

Peningkatan Produksi dan Mutu Benih Wortel (*Daucus carota*) Varietas Lokal Melalui Pemangkasan Cabang dan Pemupukan Boron (Increasing the Production and Quality of Carrot Seed Local Variety Through Branch Pruning and Boron Fertilization)

Agustina Erlinda Marpaung, Bina Karo, dan Rasiska Tarigan

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Kebun Percobaan Berastagi, Jln. Raya Medan-Berastagi Km. 60, Berastagi, Medan, Indonesia 22156
E-mail : agustinamarpaung@yahoo.com

Diterima: 3 Juli 2015; direvisi: 19 Januari 2017; disetujui: 30 Januari 2017

ABSTRAK. Teknik perbenihan perlu diperhatikan untuk mendapatkan benih wortel bermutu. Hal ini terjadi dikarenakan oleh teknik perbenihan / pemilihan umbella sebagai sumber bibit kurang tepat. Penelitian bertujuan untuk meningkatkan produksi dan mutu benih wortel melalui perlakuan pemangkasan cabang dan pemberian pupuk boron. Penelitian dilakukan pada bulan Januari-Mei 2014 di kebun percobaan Berastagi, dengan ketinggian ± 1.340 m dpl, jenis tanah Andisol. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok faktorial dengan tiga ulangan, di mana faktor 1: teknik pemangkasan (P_0 = tanpa pemangkasan, P_1 = pemangkasan cabang tersier, P_2 = pemangkasan cabang primer dan tersier) dan faktor 2 = dosis pupuk boron ($B_0 = 0$, $B_1 = 5$ kg/ha, $B_2 = 10$ kg/ha, dan $B_3 = 15$ kg/ha). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemangkasan cabang tersier pada perbenihan wortel dapat meningkatkan jumlah cabang sekunder 15,12% – 23,91%, diameter cabang sekunder 17,87% – 19,97%, bobot kotor benih 66,87 – 70,62%, bobot bersih benih 62,85% – 70,62% dan menurunkan persentase benih hampa 32,82% – 44,52%. Pemberian pupuk boron dengan dosis 15 kg/ha dapat meningkatkan jumlah cabang sekunder 60,89%, bobot kotor benih 59,85%, bobot bersih benih 67,68% dan menurunkan persentase benih hampa $\pm 58,32\%$ dibanding tanpa pemberian boron. Persentase tumbuh benih dapat ditingkatkan (49,28% – 51,89%) dengan perlakuan pemangkasan cabang tersier dan pemberian pupuk boron 5–10 kg/ha.

Kata kunci : *Daucus carota*; Pemangkasan cabang; Pupuk boron

ABSTRACT. Seeding techniques need considered to get a quality carrot seeds. This occurs due to the seeding technique/umbella election as seed sources are less precise. This study aims to improve the production and quality of carrot seeds by treatment branch pruning and fertilizer application boron. The study was conducted from January to May 2014 in Berastagi Experimental Gardens, with an altitude of $\pm 1,340$ m asl, Andisol soil type. The design used was a factorial randomized block design with three replications. Factor 1: pruning techniques (P_0 = without pruning, P_1 = pruning tertiary branches, P_2 = pruning primary and tertiary branches) and factor 2 = dose boron fertilizer ($B_0 = 0$, $B_1 = 5$ kg/ha, $B_2 = 10$ kg/ha and $B_3 = 15$ kg/ha). The results show that tertiary branch pruning can increase the number of secondary branches 15.12%–23.91%, the diameter of the secondary branch 17.87%–19.97%, gross weight of seed 66.87%–70.62%, net weight of seed 62.85%–70.62% and reduced the percentage of empty seed 32.82%–44.52%, boron fertilizer with a dose of 15 kg/ha can increase the number of secondary branches of 60.89%, 59.85% seed gross weight, net weight of seeds of 67.68% and reduced the percentage of empty seed $\pm 58.32\%$ than without boron. The percentage of good growing seed can be improved ha (49.28%–51.89%) by tertiary branch pruning and fertilizer application 5 to 10 kg/ha.

Keywords: *Daucus carota*; Branch pruning; Boron fertilizer

Wortel (*Daucus carota*) yang pada awalnya memiliki pertumbuhan bentuk beragam, berasal dari wilayah Eropa dan Asia Barat Daya. Setelah berkembang dan memiliki bentuk relatif seragam, wortel akhirnya menyebar ke seluruh bagian dunia (Banga 1984).

Wortel merupakan salah satu jenis tanaman sayuran yang permintaannya cukup tinggi dan terus meningkat. Permintaan dan harga yang relatif stabil menyebabkan wortel banyak dibudidayakan petani karena memiliki prospek pasar yang baik. Salah satu sentra penanaman wortel adalah Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara. Tabel 1 menunjukkan bahwa luas areal panen dan produksi wortel di Sumatera utara tahun 2010 – 2014 cenderung berfluktuasi. Sementara itu produktivitas wortel di Sumatera Utara (Kabupaten Karo sebagai sentra produksi wortel terbesar) relatif stabil (± 19 ton/ha) dan secara konsisten jauh lebih

tinggi dibanding produktivitas wortel nasional (± 11 ton/ha). Namun demikian, jika dibandingkan dengan produktivitas wortel di negara-negara Eropa yang mencapai 35–60 ton/ha, peluang peningkatan produksi wortel di Kabupaten Karo, Sumatera Utara masih sangat terbuka.

Ketersediaan benih yang bermutu tinggi merupakan salah satu kunci keberhasilan usaha dibidang pertanian. Kualitas benih dipengaruhi oleh faktor lingkungan tumbuh tanaman seperti cahaya (Kantolic & Slafer 2007), zat pengatur tumbuh (ZPT) (Golunggu *et al.* 2007) dan unsur hara (Anetor & Akinrinde 2006).

Upaya peningkatan produksi wortel di Kabupaten Karo dapat ditempuh melalui perbaikan teknik perbenihan untuk menjamin ketersediaan benih wortel bermutu bagi petani. Pengamatan di lapangan masih sering menemukan benih hampa yang sangat berpengaruh terhadap persentasi benih tumbuh. Hal

Tabel 1. Data luas panen, produksi, dan produktivitas wortel di Sumatera Utara dan nasional (Data on harvested area, production, and productivity of carrots in North Sumatera and national)

	2010	2011	2012	2013	2014
Luas panen (ha)	2.296	1.505	1.504	1.958	2.193
Produksi (ton)	44.285	28.180	29.995	37.275	43.456
Produktivitas Sumatera Utara (ton/ha)	19,3	18,7	19,9	19,0	19,8
Produktivitas nasional (ton/ha)	10,6	11,4	11,3	11,6	12,0

Sumber : Kementerian Pertanian (2015)

ini terjadi diduga karena teknik perbenihan atau pemilihan umbella sebagai sumber bibit yang kurang tepat, di mana sebagian petani masih memelihara seluruh umbella (primer, sekunder, dan tersier) untuk menghasilkan benih wortel. Shivanna & Sawhney (1997) menyatakan bahwa peningkatan pembungaan tidak selalu diikuti dengan produksi biji yang tinggi, karena syarat untuk pembentukan biji adalah adanya serbuk sari yang *viable*. Menurut Sumpena & Permadi (1994), benih wortel yang lebih baik dihasilkan dari umbella sekunder. Sementara itu, Hadirochmat (2008) menunjukkan bahwa perlakuan benih induk dengan umbi tidak dipotong dan umbi dipotong 25% serta bunga primer dipotong memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap nisbah pupus akar, bobot biji per tanaman dan per petak, bobot biji 250 butir, uji daya kecambah dan uji vigor benih.

Upaya peningkatan produksi dan kualitas benih juga dapat dilakukan melalui pemberian boron. Dalam banyak kasus, defisiensi boron sedikitnya bertanggung jawab dalam pembentukan bunga steril dan jumlah biji yang rendah (Rawson 1996, Rerkasem *et al.* 1996). Boron berperan sangat penting dalam struktur dan fungsi dinding sel serta membran selular (Cakmak & Roemheld 1997). Meskipun peran langsung boron dalam sporogenesis, perkecambahan, dan pertumbuhan pollen belum dijelaskan (Dell & Huang 1997), namun peran boron dalam dinding sel pollen telah diperkirakan. Pada kasus gandum, defisiensi boron yang mengakibatkan bunga steril, terutama karena ada pollen steril dan jantan steril (Cheng & Rerkasem 1993). Boron membatasi mobilitas floem dalam hasil panen (Brown & Shep 1997), sehingga ketersediaan boron diperlukan untuk pertumbuhan reproduksi yang sehat untuk menghindarkan terjadinya bunga steril.

Pada fase pembungaan, serbuk sari yang *viable* merupakan syarat untuk pembentukan biji dan buah. Viabilitas serbuk sari dan pertumbuhan tabung serbuk sari yang meningkat melalui aplikasi pemupukan boron telah diteliti oleh Blevins & Lukaszewsky (1998) pada komoditas *Medicago sativa*. Garg *et al.* (1979) melaporkan bahwa untuk memperbaiki viabilitas serbuk sari padi dapat digunakan unsur boron. Pada tanaman bawang merah, pemberian boron 4 kg/ha

dapat memperbaiki viabilitas serbuk sari (Rosliani *et al.* 2013).

Pemberian boron menunjukkan respons yang positif terhadap peningkatan produksi biji tanaman tomat dan paprika (Sharma 1995, 1999), terutama pada dosis 1–2 kg/ha. Pada tanaman bawang merah, dosis boron 2,88 kg/ha menghasilkan bobot benih tertinggi dan mutu benih sesuai standardisasi sertifikasi benih (Rosliani *et al.* 2012). Aplikasi boron juga dapat meningkatkan produksi tomat (Meena 2010) dan brokoli (Fieroz *et al.* 2008), terutama dengan pemberian pada dosis 1 – 2 kg/ha.

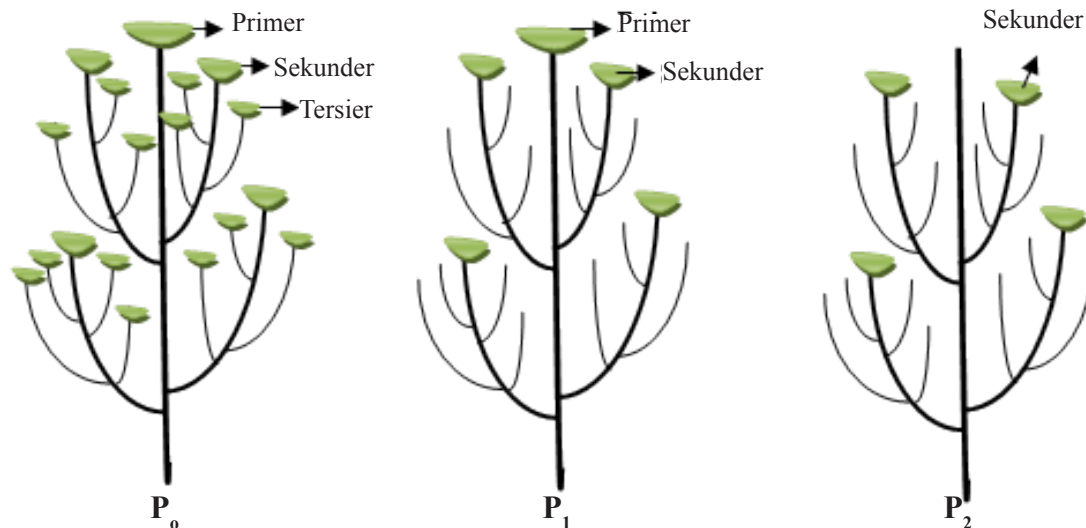
Penelitian bertujuan untuk meningkatkan produksi dan mutu benih wortel melalui perlakuan pemangkasan cabang dan pemberian dosis pupuk boron yang tepat. Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah adanya interaksi positif antara teknik pemangkasan cabang dan dosis pupuk boron untuk meningkatkan produksi dan kualitas benih wortel.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari–Mei 2014 di Kebun Percobaan Berastagi, Kecamatan Dolat Rayat, Kabupaten Karo, dengan ketinggian ± 1.340 m dpl, jenis tanah Andisol. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok pola faktorial dengan dua faktor dan tiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali. Faktor 1: teknik pemangkasan (P_0 = tanpa pemangkasan, P_1 = pemangkasan cabang tersier dan P_2 = pemangkasan cabang primer dan tersier) dan faktor 2 : dosis pupuk boron (B_0 = 0, B_1 = 5 kg/Ha, B_2 = 10 kg/Ha, B_3 = 15 kg/ha). Setiap kombinasi perlakuan terdiri atas 10 tanaman.

Prosedur yang dilakukan adalah membuat petak percobaan dengan ukuran 1,5 m x 1 m. Lubang tanam berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan jarak 30 cm x 90 cm. Jarak antarperlakuan 1,3 m dan jarak antarulangan 1,5 m. Pupuk dasar diberikan ke dalam



Gambar 1. Perlakuan teknik pemangkasan pada perbenihan wortel (*The treatment of brunch pruning techniques on carrot seedling*)

lubang tanam dan kemudian ditutup dengan sedikit tanah. Pilih umbi wortel yang sudah siap panen dengan bobot, diameter, dan panjang umbi yang seragam. Daun wortel dipotong dan ditinggalkan sepanjang 15 cm, kemudian 1/3 bagian ujung/bawah bagian umbi wortel dipotong. Pemeliharaan berupa pemberian pupuk organik 100 g/tanaman dan pupuk anorganik dengan dosis 90 kg/ha N, 135 kg/ha P_2O_5 dan 100 kg/ha K_2O . Pupuk N dan K_2O diberikan dua kali, yaitu satu bulan setelah tanam (BST) dan 2 BST, sedangkan pupuk organik dan pupuk P_2O_5 diberikan seluruhnya pada umur 1 BST. Pemupukan boron dilakukan pada umur 4, 6, 8, dan 10 minggu setelah tanam (MST) dengan dosis sesuai perlakuan yang diuji. Pupuk boron yang digunakan berasal dari pupuk yang mengandung boron 48%. Pengaplikasian pupuk dilakukan dengan cara disiram dengan volume 50 ml/tanaman. Pembumbunan dilakukan pada saat tanaman berumur 1 dan 2 BST. Pemangkasan dilakukan pada saat tanaman berumur 2 – 3 BST pada perlakuan P_1 dan P_2 (bunga tersier sudah muncul). Untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman, dilakukan penyemprotan insektisida berbahan aktif profenofos dengan konsentrasi 0,5 – 1,0 ml/l air dan fungisida Mankozeb atau Difenokonazol 250 g dengan konsentrasi 2 g/l air yang dilakukan sekali seminggu atau tergantung pada tingkat serangan hama/penyakit tanaman di lapangan. Pemanenan benih dilakukan pada umur \pm 3,5–4 BST.

Parameter yang Diamati

Pengamatan Penunjang

- Rerata jumlah cabang primer, sekunder, dan tersier per tanaman
- Rerata diameter cabang primer, sekunder, dan tersier per tanaman

- Rerata bobot kotor dan bersih (dijemur 2 hari dibawah sinar matahari) benih pada cabang primer, sekunder dan tersier per tanaman
- Rerata persentase benih hampa dan yang tumbuh pada cabang primer, sekunder, dan tersier per tanaman
- Data diamati pada saat bunga siap panen.

Pengamatan Utama

- Jumlah cabang sekunder, diamati pada saat panen
- Diameter umbella cabang sekunder, diamati pada saat bunga siap panen
- Bobot kotor dan bersih (dijemur 2 hari di bawah sinar matahari dan benih hampa dibuang) benih dari cabang sekunder per umbella
- Persentase benih hampa cabang sekunder per umbella
- Persentase benih tumbuh cabang sekunder per bobot kotor, persentase 100 benih yang berkecambah per perlakuan dengan cara menanamnya pada kapas basah.

Data yang diamati dianalisis dengan uji F dan dilanjutkan dengan uji beda rerata BNJ pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Penunjang

Tanaman wortel menghasilkan beberapa cabang, yang terdiri dari cabang primer, sekunder, tersier, dan sebagian kecil cabang kwarter. Setiap percabangan

menghasilkan bunga/umbella yang merupakan sumber benih. Ciri-ciri dari masing-masing cabang dapat dilihat pada Tabel 2.

Cabang primer yang dihasilkan sebanyak satu tangkai per tanaman, diameter $\pm 9,43$ cm, bobot kotor benih $\pm 3,46$ g, bobot bersih benih $\pm 2,52$ g, persentase benih hampa $\pm 32,50\%$, dan persentase benih tumbuh $\pm 42\%$. Cabang sekunder yang dihasilkan per tanaman ± 10 tangkai, diameter $\pm 7,95$ cm, bobot kotor benih $\pm 17,51$ g, bobot bersih benih $\pm 16,21$ g, persentase benih hampa $\pm 47,25\%$ dan persentase benih tumbuh $\pm 25\%$. Sementara itu pada cabang tersier diperoleh 21 cabang per tanaman, diameter $\pm 4,19$ cm, bobot kotor benih $\pm 10,54$ g, bobot bersih benih $\pm 0,59$ g, persentase benih hampa $\pm 86,98\%$ dan persentase benih tumbuh $\pm 25\%$.

Data di atas memperlihatkan bahwa pada tanaman wortel dihasilkan cabang tersier yang paling banyak, namun memiliki diameter umbella paling kecil dan persentase benih hampa yang sangat tinggi. Hal ini memperlihatkan bahwa benih yang berasal dari cabang tersier menghasilkan mutu yang kurang baik, sehingga cabang tersebut kurang tepat dipelihara untuk menghasilkan benih.

Pengamatan Utama

Jumlah Cabang Sekunder per Tanaman

Hasil uji F menunjukkan perbedaan nyata untuk interaksi antara perlakuan teknik pemangkasan dan dosis pupuk boron terhadap jumlah umbella cabang sekunder per tanaman (Tabel 3).

Perlakuan pemangkasan cabang memberi pengaruh nyata terhadap jumlah cabang sekunder yang dihasilkan tanaman wortel. Perlakuan tanpa pemangkasan menghasilkan jumlah cabang sekunder yang nyata lebih tinggi melalui penggunaan dosis pupuk boron 0, 5, 15 kg/ha (9,78; 9,28; 9,33 cabang) dibanding dosis 10 kg/ha. Pada perlakuan pemangkasan cabang tersier diperoleh jumlah cabang sekunder yang nyata lebih tinggi melalui perlakuan 5, 10, dan 15 kg/ha (10,89;

12,22; 12,33 cabang) dibanding perlakuan tanpa pupuk boron, sedangkan pada perlakuan pemangkasan cabang primer dan sekunder dihasilkan perlakuan dosis pupuk boron 5 kg/ha nyata lebih tinggi dibanding perlakuan pemberian dosis pupuk boron lainnya, yaitu 11,33 cabang. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah cabang sekunder lebih banyak dijumpai pada perlakuan pemangkasan dibanding tanpa pemangkasan. Diduga ini terjadi karena adanya pengurangan cabang tersier pada perlakuan pemangkasan sehingga cabang yang tertinggal lebih terangsang pertumbuhannya karena seluruh fotosintat lebih terfokus untuk dimanfaatkan (Supema & Permadi 1994).

Perlakuan tanpa pupuk boron dan pemberian boron 5 kg/ha menghasilkan jumlah cabang sekunder nyata lebih tinggi pada perlakuan pemangkasan cabang primer dan tersier dibanding perlakuan tanpa pemangkasan dan pemangkasan cabang tersier, yaitu masing-masing 10,50 cabang berbanding 9,78 cabang, 8,00 cabang, dan 11,33 cabang berbanding 9,28 cabang, 10,89 cabang. Sedangkan pada perlakuan pemberian boron 10–15 kg/ha dihasilkan cabang sekunder yang nyata lebih tinggi pada perlakuan pemangkasan cabang tersier, yaitu 12,22 dan 12,33 cabang. Hal ini memperlihatkan bahwa teknik pemangkasan dan pemberian pupuk boron berperan terhadap peningkatan jumlah cabang sekunder. Pada teknik pemangkasan cabang tersier dengan penggunaan dosis pupuk boron 10–15 kg/ha menghasilkan cabang sekunder yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya, sedangkan pada teknik pemangkasan cabang primer dan tersier dapat menghasilkan cabang sekunder yang lebih tinggi bila disertai penggunaan pupuk boron 5 kg/ha. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan pemangkasan cabang tersier saja, tanaman membutuhkan dosis pupuk boron yang lebih tinggi dibanding dengan pemangkasan cabang primer dan tersier. Hal ini menimbulkan dugaan bahwa kebutuhan unsur hara boron oleh tanaman dalam pembentukan umbela primer dan sekunder lebih besar dibanding hanya pembentukan cabang sekunder saja.

Tabel. 2 Rerata diameter, jumlah, bobot kotor, dan bobot bersih benih pada cabang umbella primer, sekunder dan tersier per tanaman (*The average of diameter, number, gross and net seed weight on umbels primary, secondary, and tertiary branches per plant*)

Kriteria (Criteria)	Primer (Primary)	Sekunder (Secondary)	Tersier (Tertiary)
Jumlah (<i>Number</i>), umbels	1	10	21
Diameter (<i>Diameter</i>), cm	9,43	7,95	4,19
Bobot kotor benih (<i>Gross seed weight</i>), g	3,46	17,51	10,54
Bobot bersih benih (<i>Net seed weight</i>), g	2,52	16,21	0,59
Persentase benih hampa (<i>Empty seed percentage</i>), %	32,50	47,25	86,98
Persentase benih tumbuh (<i>Good seed percentage</i>), %	42	25	15

Tabel 3. Pengaruh interaksi antara teknik pemangkasan dan dosis pupuk boron terhadap jumlah cabang sekunder per tanaman (*The effect of interaction between pruning techniques and dose of boron fertilizer treatments to secondary branch number per plant*)

Teknik pemangkasan (<i>Pruning techniques</i>)	Jumlah cabang sekunder (<i>Secondary branch number</i>), Umbels			
	Dosis pupuk boron (<i>Dose of boron fertilizer</i>) kg/ha			
	0	5	10	15
Tanpa pemangkasan (<i>Without pruning</i>)	9,78 a AB	9,28 a B	4,67 b C	9,33 a B
Pemangkasan cabang tersier (<i>Pruning tertiary branch</i>)	8,00 b B	10,89 a AB	12,22 a A	12,33 a A
Pemangkasan cabang primer dan tersier (<i>Pruning primary and tertiary branches</i>)	10,50 ab A	11,33 a A	8,67 b B	8,44 b B
KK (<i>CV</i>), %	7,68			

Angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ.05 (*Means followed by the same letter on the same column and the same row are not significant different by HSD test at 5% level*)

Diameter Umbella Cabang Sekunder

Perlakuan teknik pemangkasan memberi pengaruh nyata terhadap diameter umbella pada cabang sekunder (Tabel 4).

Perlakuan pemangkasan (P_1 dan P_2) menghasilkan diameter umbella yang nyata lebih tinggi dibanding perlakuan tanpa pemangkasan (P_0), yaitu masing-masing 8,61 cm dan 8,39 cm. Hal ini menunjukkan adanya pemangkasan cabang tertentu dapat meningkatkan diameter umbella yang tinggal, karena unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dapat lebih maksimal didapatkan oleh cabang-cabang tersebut.

Pemupukan boron tidak berpengaruh nyata terhadap diameter umbella, hal ini diduga karena boron lebih berperan terhadap pertumbuhan dalam dinding sel pollen (Dell & Huang 1997) sehingga cenderung lebih mengarah kepada pembentukan benih.

Bobot Kotor dan Bersih Benih pada Cabang Sekunder per Umbella

Perlakuan teknik pemangkasan dan dosis pupuk boron memberi pengaruh nyata terhadap bobot kotor dan bersih benih dari cabang sekunder per umbella (Tabel 5).

Pada perlakuan teknik pemangkasan menunjukkan bahwa perlakuan pemangkasan tersier dan pemangkasan primer dan tersier tidak berbeda nyata dan menghasilkan bobot kotor benih yang nyata lebih tinggi dari perlakuan tanpa pemangkasan, yaitu 25,73 g dan 23,10 g. Pada perlakuan dosis pupuk boron 15 kg/ha secara nyata lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, yaitu 27,90 g berbanding 11,22 g, 22,19 g dan 15,24 g. Sementara itu, diperoleh perlakuan

pemangkasan tersier secara nyata memberikan bobot benih lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, yaitu 17,70 g berbanding 5,20 g dan 15,70 g, sedangkan perlakuan dosis pupuk boron 15 kg/ha menghasilkan bobot bersih benih tertinggi, yaitu 20,27 g.

Pada perlakuan pemangkasan, diduga proses pembentukan benih lebih sempurna sehingga bobot benih yang dihasilkan lebih tinggi. Nutrisi/hara yang dibutuhkan tanaman dapat dimanfaatkan lebih maksimal dibanding tanpa pemangkasan (memiliki cabang tersier yang banyak). Hal ini sesuai dengan pendapat Supema & Permadi (1994), yaitu tanaman yang dipangkas umbella tersiernya walaupun jumlah yang dihasilkannya lebih sedikit dibanding tanpa pemangkasan, tetapi jumlah benih yang dihasilkan tiap umbella dapat lebih banyak.

Pemberian pupuk boron dapat meningkatkan bobot kotor dan bersih benih cabang sekunder per umbella. Hal ini sesuai dengan pendapat Misra & Patil (1987), boron dapat meningkatkan bobot benih dengan merangsang proses-proses fisiologis selama fase reproduksi, terutama proses perkecambahan serbuk sari dan pemanjangan tabung serbuk sari. Boron juga terlibat dalam sistem translokasi karbohidrat dalam tanaman termasuk pengisian biji (Amanullah et al. 2010).

Persentase Benih Hampa dari Cabang Sekunder per Umbella

Perlakuan teknik pemangkasan dan dosis pupuk boron memberi pengaruh yang nyata terhadap persentase benih hampa dari cabang sekunder per umbella (Tabel 6).

Perlakuan tanpa pemangkasan secara nyata menghasilkan persentase benih hampa lebih tinggi

Tanpa Pemangkasan (*Without pruning*)



- Bunga cabang primer
(*Flower of primary branches*)
- Bunga cabang sekunder
(*Flower of secondary branches*)
- Bunga cabang tersier
(*Flower of tertiary branches*)

Pemangkasan cabang tersier (*Pruning of tertiary branch*)



- Bunga cabang primer
(*Flower of primary branches*)
- Bunga cabang sekunder
(*Flower of secondary branches*)

Pemangkasan cabang primer dan tersier (*Pruning of primary and tertiary branch*)



- Bunga cabang sekunder
(*Flower of secondary branches*)

Gambar 2. Pemangkasan cabang pada perbenihan wortel (*Pruning of branches on carrot seeding*)

dibanding perlakuan pemangkasan (P_1 dan P_2), yaitu mencapai 56,53% (persentase benih yang baik berkisar 43,47%). Pada perlakuan pemangkasan diperoleh persentase benih hampa berkisar antara 31,96%–37,97%. Perbedaan persentase benih hampa pada perlakuan teknik pemangkasan diduga dipengaruhi oleh ada tidaknya cabang tersier. Pada perlakuan tanpa pemangkasan terdapat cabang tersier, sedangkan pada perlakuan pemangkasan tidak terdapat cabang tersier. Di mana diduga dengan adanya cabang tersier maka pembagian nutrisi untuk setiap umbella yang terbentuk

semakin sedikit dikarenakan jumlah umbella yang terbentuk banyak sehingga pembentukan benih bernas tidak sempurna dan menghasilkan benih hampa.

Perlakuan tanpa pemupukan boron secara nyata menghasilkan persentase benih hampa tertinggi, yaitu 61,76%. Terdapat kecenderungan pengurangan persentase benih hampa sejalan dengan peningkatan dosis pupuk boron, yaitu berturut-turut 41,36%, 38,96%, dan 24,74%. Hal ini mengindikasikan bahwa pemupukan boron berperan dalam pembentukan benih yang tidak hampa, hal tersebut sesuai dengan pendapat

Tabel 4. Pengaruh teknik pemangkasan dan dosis pupuk boron terhadap diameter umbella cabang sekunder (Effect of pruning techniques and dose of boron fertilizer on umbels diameter of secondary branches)

Perlakuan (Treatments)	Diameter umbella (Umbels diameter), cm
Teknik pemangkasan (Pruning techniques)	
P ₀ = Tanpa pemangkasan (Without pruning)	6,85 b
P ₁ = Pemangkasan cabang tersier (Pruning tertiary branch)	8,39 a
P ₂ = Pemangkasan cabang primer dan tersier (Pruning primary and tertiary branches)	8,61 a
Dosis pupuk boron (Dose of boron fertilizer)	
B ₀ = 0	7,24 a
B ₁ = 5 kg/ha	8,42 a
B ₂ = 10 kg/ha	7,31 a
B ₃ = 15 kg/ha	8,83 a
KK (CV), %	6,65

Angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ.05 (Means followed by the same letter on the same column is not significant different by HSD test at 5% level)

Tabel 5. Pengaruh perlakuan teknik pemangkasan dan dosis pupuk boron terhadap bobot kotor dan bersih benih pada cabang sekunder per umbella (The effect of pruning techniques and dose of boron fertilizer on gross and net seed weight of secondary branches per umbels)

Perlakuan (Treatments)	Bobot kotor (Gross weight), g	Bobot bersih (Net weight), g
Teknik pemangkasan (Pruning techniques)		
P ₀ = Tanpa pemangkasan (Without pruning)	8,58 b	5,20 c
P ₁ = Pemangkasan cabang tersier (Pruning tertiary branch)	25,73 a	17,70 a
P ₂ = Pemangkasan cabang primer dan tersier (Pruning primary and tertiary branches)	23,10 a	15,70 b
Dosis pupuk boron (Dose of boron fertilizer)		
B ₀ = 0	11,22 b	6,55 d
B ₁ = 5 kg/Ha	22,19 ab	13,89 b
B ₂ = 10 kg/Ha	15,24 b	10,75 c
B ₃ = 15 kg/Ha	27,90 a	20,27 a
KK (CV), %	18,02	18,02

Angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ.05 (Means followed by the same letter on the same column is not significant different by HSD test at 5% level)

Brown & Shep (1997), yang menyatakan bahwa ketersediaan boron diperlukan untuk pertumbuhan reproduksi yang sehat untuk menghindari terbentuknya bunga steril.

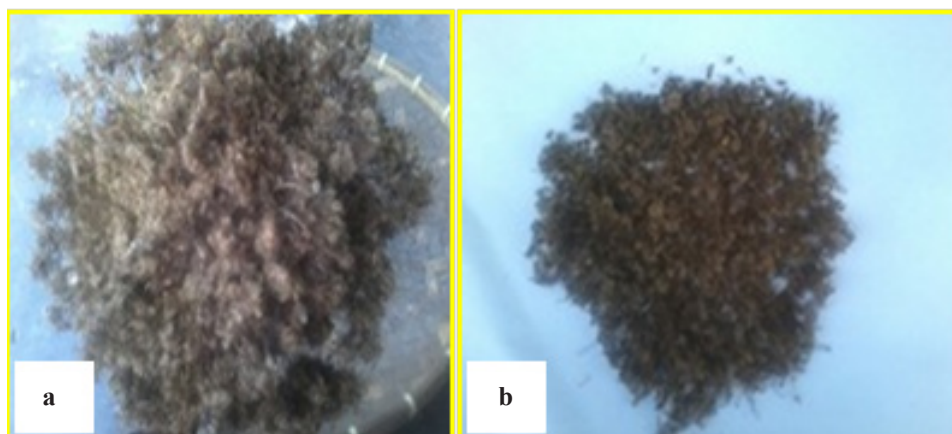
Persentase Benih Tumbuh Cabang Sekunder per Bobot Kotor

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan teknik pemangkasan dan dosis pupuk boron memberi pengaruh nyata terhadap persentase benih tumbuh cabang sekunder per bobot kotor (Tabel 7).

Perlakuan pemangkasan cabang primer dan tersier secara nyata menghasilkan persentase benih tumbuh per berat kotor lebih tinggi (25,67%) dibanding perlakuan tanpa pemangkasan (16,79%) dan pemangkasan tersier (15,37%). Hal ini diduga terjadi karena perlakuan pemangkasan memungkinkan pemanfaatan nutrisi

yang lebih optimal oleh cabang-cabang tersisa untuk pembentukan benih.

Pemberian pupuk boron secara nyata menghasilkan persentase benih tumbuh yang lebih tinggi dibanding tanpa pemberian boron. Persentase tumbuh benih semakin meningkat dengan pemberian pupuk boron 5 kg/ha dan 10 kg/ha, namun menurun kembali pada pemberian 15 kg/ha. Rosliani *et al.* (2012) berpendapat dalam penelitiannya, bahwa konsentrasi boron yang tinggi diduga menimbulkan efek menghambat yang disebabkan karena depresi fisiologis dan kerusakan pada protoplasma. Kerusakan protoplasma diduga karena membran plasma yang rusak menyebabkan aktivitas H⁺-ATP-ase terhambat. Orbemeyer & Blatt *dalam* Wang *et al.* (2003) melaporkan bahwa boron memengaruhi aktivitas H⁺-ATP-ase untuk menginisiasi perkecambahan dan pertumbuhan tabung serbuk sari.



Gambar 3. Produksi benih wortel kotor (a) dan bersih (b) [*Production of gross (a) and net (b) weight of carrot seed*]

Tabel 6. Pengaruh teknik pemangkasan dan dosis pupuk boron terhadap persentase benih hampa cabang sekunder per umbella (*The effect of pruning techniques and dose of boron fertilizer on empty seed percentage of secondary branches per umbels*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Persentase benih hampa (<i>Empty seed percentage</i>), %
Teknik pemangkasan (<i>Pruning techniques</i>)	
P ₀ = Tanpa pemangkasan (<i>Without pruning</i>)	56,53 a
P ₁ = Pemangkasan cabang tersier (<i>Pruning tertiary branch</i>)	37,97 b
P ₂ = Pemangkasan cabang primer dan tersier (<i>Pruning primary and tertiary branches</i>)	31,36 b
Dosis pupuk boron (<i>Dose of boron fertilizer</i>)	
B ₀ = 0	61,76 a
B ₁ = 5 kg/Ha	41,36 b
B ₂ = 10 kg/Ha	38,96 b
B ₃ = 15 kg/Ha	25,74 b
KK (CV), %	17,48

Angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ.05 (*Means followed by the same letter on the same column is not significant different by HSD test at 5% level*)

Tabel 7. Pengaruh teknik pemangkasan dan dosis pupuk boron terhadap persentase benih tumbuh cabang sekunder per umbella (*The effect of pruning techniques and dose of boron fertilizer on seed viability percentage of secondary branches*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Persentase benih tumbuh (<i>Seed viability percentage</i>), %
Teknik pemangkasan (<i>Pruning techniques</i>)	
P ₀ = Tanpa pemangkasan (<i>Without pruning</i>)	15,37 c
P ₁ = Pemangkasan cabang tersier (<i>Pruning tertiary branch</i>)	16,79 b
P ₂ = Pemangkasan cabang primer dan tersier (<i>Pruning primary and tertiary branches</i>)	25,67 a
Dosis pupuk boron (<i>Dose of Boron Fertilizer</i>)	
B ₀ = 0	11,78 c
B ₁ = 5 kg/Ha	24,49 a
B ₂ = 10 kg/Ha	23,23 b
B ₃ = 15 kg/Ha	17,51 c
KK (CV), %	19,42

Angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ.05 (*Means followed by the same letter on the same column is not significant different by HSD test at 5% level*)



Gambar 4. Uji Benih tumbuh (*Seed viability test*)

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemangkasan cabang tersier pada perbenihan wortel dapat meningkatkan jumlah cabang sekunder 15,12% – 23,91%, diameter cabang sekunder 17,87% – 19,97%, bobot kotor benih 66,87% – 70,62%, bobot bersih benih 62,85% – 70,62% dan menurunkan persentase benih hampa 32,82% – 44,52%.

Pemberian pupuk boron dengan dosis 15 kg/ha dapat meningkatkan jumlah cabang sekunder 60,89%, bobot kotor benih 59,85%, bobot bersih benih 67,68% dan menurunkan persentase benih hampa ± 58,32% dibanding tanpa pemberian boron.

Persentase tumbuh benih dapat ditingkatkan (49,28% – 51,89%) dengan perlakuan pemangkasan cabang tersier dan pemberian pupuk boron 5–10 kg/ha.

DAFTAR 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. Anetor, MO & Akinrinde, EA 2006, 'Response of soybean to lime and phosphorus fertilizer treatments on an acidic alfisol of Nigeria', *Pak. J. Nutr.*, vol. 5, pp. 286-93.
3. Banga, O 1984, 'Carrot', in Terhi Suojala, 2000, 'Pre- and postharvest development of carrot yield and quality', University Helsinki, Department of Plant Production, *Section Horticulture Publi.*, vol.37, pp. 8.
4. Blevins, DG & Lukaszewski, KM 1998, 'Boron in plant structure and function', *Annu. Plant. Physiol. Plant Mol. Biol.*, vol. 49, pp. 481-500.
5. Brown PH & Shelp, B.J 1997, 'Boron mobility in plants', *Plant and Soil*, vol. 193, pp. 85-102
6. Cakmak I & Romheld V 1997, 'Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants', *Plant and Soil Journal*, vol. 193, pp. 71-84.

7. Cheng, C & Rerkasem, B 1993, 'Effects of boron on pollen viability in wheat', in Barrow, NJ, (ed.) *Plant nutrition from genetic engineering to field practice*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 405-7.
8. Dell, B & Huang, L 1997, 'Physiological response of plants to low boron' *Plant and Soil*, vol. 193, pp. 103-20.
9. Fieroz, ZA, Jaman, MM, Alam, MS & Alam, MK 2008, 'Effect of boron application and on the yield of different varieties of broccoli in hill valley', *Bangladesh J. Agril. Res.*, vol. 33, no. 3, pp. 655-7.
10. 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.
11. Golunggu, L, Arioglu, H & Arslan, M 2007, 'Effect of some plant growth regulators and nutrient complexes on above ground biomass and seed yield of soybean growth under heat stressed environment', *J. Agron.*, vol. 5, pp. 126-30.
12. Hadirochmat, HN 2008, 'Pengaruh perlakuan benih induk dan macam kultivar terhadap pertumbuhan dan hasil benih wortel', *Jerami*, vol. I, no. 3, hlm. 127-33.
13. Kantolic, AG & Slafer, GA 2007, 'Development and seed number in indeterminate soybean as affected by timing and duration of exposure to long photoperiods after flowering', *Ann. Bot.*, vol. 99, pp. 925-33.
14. Kementerian Pertanian 2015, *Hortikultura*, www.kementan.go.id.
15. Meena, RS 2010, 'Effect of boron on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. pusa ruby grown under semi-arid condition', *Int. J. Chem. Eng. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 167-72.
16. Misra, SM & Patil, BD 1987, 'Effect of boron on seed yield in Lucerne (*Medicago sativa* L.)', *J. Agron. Crop Sci.*, vol. 158, no. 1, pp. 34-7
17. Rawson, HM 1996, 'Parameters likely to be associated with sterility, in Rawson, HM, Subedi, KD (eds.) Sterility in wheat in subtropical Asia: extent, causes and solutions'. *Proceedings of a workshop 18±21 September 1995, Lumle Agricultural Research Centre, Pokhara, Nepal. ACIAR Proceedings*, vol. 72, pp. 13-31.
18. Rerkasem, B & Lordkaew, S 1996, 'Tissue boron', in Rawson, HM, Subedi, KD (eds.) Sterility in wheat in subtropical Asia: extent, causes and solutions', *Proceedings of a workshop 18-21 September 1995, Lumle Agricultural Research Centre, Pokhara, Nepal. ACIAR Proceedings*, vol. 72, pp. 36-8.
19. Rosliani, R, Palupi, ER & Hilman, Y 2012, 'Penggunaan benzil amino purin dan boron untuk meningkatkan produksi dan mutu benih true shallot seed bawang merah (*Allium cepa* var. ascalonicum) di dataran tinggi', *J. Hort.*, vol. 22, no. 3, hlm. 242-50.
20. 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, hlm. 339-49.
21. 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.
22. Sharma, SK 1999, 'Effect of boron and calcium on seed production of bell pepper (*Capsicum annum* L.)', *Veg. Sci.*, vol. 26, pp. 87-8.
23. Shivannah, KR & Sawhnet, VK 1997, *Pollen biotechnology for crop production and improvement*, Cambridge University Press, UK-USA-Australia.

24. Supema, U & Permadi AH 1994, 'Pengaruh pemangkasan ruas batang dan pemangkasan umbella terhadap hasil viabilitas dan vigor benih wortel', *Bul. Penel. Hort.*, vol.27, no. 1, hlm. 156-69.
25. Wang, Q, Lu, L, Wu, X, Li, Y & Lin, J 2003, 'Boron influences pollen germination and pollen tube growth in *Picea meyeri*', *Tree Physio.*, no. 23, pp. 345-51.