaman bawang merah', dalam Sunarjono, H, Suwandi, Permadi, AH, Bahar FA, Sulihanti S, Broto, W, (eds.), *Teknologi produksi bawang merah*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta, hlm. 51-6.
29. Werner, T, Motyka, V, Strnad, M & Schmulling, T 2001, 'Regulation of plant by cytokinin', *Plant Biol.*, vol. 98, no. 18, pp. 10487-92.
30. Xiaoqi, F & Dickinson, HG 2010, 'Tapetal cell fate, lineage and proliferation in the Arabidopsis anther', *Development*, no. 137, pp. 2409-16.
31. Youngkoo, CS, Park, HK & Wood, A 2006, 'Impact of 2,4-DP and BAP upon pod set and seed yield in soybean treated at reproductive stages', *Plant Growth Reg.*, vol. 36, no. 3, pp. 215-1.

Lampiran 1. Rerata suhu dan kelembaban di dataran rendah Subang (100 m dpl.) pada bulan Maret sampai Juli 2012 (Average of temperature and humidity in lowland Subang (100 m asl.) on March to July 2012)

Pengamatan (Observation)		Maret	April	Mei	Juni
Suhu (<i>Temperature</i>) (°C)	Rerata	27.83	27.36	28.81	28.28
	Maksimum	32.44	31.68	33.25	32.73
	Minimum	24.07	24.61	25.01	24.15
Kelembaban (<i>Realive humidty</i>) (%)	Rerata	84.93	82.48	81.23	81.47
	Curah Hujan (<i>Rainfall</i>) (mm)	260	370	113	48