

Teknik Aplikasi Benzilaminopurin dan Pemeliharaan Jumlah Umbel Per Tanaman untuk Meningkatkan Produksi dan Mutu Benih Botani Bawang Merah (*True Shallot Seed*) di Dataran Tinggi (*Benzylaminopurine Application Technique and Maintenance of Umbel Number Per Plant for Increasing Production and Quality of True Shallot Seed in Highlands*)

Roslani, R¹, Sinaga, R¹, Hilman, Y², dan Hidayat, IM¹

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jln. Tangkuban Parahu 517 Lembang, Bandung 40391

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Jln. Raya Ragunan No. 29A, Pasar Minggu, Jakarta 12540

E-mail: rinirosliany@gmail.com

Naskah diterima tanggal 28 Agustus 2014 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 26 November 2014

ABSTRAK. Pembungaan dan pembentukan biji merupakan kendala dalam produksi benih *true shallot seed* (TSS) di Indonesia. Aplikasi benzilaminopurin (BAP) dan boron dapat meningkatkan pembungaan, viabilitas serbuk sari maupun produksi, dan mutu benih TSS. Teknik aplikasi BAP yang efisien belum diketahui, sementara jumlah umbel dalam satu tanaman diduga dapat menyebabkan terjadinya persaingan dalam pembentukan kapsul dan biji. Tujuan penelitian yaitu untuk mendapatkan teknik pemberian BAP dan pemeliharaan jumlah umbel yang efisien dalam meningkatkan produksi dan mutu benih TSS di dataran tinggi. Penelitian dilaksanakan di dataran tinggi Lembang (1.250 m dpl.), pada bulan Maret sampai dengan September 2013 menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama yaitu aplikasi BAP 37,5 ppm melalui (1) teknik penyiraman BAP tiga kali, (2) kombinasi teknik aplikasi BAP dengan perendaman + penyiraman dua kali, dan (3) teknik perendaman umbi bibit sebelum tanam, sedangkan faktor kedua yaitu pemeliharaan jumlah umbel per tanaman dengan perlakuan (1) pemeliharaan semua umbel, (2) pemeliharaan tiga umbel pada bunga ke-1 sampai dengan ke-3, (3) pada bunga ke-2 sampai dengan ke-4, dan (4) pada bunga ke-3 sampai dengan ke-5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik aplikasi BAP melalui perendaman saja dan perendaman + penyiraman dua kali umur 1 dan 3 minggu setelah tanam (MST) menghasilkan produksi kapsul dan produksi TSS lebih efisien daripada teknik penyiraman tiga kali pada umur 1, 3, dan 5 MST. Teknik aplikasi BAP melalui perendaman + penyiraman dua kali umur 3 dan 5 MST 30% lebih efisien dan 60% lebih efektif dalam memproduksi TSS daripada teknik penyiraman tiga kali pada umur 1, 3, dan 5 MST. Namun daya berkecambah pada teknik perendaman + penyiraman lebih rendah daripada penyiraman tiga kali maupun perendaman saja. Pemeliharaan tiga umbel ke-1 sampai dengan ke-3 menghasilkan produksi dan mutu setara dengan pemeliharaan semua umbel. Implikasi penelitian ini adalah teknik produksi TSS yang efisien di dataran tinggi akan mudah dikembangkan oleh pengguna (petani/penangkar benih).

Kata kunci: *Allium cepa* var. *ascalonicum*; Induksi pembungaan; Perendaman; Penyiraman; Daya berkecambah; Sitokinin; Vernalisasi

ABSTRACT. Flowering and seed-set are a constraints in the TSS production in Indonesia. Benzylaminopurine (BAP) and boron application could increase flowering, pollen viability or production, and TSS quality. The efficient BAP application technique has not yet been obtained. While the number of umbel that much in one plant is suspected of causing to competition in the formation of fruits and seeds. The objectives of research was to find out the efficient BAP application technique and restrictions umbel number per plant for increasing production and quality of TSS in highlands. The study conducted at the Experimental Field Lembang (1.250 m asl.), from March to September 2013. Experimental design used was factorial randomized block design (two factor) with three replications. The first factor was the application of BAP 37.5 ppm through (1) the technique of watering three times of 1, 3, and 5 week after planting (WAP), (2) the technique of soaking before planting and watering of 3 and 5 WAP and (3) the technique of soaking alone. The second factor is restrictions umbel number per plant consist of (1) maintenance all of umbel, (2) maintenance three umbels (umbel 1st- 3rd), (3) maintenance three umbels (umbel 2nd-4th), (4) maintenance three umbels (umbel 3rd-5th). The result showed that BAP application through soaking technique alone and soaking + watering two times at 3 and 5 WAP produced capsules and TSS more efficient than watering technique three times at 1, 3, and 5 WAP. Benzylaminopurine application through soaking + watering technique two times at 3 and 5 WAP 30% more efficient and 60% more effective in producing TSS than watering technique three times at 1, 3, and 5 WAP. However soaking + watering two times at 3 and 5 WAP had germination lower than soaking technique alone and watering technique three times at 1, 3, and 5 WAP. Maintenance three umbels per plant (umbel 1st- 3rd) produced yield and quality of TSS equivalent to maintenance all of umbel per plant. The implication of this research is the efficient TSS production technique in highland will be easily developed by users (farmers/breeder seed).

Key words: *Allium cepa* var. *ascalonicum*; Flowering induction; Soaking; Watering; Germination; Cytokinin, Vernalization

Biji botani bawang merah atau *true shallot seed* (TSS) merupakan salah satu alternatif teknologi yang

potensial dikembangkan dalam rangka penyediaan benih bawang merah sepanjang tahun di Indonesia.

Penggunaan TSS di Indonesia belum berkembang disebabkan belum tersedianya benih TSS maupun teknologi produksi TSS. Kendala utama dalam produksi benih TSS di Indonesia adalah masalah pembungaan dan pembentukan biji bawang merah yang masih rendah. Usaha-usaha untuk meningkatkan pembungaan bawang merah telah dilakukan di antaranya melalui mencari lokasi penanaman yang cocok, ketepatan waktu tanam serta teknik induksi pembungaan. Putrasamedja & Permadi (1994) melaporkan bahwa penanaman bawang merah di dataran tinggi Cipanas menghasilkan pembungaan di atas 70% untuk varietas Bima, Cipanas, dan Kuning. Musim kemarau merupakan waktu yang tepat untuk pembungaan dan produksi benih TSS (Rosliani *et al.* 2005). Untuk menginduksi pembungaan dapat dilakukan dengan perlakuan vernalisasi umbi bibit pada suhu 10°C selama 4 minggu yang disimpan di *cold storage* (Satjadipura 1990). Namun peningkatan pembungaan tidak selalu diikuti dengan produksi biji yang tinggi.

Salah satu usaha untuk memperbaiki produksi biji TSS dilakukan dengan menggunakan zat pengatur tumbuh (ZPT) 6-benzyladenin (6-benzylaminopurine). Zat pengatur tumbuh BAP merupakan sitokinin sintetik yang paling aktif pada berbagai proses fisiologis tanaman seperti pembelahan sel, pembesaran sel, diferensiasi jaringan, dan perkembangan fase pembungaan (Amanullah *et al.* 2010). Aplikasi BAP selain mendorong pembungaan, juga telah terbukti pada pembentukan buah dan biji tanaman *Cajanus cajan* (Barclay & McDavid 1998) dan kacang kedelai (Youngkoo *et al.* 2006). Hasil penelitian Rosliani *et al.* (2012) melaporkan bahwa aplikasi BAP dan boron dapat memperbaiki tingkat pembungaan dan viabilitas serbuk sari yang berimplikasi pada peningkatan produksi dan mutu benih TSS di dataran tinggi. Konsentrasi BAP yang optimum diperoleh pada 37,5 ppm, diaplikasikan dengan penyiraman tiga kali pada umur 1, 3, dan 5 minggu setelah tanam (MST) di dataran tinggi. Teknik aplikasi BAP untuk merangsang pembungaan selain dengan penyiraman/penyemprotan ke tanaman dapat juga dilakukan dengan teknik perendaman umbi bibit sebelum tanam. Kebutuhan BAP melalui teknik perendaman lebih sedikit dibandingkan dengan teknik penyiraman/penyemprotan ke tanaman. Hal ini disebabkan aplikasi dengan teknik perendaman selain hanya membutuhkan volume larutan sedikit juga hanya dilakukan sekali aplikasi. Namun efektivitas melalui teknik perendaman umbi bibit sebelum tanam dibandingkan dengan penyiraman/penyemprotan melalui daun dan bunga belum diketahui. Oleh karena itu teknik aplikasi BAP yang efisien dan efektif perlu dicari dalam rangka pengembangan teknik produksi TSS untuk menghasilkan benih bawang merah di Indonesia.

Di dataran tinggi, periode pembungaan bawang merah berlangsung selama 25–30 hari dari tunas umbel muncul pertama kali sampai dengan tunas umbel muncul terakhir (Hilman *et al.* 2014). Umbel bunga muncul dan panen terjadi 5–6 kali. Pola pembungaan bawang merah yang terjadi adalah tahap pertama jumlah umbel yang dihasilkan sedikit dengan ukuran umbel kecil, umbel kedua sampai kelima jumlah umbel banyak dengan ukuran umbel besar, dan umbel keenam dan seterusnya jumlah umbel menurun kembali dengan ukuran bunga menurun kembali. Namun pembentukan buah dan biji pada setiap umbel semakin menurun. Hal ini kemungkinan terjadi karena adanya persaingan hara dalam pembentukan buah dan biji (Shivanna & sawhney 1997). Pemeliharaan jumlah umbel diduga dapat mengurangi persaingan hara selama pembentukan buah dan biji. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui umbel ke berapa yang dapat menghasilkan produksi benih yang tinggi dengan mutu yang baik.

Adapun tujuan penelitian yaitu untuk mendapatkan teknik pemberian BAP dan pemeliharaan jumlah umbel yang efektif dan efisien untuk meningkatkan produksi dan mutu benih TSS di dataran tinggi. Hipotesis yang diajukan yaitu aplikasi BAP dengan teknik perendaman umbi bibit lebih efisien dalam memproduksi benih TSS dibandingkan dengan teknik penyiraman. Pemeliharaan tiga umbel per tanaman lebih efisien dalam memproduksi benih TSS dibandingkan pemeliharaan semua umbel per tanaman. Diharapkan dengan diperolehnya teknik aplikasi BAP dan banyaknya umbel per tanaman yang efisien dalam memproduksi benih TSS di dataran tinggi dapat dikembangkan untuk para pengguna.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan dilaksanakan di dataran tinggi Lembang, dari bulan April sampai dengan bulan November 2013. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak kelompok faktorial dengan dua faktor yang diuji dan diulang tiga kali. Faktor pertama adalah (1) teknik pemberian BAP terdiri atas aplikasi BAP 37,5 ppm dengan penyiraman pada umur 1, 3, dan 5 MST (total BAP 1,75 g), (2) aplikasi BAP 37,5 ppm dengan teknik perendaman umbi bibit selama 1 jam dan penyiraman umur 3 dan 5 MST (1,5 g BAP) serta (3) aplikasi BAP 37,5 ppm dengan perendaman umbi bibit selama 1 jam (0,5 g BAP). Kebutuhan BAP pada perlakuan (2) dan (3) masing-masing sekitar 85% dan 30% dari kebutuhan BAP pada perlakuan (1). Faktor kedua adalah pemeliharaan jumlah umbel bunga terdiri atas (1) pemeliharaan semua umbel per

tanaman, (2) pemeliharaan umbel ke-1 sampai dengan ke-3 (umbel ke-4 dan ke-5 dibuang), (3) pemeliharaan umbel ke-2 sampai dengan ke-4 (umbel ke-1 dan ke-5 dst. dibuang), dan (4) pemeliharaan umbel ke-3 sampai dengan ke-5 (umbel ke-1, ke-2, dan ke-6 dst. dibuang). Ada 12 kombinasi perlakuan yang diulang tiga kali dengan total plot adalah 36 buah. Penanaman umbi bibit untuk produksi TSS dilakukan pada polibag. Satu plot percobaan terdiri atas 12 polibag dan satu polibag ada tiga tanaman sehingga satu plot percobaan ada 36 tanaman. Satu plot percobaan ada empat tanaman sampel.

Varietas bawang merah yang digunakan adalah Bima Brebes berukuran 5–8 g/siung. Umbi divernalisasi selama 4 minggu pada suhu 10°C di-cold storage sebelum tanam. Polibag berisi 8 kg media tanah yang diletakkan pada bedengan yang diberi mulsa plastik hitam perak dan diberi naungan plastik putih transparan. Bahan ameliorant yang digunakan adalah dolomit 1 t/ha, dan campuran kotoran kuda dengan ayam 20 t/ha, serta pupuk anorganik berupa pupuk NPK 16-16-16 600 kg/ha dan boron 3 kg/ha, pupuk SP-36 90 kg P₂O₅/ha. Pengendalian ulat bawang dilakukan dengan menggunakan insektisida selektif berbahan aktif abamectin dan spinosad sesuai anjuran pada kemasan, sedangkan untuk mengendalikan serangan penyakit antraknos yang disebabkan cendawan *Colletotrichum* sp, *Alternaria porii* dan *Pernospora* sp. digunakan fungisida selektif berbahan aktif difenoconazol, klorotalonil, dan azoksistrobin sesuai anjuran pada kemasan.

Pengamatan meliputi persentase tanaman berbunga yaitu banyaknya tanaman yang menghasilkan bunga dalam setiap plot, jumlah umbel per tanaman yaitu banyaknya umbel yang muncul dari anakan setiap

tanaman, jumlah kapsul (istilah buah untuk genus *Allium*) per umbel dan per tanaman yaitu banyaknya kapsul yang terbentuk setiap umbel dan tanaman, jumlah benih bernas per umbel dan per tanaman yaitu rerata banyaknya benih bernas yang dihasilkan setiap umbel dan tanaman, bobot benih per umbel, per tanaman dan per plot yaitu rerata berat benih TSS setiap umbel, tanaman, dan plot (12 tanaman). Pengamatan mutu benih meliputi bobot benih 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.

Analisis ragam pengaruh perlakuan dilakukan dengan menggunakan program SAS (*statistical analysis system*) dengan uji lanjut menggunakan DMRT (*Duncan multiple range test*) pada $\alpha = 0,05$.

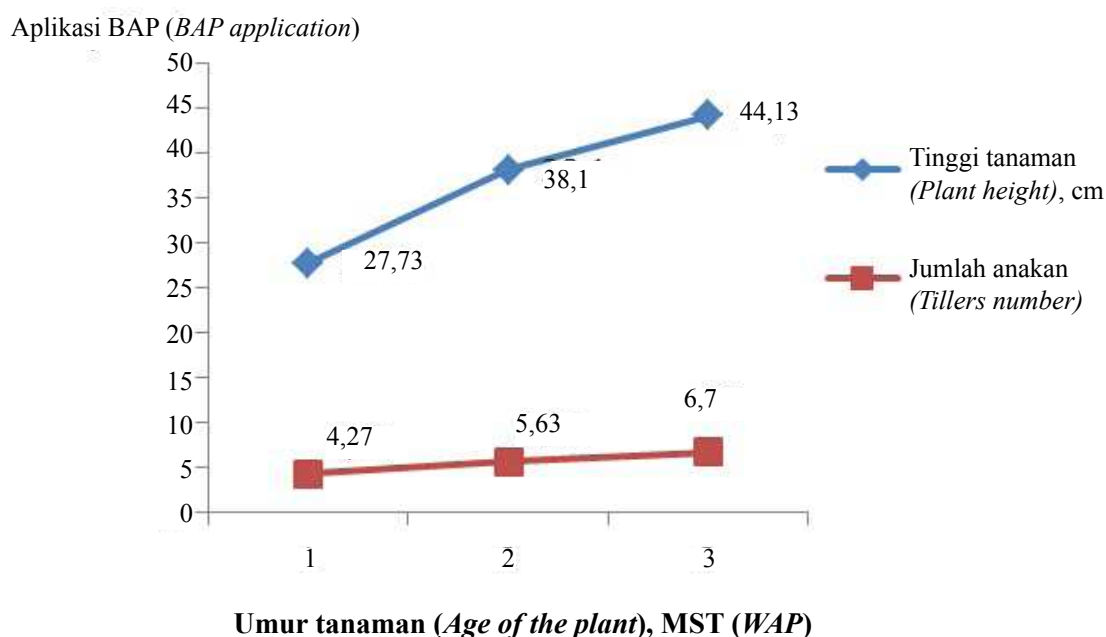
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi umum tanaman bawang merah sampai dengan umur 2 MST umumnya tumbuh sehat dengan warna daun hijau normal (Gambar 1). Mulai umur 3 MST terjadi serangan penyakit antraknos (*Colletotrichum gloeosporioides*) yang berasal dari pertanaman bawang merah di sebelah plot percobaan dan didukung penyebarannya dengan cepat oleh kondisi cuaca mendung dan hujan.

Serangan penyakit berlangsung sampai umur 80 hari atau 11 MST. Daun-daun yang terserang antraknos berwarna kuning mulai dari ujung daun terus menyebar ke bagian bawah. Untuk menyelamatkan tanaman bawang merah dilakukan perompesan daun-daun yang terserang dan dilakukan penyemprotan fungisida.



Gambar 1. Tanaman yang sehat sebelum terserang penyakit antraknos pada 14 HST (kiri), tanaman yang terserang penyakit antraknos pada 40 HST (kanan) [*Healthy plant before attracted antrachnose disease at 14 DAP (left), antrachnose diseased plant at 40 DAP (right)*]



Gambar 2. Rerata tinggi tanaman dan jumlah anakan bawang merah pada semua perlakuan BAP (*Average of plant height and tillers number of shallot in all of BAP treatments*)

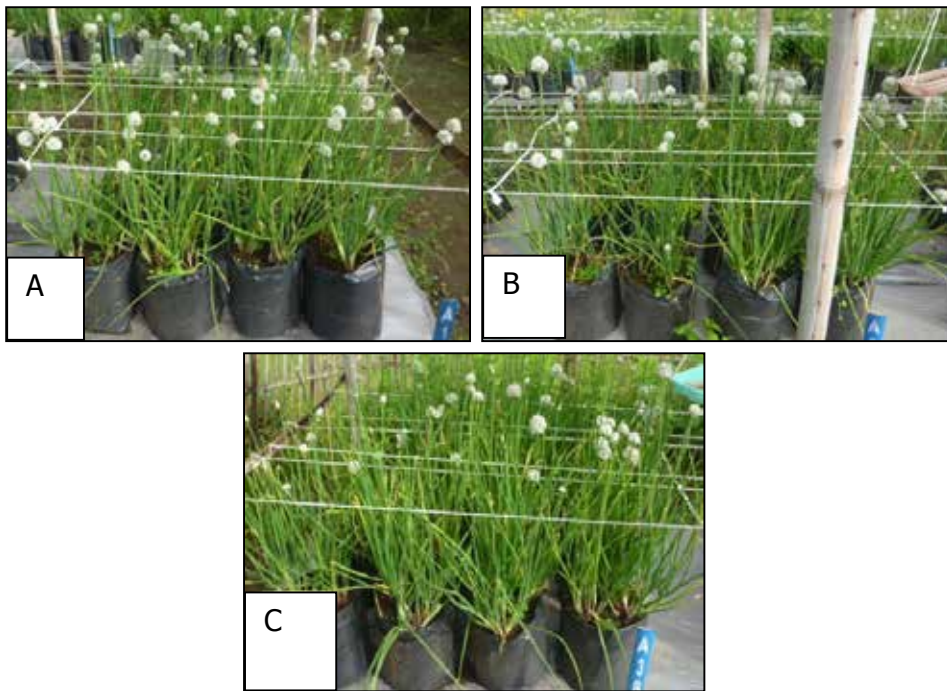
Meskipun demikian, hasil pengamatan secara visual setiap 2 minggu sekali pada semua perlakuan menunjukkan pertumbuhan tanaman bawang merah masih meningkat. Rerata tinggi tanaman sampai umur 6 MST mencapai di atas 40 cm, sedangkan rerata jumlah anakan mencapai > 6,5 anakan per tanaman pada berbagai perlakuan BAP (Gambar 2).

Pembungaan Bawang Merah

Tidak terjadi interaksi yang nyata antara teknik aplikasi BAP dengan jumlah umbel per tanaman. Umumnya umbel bunga muncul pada umur 3–4 MST. Meskipun terganggu pertumbuhannya akibat serangan penyakit antraknos serta kondisi cuaca yang kurang mendukung pembungaan (Tabel 5), namun ternyata 100% tanaman bawang merah dapat berbunga pada semua perlakuan (Tabel 1) meskipun keserempakan berbunga berbeda (Gambar 3). Hasil pengamatan secara visual, aplikasi BAP dengan teknik penyiraman tiga kali muncul umbel bunga lebih serempak dibandingkan teknik perendaman + penyiraman dua kali maupun teknik perendaman saja. Namun meskipun aplikasi BAP dengan teknik perendaman + penyiraman dua kali maupun teknik perendaman saja memunculkan umbel bunga yang tidak serempak tetapi menghasilkan jumlah umbel yang tidak berbeda nyata dengan teknik penyiraman tiga kali. Data tersebut menunjukkan bahwa efektivitas BAP di dataran tinggi adalah sama pada berbagai teknik aplikasi baik dengan penyiraman ke tanaman maupun dengan perendaman umbi bibit. Hasil penelitian Rosliani *et al* (2012)

melaporkan bahwa BAP 37,5 ppm dengan teknik penyiraman tiga kali pada umur 1, 3, dan 5 MST dapat meningkatkan tingkat pembungaan bawang merah di dataran tinggi. Tanaman bawang merah varietas Bima Brebes yang diberi BAP 37,5 ppm menghasilkan persentase tanaman berbunga mencapai 97,5%. Hasil penelitian sebelumnya (Putrasamedja & Permadi 1994) melaporkan bahwa tanaman bawang merah varietas Bima Brebes yang telah divernalisasi dan ditanam di dataran tinggi Cipanas menghasilkan tanaman berbunga sekitar 72%.

Vernalisasi umbi bibit sebelum tanam untuk menginduksi pembungaan mampu merubah meristem vegetatif menjadi meristem generatif dan dengan kondisi lingkungan dataran tinggi yang bersuhu <18° C meristem generatif tersebut mampu berkembang dan menginisiasi umbel bunga. Inisiasi umbel bunga meningkat pada tanaman bawang merah dengan aplikasi BAP 37,5 ppm dan berkembang menjadi bagian-bagian bunga. Di dataran tinggi dengan kondisi suhu yang mendukung untuk perkembangan bunga, ada indikasi aplikasi BAP dengan teknik perendaman umbi bibit lebih efisien dan efektif mendorong perkembangan meristem bunga menjadi inisiasi umbel bunga. Hal ini terlihat pada perlakuan teknik aplikasi BAP dengan cara perendaman dan penyiraman dua kali umur 3 dan 5 MST serta perlakuan cara perendaman saja yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan teknik penyiraman tiga kali terhadap persentase tanaman yang dapat berbunga. Diduga pemberian BAP dengan teknik perendaman penetrasi ZPT lebih



Gambar 3. Tingkat pembungaan pada perlakuan A (penyiraman BAP tiga kali), B (perendaman dan penyiraman BAP dua kali), dan C (perendaman) [The rate of flowering in treatment A (BAP watering three times), B (soaking and BAP watering two times), and C (soaking)]

cepat ke bagian meristem umbi bawang daripada jika BAP diaplikasikan dengan teknik penyiraman. Pengaruh positif BAP terhadap peningkatan produksi bunga ini disebabkan aktivitas sitokinin pada jaringan meristematis, yaitu meristem apikal bawang merah. Werner *et al.* (2001) dan (Prat *et al.* 2008) juga melaporkan pengaruh positif BAP pada peningkatan ukuran meristem tanaman *Nicotiana tabacum* dan pada perluasan zona meristematis tanaman *jojoba*.

Jumlah umbel per tanaman tidak berbeda nyata antara teknik aplikasi perendaman umbi bibit dan kombinasi teknik perendaman + teknik penyiraman dua kali dengan teknik penyiraman tiga kali. Rerata umbel pada perlakuan teknik aplikasi BAP sekitar 3,1 umbel. Sementara itu perlakuan B1 (pemeliharaan semua umbel per tanaman) mempunyai rerata 3,5 umbel per tanaman dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya yang hanya dibatasi tiga umbel per tanaman.

Pembentukan Kapsul dan Biji

Hasil pengamatan terhadap pembentukan kapsul atau *fruit-set* per umbel dan per tanaman disajikan pada Tabel 2. Secara statistik, baik teknik aplikasi BAP maupun perlakuan pemeliharaan jumlah umbel per tanaman berpengaruh terhadap *fruit-set* namun interaksi antara kedua perlakuan tidak berbeda nyata. Perlakuan teknik aplikasi BAP dengan cara perendaman dan penyiraman dua kali umur 3 dan 5 MST serta perlakuan cara perendaman saja

menghasilkan jumlah kapsul lebih tinggi dibanding dengan teknik aplikasi BAP dengan cara penyiraman tiga kali umur 1, 3, dan 5 MST. Jumlah kapsul bernas per umbel serta per tanaman pada perlakuan a_2 serta a_3 berturut-turut adalah 58,3 dan 51,3 kapsul per umbel serta 181,6 dan 156,9 kapsul per tanaman, sedangkan pada perlakuan a_1 sebanyak 47,8 kapsul per umbel dan 144,7 kapsul per tanaman. Pada perlakuan a_2 dan a_3 , jumlah kapsul per umbel maupun per tanaman yang tinggi diduga karena muncul umbel bunga yang tidak serempak pada satu tanaman. Pada tanaman dengan umbel yang muncul tidak serempak (a_2 dan a_3), bunga mekar yang diserbuk serangga dalam satu umbel lebih terkonsentrasi daripada umbel yang muncul lebih serempak pada perlakuan a_1 (teknik penyiraman BAP tiga kali).

Jumlah kapsul bernas juga dipengaruhi oleh banyaknya umbel yang dipelihara dalam satu tanaman (Tabel 2). Pemeliharaan umbel sebanyak tiga dalam satu tanaman pada bunga ke-3 sampai dengan ke-5 menghasilkan jumlah kapsul paling tinggi baik per umbel maupun per tanaman dan berbeda nyata dengan ketiga perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena jumlah kuntum bunga dalam satu umbel pada umbel bunga ke-3, 4, dan 5 umumnya lebih besar dari umbel bunga yang muncul ke-1 dan ke-2 sehingga diduga banyaknya kuntum bunga (florete) dalam satu umbel yang menjadi kapsul juga lebih banyak, sebagaimana hasil penelitian Hilman *et al.* (2014).

Tabel 1. Pengaruh teknik aplikasi BAP dan pemeliharaan jumlah umbel per tanaman terhadap pembungaan bawang merah di dataran tinggi (*Effect of BAP application technique and maintenance of umbel number per plant on flowering of shallot in highlands*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Persentase tanaman berbunga (<i>Percentage of flowered plant</i>), %	Jumlah umbel per tanaman (<i>Umbel number per plant</i>)
A. Teknik aplikasi BAP 37,5 ppm (<i>BAP application technique 37.5 ppm</i>)		
a ₁ . Tiga kali (1, 3, dan 5 MST) (<i>Three times: 1, 3, and 5 WAP</i>)	100	3,1 a
a ₂ . Tiga kali (sebelum tanam, 3, dan 5 MST) (<i>Three times: before planting, 3, and 5 WAP</i>)	100	3,1 a
a ₃ . Satu kali sebelum tanam (<i>One time before planting</i>)	100	3,2 a
Rerata (<i>Average</i>)	100	3,1
B. Pemeliharaan jumlah umbel per tanaman (<i>Maintenance of umbel number per plant</i>)		
b ₁ . Semua umbel per tanaman (<i>All of umbel per plant</i>)	100	3,5 a
b ₂ . Tiga umbel per tanaman (umbel ke-1 – ke-3) (<i>Three umbels per plant: umbel 1st – 3rd</i>)	100	3,0 b
b ₃ . Tiga umbel per tanaman (umbel ke-2 – ke-4) (<i>Three umbels per plant: umbel 2nd – 4th</i>)	100	3,0 b
b ₄ . Tiga umbel per tanaman (umbel ke-3 – ke-5) (<i>Three umbels per plant: umbel 3rd – 5th</i>)	100	3,0 b
Rerata (<i>Average</i>)	100	3,1

Jumlah kapsul tinggi berkorelasi dengan jumlah biji yang terbentuk atau *seed-set* yang tinggi pula (Tabel 2). Jumlah biji bernas sangat nyata dipengaruhi oleh teknik aplikasi BAP tetapi tidak dipengaruhi oleh perlakuan pemeliharaan jumlah umbel per tanaman maupun oleh interaksi kedua perlakuan tersebut. Aplikasi BAP dengan teknik perendaman saja maupun kombinasinya dengan teknik penyiraman di dataran tinggi nyata menghasilkan jumlah biji lebih tinggi dibandingkan dengan teknik penyiraman tiga kali, sedangkan pada pemeliharaan jumlah umbel per tanaman, ada indikasi pemeliharaan tiga umbel per tanaman menghasilkan jumlah biji lebih banyak daripada pemeliharaan semua umbel.

Produksi Biji/TSS

Tidak terjadi interaksi yang nyata antara perlakuan aplikasi BAP dengan pemeliharaan jumlah umbel per tanaman terhadap produksi biji/TSS. Pada Tabel 3 terlihat bahwa bobot biji bernas per umbel dipengaruhi secara nyata oleh teknik aplikasi BAP. Bobot biji bernas per umbel dan per tanaman pada perlakuan teknik perendaman + penyiraman dua kali umur 3 dan 5 MST (a₂) dan perlakuan teknik perendaman sebelum tanam (a₃) berturut-turut 28% dan 13% lebih tinggi daripada tiga kali penyiraman umur 1,

3, dan 5 MST (a₁). Bobot biji bernas per umbel yang dihasilkan tanaman dengan teknik aplikasi BAP tiga kali penyiraman, kombinasi teknik perendaman + dua kali penyiraman, dan teknik perendaman umbi bibit berturut-turut adalah 0,185 g, 0,257 g dan 0,213 g, sedangkan per tanamannya berturut-turut adalah 0,553 g, 0,77 g dan 0,627 g. Pengaruh BAP terhadap produksi biji karena peranan BAP yang penting dalam pembelahan dan pembesaran sel (Davies 2004). Pemberian BAP diduga menyebabkan pembelahan sel terjadi pada sel-sel tapetum pada mikrospora yang berfungsi mensuplai nutrisi untuk perkecambahan serbuk sari (viabilitas serbuk sari). Serbuk sari yang viabel merupakan syarat untuk pembentukan biji dan buah (Shivanna & Sawhney 1997).

Pada peubah bobot biji bernas per plot, teknik perendaman dan penyiraman dua kali umur 3 dan 5 MST nyata lebih tinggi 60% daripada kedua perlakuan lainnya dengan bobot benih 16,644 g/plot. Pada perlakuan a₁ dan a₃, bobot biji bernas yang dihasilkan berturut-turut 10,447 g dan 11,758 g/plot. Jika dilihat dari bobot biji per umbel dan per tanaman antara perlakuan a₂ dan a₃ tidak berbeda nyata tetapi dari peubah bobot biji per plot terjadi perbedaan yang nyata yang disebabkan oleh adanya tangkai umbel yang terserang penyakit pada perlakuan a₃ lebih banyak

Tabel 2. Pengaruh teknik aplikasi BAP dan pemeliharaan jumlah umbel per tanaman terhadap pembentukan kapsul dan biji bawang merah di dataran tinggi (Effect of BAP application technique and maintenance of umbel number per plant on fruit-set and seed-set of shallot in highlands)

Perlakuan (Treatments)	Jumlah kapsul per umbel (Capsule number per umbel)	Jumlah kapsul per tanaman (Capsule number per plant)	Jumlah biji per umbel (Seed number per umbel)	Jumlah biji per rumpun (Seed number per plant)
A. Teknik aplikasi BAP 37,5 ppm (BAP application technique 37,5 ppm)				
a ₁ . Tiga kali (1, 3, dan 5 MST) (Three times: 1, 3, and 5 WAP)	47,8 b	144,7 b	82,9 c	253,9 c
a ₂ . Tiga kali (sebelum tanam, 3, dan 5 MST) (Three times: before planting, 3, and 5 WAP)	58,3 a	181,6 a	130,5 a	407,6 a
a ₃ . Satu kali sebelum tanam (One time before planting)	51,3 a	156,9 ab	102,5 b	312,2 b
Rerata (Average)				
B. Pemeliharaan jumlah umbel per tanaman (Maintenance umbel number per plant)				
b ₁ . Semua umbel (All of umbel)	45,4 b	153,6 b	95,0 a	319,6 a
b ₂ . Tiga umbel (umbel ke-1 – ke-3) (Three umbels: umbel 1 st – 3 rd)	51,9 b	155,6 b	105,2 a	315,7 a
b ₃ . Tiga umbel (umbel ke-2 – ke-4) (Three umbels: umbel 2 nd – 4 th)	48,1 b	144,5 b	109,0 a	327,1 a
b ₄ . Tiga umbel (umbel ke-3 – ke-5) (Three umbels: umbel 3 rd – 5 th)	63,5 a	190,5 a	111,9 a	335,8 a
KK (CV), %	25,20	16,89	28,94	17,83

daripada perlakuan a₂. Dalam percobaan ini tidak terjadi tanaman yang mati karena serangan penyakit. Serangan penyakit antraknos maupun trotol banyak menyerang daun dan tangkai umbel bunga sehingga banyak umbel bunga yang tidak dapat dipanen.

Produksi TSS pada penelitian ini baik pada bobot biji TSS per umbel maupun per tanaman lebih rendah daripada produksi TSS pada hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan Rosliani *et al.* (2012, 2013). Hasil penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa produksi TSS per tanaman rerata 1g. Serangan penyakit antraknos yang cukup berat pada penelitian ini dan beratnya insidensi virus pada umbi bawang merah diduga menyebabkan terganggunya proses asimilasi pada daun yang mengurangi asimilat untuk pembentukan biji sehingga produksi biji tidak optimal. Aplikasi BAP dengan perendaman umbi bibit sebelum tanam tampaknya mampu menekan gangguan proses-proses fisiologis pada pertumbuhan, pembungan maupun pembentukan biji bawang merah tersebut.

Hal ini terlihat pada tingkat pembentukan kapsul maupun pembentukan biji yang lebih tinggi pada teknik perendaman maupun kombinasinya dengan teknik penyiraman (a₂ dan a₃) dibandingkan dengan

aplikasi BAP dengan teknik penyiraman saja (a₁). Selain mampu meningkatkan produksi kapsul dan biji, teknik perendaman mampu menghemat kebutuhan BAP sampai 80%, sedangkan teknik perendaman dan penyiraman hanya menghemat 30% kebutuhan BAP.

Perlakuan pemeliharaan jumlah umbel tidak berbeda nyata terhadap bobot biji bernas per umbel, namun terhadap bobot biji per tanaman dan bobot biji per plot ada perbedaan yang nyata antara pemeliharaan semua umbel dengan pemeliharaan tiga umbel per tanaman. Pemeliharaan tiga umbel per tanaman nyata menghasilkan bobot biji per tanaman lebih tinggi daripada pemeliharaan semua umbel. Meskipun per tanamannya paling rendah namun ternyata pemeliharaan semua umbel menghasilkan bobot biji total per plot paling tinggi dengan hasil 15,538 g, namun tidak berbeda nyata dengan pemeliharaan tiga umbel pada bunga ke-1 sampai ke-3 (b₂) dan pada bunga ke-3 sampai ke-5 (b₄).

Mutu Benih

Produksi yang lebih tinggi ternyata tidak selalu diimbangi dengan mutu yang tinggi. Hal ini terlihat dari peubah daya berkecambah TSS yang diamati pada

Tabel 3. Pengaruh teknik aplikasi BAP dan pemeliharaan jumlah umbel per tanaman terhadap produksi biji bawang merah di dataran tinggi (Effect of BAP application technique and maintenance of umbel number per plant on seed/TSS production of shallot in highlands)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Bobot biji bernas per umbel (<i>Weight of filled seed per umbel</i>), g	Bobot biji bernas per tanaman (<i>Weight of filled seed per plant</i>), g	Bobot biji bernas per plot (<i>Weight of seed per plot</i>), g
A, Teknik aplikasi BAP 37,5 ppm			
(BAP application technique 37,5 ppm)			
a ₁ . Tiga kali (1, 3, dan 5 MST) (<i>Three times: 1, 3, and 5 WAP</i>)	0,185 b	0,553 b	10,447 b
a ₂ . Tiga kali (sebelum tanam, 3, dan 5 MST) (<i>Three times: before planting, 3, and 5 WAP</i>)	0,257 a	0,770 a	16,644 a
a ₃ . Satu kali sebelum tanam (<i>One time before planting</i>)	0,213 a	0,627 ab	11,758 b
B. Pemeliharaan jumlah umbel per tanaman			
(Maintenance umbel number per plant)			
b ₁ . Semua umbel per tanaman (<i>All of umbel per plant</i>)	0,180 a	0,529 b	15,538 a
b ₂ . Tiga umbel per tanaman (umbel ke-1 – ke-3) (<i>Three umbels per plant: umbel 1st – 3rd</i>)	0,244 a	0,739 a	14,489 a
b ₃ . Tiga umbel per tanaman (umbel ke-2 – ke-4) (<i>Three umbels per plant: umbel 2nd – 4th</i>)	0,220 a	0,622 a	9,279 b
b ₄ . Tiga umbel per tanaman (umbel ke-3 – ke-5) (<i>Three umbels per plant: umbel 3rd – 5th</i>)	0,227 a	0,711 a	12,498 ab
KK (CV), %	22,73	17,74	25,91

Tabel 4. Pengaruh teknik aplikasi BAP dan pemeliharaan jumlah umbel per tanaman terhadap bobot 100 biji dan daya berkecambah bawang merah di dataran tinggi (Effect of BAP application technique and maintenance of umbel number per plant on weight of 100 seeds and germination of shallot in highlands)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Bobot 100 biji (<i>Weight of 100 seeds</i>), g	Daya berkecambah (<i>Germination</i>), %
A. Teknik aplikasi BAP 37,5 ppm		
(BAP application technique 37.5 ppm)		
a ₁ . Tiga kali (1, 3, dan 5 MST) (<i>Three times: 1, 3, and 5 WAP</i>)	0,216 a	47,67 a
a ₂ . Tiga kali (sebelum tanam, 3, dan 5 MST) (<i>Three times: before planting, 3, and 5 WAP</i>)	0,213 a	32,83 b
a ₃ . Satu kali sebelum tanam (<i>One time before planting</i>)	0,226 a	49,00 a
Rerata (Average)		
B. Pemeliharaan jumlah umbel per tanaman		
(Maintenance umbel number per plant)		
b ₁ . Semua umbel per tanaman (<i>All of umbel per plant</i>)	0,213 ab	48,11 a
b ₂ . Tiga umbel per tanaman (umbel ke-1 – ke-3) (<i>Three umbels per plant: umbel 1st – 3rd</i>)	0,238 a	43,33 a
b ₃ . Tiga umbel per tanaman (umbel ke-2 – ke-4) (<i>Three umbels per plant: umbel 2nd – 4th</i>)	0,208 b	36,00 a
b ₄ . Tiga umbel per tanaman (umbel ke-3 – ke-5) (<i>Three umbels per plant: umbel 3rd – 5th</i>)	0,215 ab	45,11 a
KK (CV), %	9,2	15,32

Tabel 5. Rerata suhu dan kelembaban di dataran tinggi Lembang (1.250 m dpl.) pada bulan Maret sampai Juli 2013 (Mean temperature and relative humidity in highland Lembang /1,250 m asl. on March to July 2013)

Pengamatan (<i>Observation</i>)	Maret (<i>March</i>)	April	Mei (<i>May</i>)	Juni (<i>June</i>)
Suhu (<i>Temperature</i>), °C	20,79	20,99	19,81	20,18
Kelembaban (<i>Humidity</i>), %	86,13	84,26	84,71	81,58
Curah hujan (<i>Rainfall</i>), mm	257,00	324,50	189,50	142,00

perlakuan teknik aplikasi BAP dengan perendaman + penyiraman dua kali. Daya berkecambah pada perlakuan tersebut hanya 33%, yang nyata berbeda dari teknik aplikasi BAP dengan penyiraman tiga kali dan teknik perendaman saja yang berturut-turut mempunyai daya berkecambah 38,5% dan 38,92%. Nilai daya berkecambah TSS hasil percobaan ini belum memenuhi standar mutu menurut Direktorat Bina Perbenihan Nasional tahun 2007 yaitu 75% daya berkecambah untuk biji bawang merah/TSS. Hasil penelitian di dataran tinggi Lembang pada tahun 2011 menghasilkan TSS dengan nilai daya berkecambah di atas 75% (Rosliani *et al.* 2012). Mutu benih salah satunya dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kontaminasi lapang dan kondisi lapang baik selama benih berada di lahan maupun ketika proses pengolahan dan penyimpanannya (Copeland & Mc Donald 1995). Benih TSS semua perlakuan pada percobaan ini dipanen setelah melewati masak fisiologis dengan ciri-ciri kulit kapsul sudah berwarna kuning kecokelatan dan biji berwarna hitam dan bernas. Artinya secara fisiologis biji dipanen dengan memenuhi mutu benih yang standar, namun prosesing benih mengalami kendala yaitu keterbatasan ruang pengering dan cuaca mendung sehingga proses pengeringan terlalu lama yang diduga menyebabkan mutu benih menurun. Hal ini terbukti dari banyaknya jamur pada saat pengujian daya berkecambah di laboratorium. Oleh karena itu selain teknik budidaya yang baik, untuk menghasilkan mutu benih yang tinggi proses pascapanen seperti prosesing dan penyimpanan harus diperhatikan dengan dukungan alat-alat yang memadai. Menurut Rosliani *et al.* (2012), BAP yang diaplikasikan pada tanaman tidak berpengaruh terhadap mutu benih TSS secara langsung tetapi berpengaruh terhadap pembelahan sel pada jaringan meristematik tunas apikal tanaman bawang merah. Namun jika diaplikasikan langsung pada benih sebagai *seed treatment* dapat merangsang perkecambahan benih tanaman, sebagaimana pada benih *ferula assa-foetida* (Hasani *et al.* 2009) dan benih *Arabidopsis* (Subbiah & Reddy 2010).

Untuk peubah bobot 100 butir, kombinasi teknik perendaman umbi bibit + penyiraman dua kali tidak berbeda nyata dengan kedua perlakuan lainnya.

Rerata bobot 100 butir pada ketiga perlakuan adalah 0,218 g.

Pada perlakuan pemeliharaan jumlah umbel per tanaman, mutu TSS untuk bobot 100 butir maupun daya berkecambah mempunyai nilai yang sejalan dengan produksinya. Pemeliharaan tiga umbel (ke-2 sampai dengan ke-4) yang menghasilkan bobot biji terendah juga menunjukkan mutu baik bobot 100 butir maupun daya berkecambah yang terendah juga, meskipun untuk daya berkecambah tidak ada perbedaan yang nyata antarperlakuan. Bobot 100 butir pada perlakuan tersebut (0.208 g) berbeda nyata dengan pemeliharaan tiga umbel ke-1 sampai ke-3 (0.238 g), namun tidak berbeda nyata dengan pemeliharaan semua umbel (0.213 g) dan pemeliharaan tiga umbel ke-3 sampai ke-5 (0.215 g).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada interaksi antara teknik aplikasi (BAP) dan pemeliharaan jumlah bunga per tanaman terhadap pertumbuhan tanaman, pembungaan, produksi, dan mutu TSS
2. Teknik aplikasi BAP melalui perendaman saja dan perendaman + penyiraman dua kali umur 3 dan 5 MST lebih efisien dan lebih efektif untuk memproduksi kapsul dan produksi TSS daripada teknik penyiraman tiga kali pada umur 1, 3, dan 5 MST.
3. Hasil uji mutu TSS untuk daya berkecambah yang diperoleh pada ketiga perlakuan tersebut masih di bawah 75% (syarat standar mutu TSS) yang disebabkan oleh prosesing benih yang kurang optimal.
4. Teknik aplikasi BAP melalui perendaman + penyiraman dua kali umur 3 dan 5 MST 30% lebih efisien dan 60% lebih efektif dalam memproduksi TSS daripada teknik penyiraman tiga kali pada umur 1, 3, dan 5 MST.
5. Pemeliharaan tiga umbel ke-1 sampai ke-3 menghasilkan produksi dan mutu setara dengan pemeliharaan semua umbel.

PUSTAKA

1. Amanullah, MM, Sekar, S & Vincent, S 2010, 'Plant growth substances in crop production: A review', *Asian J. Plant Sci.*, vol. 9, pp. 215-22.
2. Barclay, GF & McDavid, CR 1998, 'Effect of benzylaminopurine on fruit set and seed development in pigeonpea (*Cajanus cajan*)', *Scientia Hort.*, vol. 72, no. 2, pp. 81-6.
3. Copeland, LO & McDonald, MB 1995, *Seed science and technology*, ed 3th, Chamen & Hall, New York.
4. Direktorat Bina Perbenihan 2007, *Pedoman sertifikasi dan pengawasan peredaran mutu benih*, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura, Jakarta.
5. Hassani, SB, Saboor, A, Radjabian, T & Husseini, HF 2009, 'Effects of temperature, GA₃ and cytokinins on breaking seed dormancy of *ferula assa-foetida*', *Iranian Journal of Science & Technology, Transaction A*, vol. 33, no. A1.
6. Hilman, Y, Rosliani, R & Palupi, ER 2014, 'Pengaruh ketinggian tempat terhadap pembungaan, produksi dan mutu benih botani bawang merah (*true shallot seed*)', *J. Hort.*, vol. 24, no. 2, hlm. 154-61.
7. 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*, vol. 27, pp. 44-9.
8. Putrasamedja, S & Permadi, AH 1994, 'Pembungaan beberapa kultivar bawang merah di dataran tinggi', *Bul Penel Hort.*, vol. 26, no. 4, hlm. 145-50.
9. Rosliani, R, Suwandi & Sumarni, N 2005, 'Pengaruh waktu tanam dan zat pengatur tumbuh mepiquat klorida terhadap pembungaan dan pembentukan bijibawang merah TSS', *J. Hort.*, vol. 15, no. 3, 192-8.
10. Rosliani, R, Palupi, ER & Hilman, Y 2012, 'Penggunaan benzilaminopurine (BA) dan boron untuk meningkatkan produksi dan mutu benih TSS bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) di dataran tinggi', *J. Hort.*, vol. 22, no. 3, hlm. 242-50.
11. Rosliani, R, Palupi, ER & Hilman, Y 2013, 'Pengaruh Benzilaminopurin dan boron terhadap pembungaan, viabilitas serbuk sari, produksi dan mutu benih bawang merah di dataran rendah', *J. Hort.*, vol. 23, no. 4, 339-49.
12. Satjadipura, S 1990, 'Pengaruh vernalisasi terhadap pembungaan bawang merah', *Bul. Penel. Hort.*, vol. XVIII, (EK. no 2), hlm. 61-70.
13. Shivanna, KR & Sawhney, VK 1997, 'Pollen biology and pollen biotechnology: An introduction', in Shivanna, KR & Sawhney, VK (ed.), *Pollen biotechnology for crop production and improvement*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-12.
14. Subbiah, V & Reddy, KJ 2010, 'Interaction between ethylen, abscisic acid and cytokin during germination and seedling establishment in Arabidopsis', *J. Biosci.*, vol. 35, no. 3, pp. 451-458.
15. Werner, T, Motyka, V, Strnad, M & Schmulling, T 2001, 'Regulation of plant by cytokinin', *Plant Biol.*, vol. 98, no. 18, pp. 10487-492.
16. 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. 215-21.