

Pengaruh Magnesium, Boron, dan Pupuk Hayati terhadap Produktivitas Cabai serta Serangan Hama dan Penyakit (Effect of Magnesium, Boron, and Biofertilizers on Chili Pepper Productivity and Impact of Pests and Diseases)

Wiwin Setiawati, Ahsol Hasyim, Bagus Kukuh Udiarto, dan Abdi Hudayya

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jln. Tangkuban Parahu, No. 517 Lembang, Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia 40391

E-mail : wsetiawati@yahoo.com

Diterima: 26 Agustus 2019; direvisi: 16 Januari 2020; disetujui: 12 Maret 2020

ABSTRAK. Penggunaan pupuk hayati dan unsur hara makro sekunder seperti magnesium (Mg) dan hara mikro boron (B) diketahui dapat meningkatkan pertumbuhan, kualitas hasil tanaman, meningkatkan unsur hara dalam tanah serta mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Selain itu penggunaan pupuk tersebut dapat mengurangi kebutuhan terhadap pupuk kimia sintetis. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh aplikasi Mg, B, dan kombinasinya dengan pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil panen serta penekanan serangan hama dan penyakit. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, Jawa Barat (1.250 m dpl.) dari bulan Juni 2018 sampai bulan Februari 2019. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok terdiri atas delapan perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan yang diuji adalah aplikasi Mg, B, dan kombinasi dengan pupuk hayati serta teknologi konvensional sebagai pembanding. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman dan luas kanopi), komponen hasil dan hasil serta serangan hama dan penyakit penting yang menyerang tanaman cabai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi Mg, B, dan pupuk hayati yang diaplikasikan sebanyak dua kali pada umur 30 HST dan 45 HST mampu meningkatkan produktivitas cabai sebesar 21,68 ton/ha atau meningkat sebesar 54,53% dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan produktivitas cabai terjadi karena adanya perbaikan dalam komponen hasil seperti jumlah bunga, jumlah buah, panjang, dan bobot buah serta adanya penekanan terhadap serangan hama dan penyakit seperti trips, antraknosa, lalat buah, dan penggerek buah sebesar 18,10% sampai 23,93%.

Kata kunci: *Capsicum annuum*; Unsur hara makro; Pupuk hayati; Produktivitas; Organisme pengganggu tumbuhan

ABSTRACT. The use of biofertilizer and macro and micro nutrients enhanced the growth and development, yield quality of vegetable crops as well as nutrient status of soil to a greater extent and to increased on pests and diseases resistance. Organic sources of nutrients including biofertilizers also economize the use of chemical fertilizers. The objectives of this study were to determine the best combination of Mg, B, and biofertilizer that increase the growth and yield of chili pepper and the impact to pest and diseases on chili pepper. The field experiment was conducted at the experimental field of the Indonesian Vegetable Research Institute, Lembang, West Java from June 2018 to February 2019. The experiment was arranged in a Randomized Block Design with eight treatments and four replicated. The treatments were Mg, B, and their combinations with biofertilizer compared to the conventional technologies as a control. The observations were carried out on the growth parameters (plant height and leaf canopy), yield components, pest and diseases of chili pepper. The results showed that the combinations of Mg, B, and biofertilizer increased the yield of chili up to 21.68 ton/ha or positive interaction beside beneficial agent with Mg, B, and biofertilizer package on 54.53%. Increased productivity of chili occurs because of improvements in yield components such as the number of flowers, number of fruits, fruit length and fruit weight and reduction of pest and disease attacks such as thrips, anthracnose, fruit flies and, fruit borers by 18.10% to 23.93%.

Keywords: *Capsicum annuum*; Micro nutrient; Biofertilizer; Productivity; Pest and diseases

Cabai merah merupakan salah satu komoditas sayuran yang menempati area dengan luasan terbesar di Asia, yaitu sekitar 2,5 juta ha (Ali 2006). Di Indonesia, cabai merah diusahakan pada area seluas 152.000 ha dengan produksi tahunan mendekati 1 juta ton atau sekitar 5 persen dari pasokan global. Konsumsi cabai di Indonesia diperkirakan sebesar 3,06 kg/kapita/tahun dengan rincian cabai besar 1,5 kg/kapita/tahun, cabai hijau 0,24 kg/kapita/tahun dan cabai rawit 1,32 kg/kapita/tahun (Yanuarti & Afsari 2016) sehingga jika jumlah penduduk Indonesia sebanyak 265 juta jiwa dan apabila 20%-nya makan cabai maka pertahunnya dibutuhkan sebanyak 810.900 ton. Prastowo, Yanuarti

& Depari (2008) menyatakan bahwa konsumsi cabai bulanan relatif stabil, sementara tingkat produksi per bulannya sangat fluktuatif terkait dengan faktor musiman, pada periode musim penghujan berpotensi risiko kegagalan panen meningkat sehingga akan terjadi lonjakan harga, sedangkan pada musim panen (*on season*) harga akan turun.

Salah satu kendala yang kerap dihadapi oleh petani dalam budidaya cabai adalah rentannya tanaman terhadap terjadinya gugur bunga dan buah sebelum waktunya. Berdasarkan laporan penelitian Setiadi (2005 dalam Alqamari 2016) tingkat keberhasilan bunga menjadi buah hanya 52,6% artinya dari 500

bunga yang terbentuk hanya 263 bunga yang menjadi buah. Selanjutnya Alqamari (2016) menyatakan bahwa tingkat gugur bunga cabai dapat mencapai 55,5 – 73,50 %. Terjadinya kerontokan bunga dan buah (*blossom drop*) cabai biasanya terjadi pada pergantian musim yang diakibatkan oleh tingginya serangan hama dan penyakit. Selain itu diakibatkan pula oleh kurangnya pollinator dan kandungan nutrisi dalam tanaman.

Ada beberapa jenis nutrisi yang berperan dalam menjaga kekuatan struktur sel atau jaringan tanaman di antaranya adalah magnesium (Mg) dan boron (B) (Zhang *et al.* 2014). Secara umum, Mg dan B berperan penting pada aktivitas fisiologi tanaman seperti fotosintesis dan sintesis hormon, enzim, dan protein (Prabowo & Putra 2014). Asam borat (B) merupakan salah satu unsur hara mikro esensial bagi tanaman karena peranannya dalam perkembangan dan pertumbuhan sel-sel baru di dalam jaringan meristem, pembungaan, dan perkembangan buah (Cikili, Halil & Dursun 2015; Borghi & Fernie 2017)

Menurut Rosliani, Palupi & Hilman (2013) aplikasi asam borat (B) sebanyak 4 kg/ha dapat memperbaiki viabilitas serbuk sari bawang merah. Kekurangan B dapat mengakibatkan tanaman menjadi peka terhadap serangan hama dan penyakit terutama pada bagian buah dan mengakibatkan gugur bunga. Aplikasi B dengan konsentrasi tertentu sebelum fase pembungaan berpengaruh terhadap daya ketahanan bunga dan buah. Selain itu B juga dapat berperan dalam proses metabolisme, pengangkutan gula, dan karbohidrat dalam tanaman (Camacho-Cristóbal *et al.* 2015). Ahmad *et al.* (2012) melaporkan bahwa kekurangan unsur B dapat mengurangi produktivitas pada tanaman kapas, beras, jagung, gandum, dan kedelai. Hasil beberapa penelitian menyimpulkan bahwa pemberian B pada tanaman mampu meningkatkan jumlah bunga pertanaman, persentase pembentukan buah, jumlah buah per tanaman, bobot buah, dan produksi (Meena 2010; Naz *et al.* 2012). Selanjutnya Asgharzade, Valizade & Babaeian (2012) menyatakan bahwa lebih dari 70 pustaka yang melaporkan pengaruh boron terhadap polen, pembuahan, pembentukan buah, dan peningkatan hasil tanaman.

Penambahan Mg pada tanaman cabai merah diketahui dapat meningkatkan *fruit set*. Magnesium yang berasal dari garam Epsom diketahui cepat larut. Beberapa fungsi Mg di antaranya dalam pembentukan klorofil. Selain itu, Mg juga berperan sebagai regulator atau pengatur dalam penyerapan unsur lain seperti P dan K, berperan dalam pembentukan senyawa lemak dan minyak, membantu translokasi pati dan distribusi fosfor di dalam tanaman, serta aktivator berbagai jenis enzim tanaman (Harris, Vanajah & Puvanitha 2018).

Selain Mg dan B, mikroba tanah juga mempunyai peran penting dalam penyediaan dan penyerapan unsur hara serta dalam penekanan hama dan penyakit tanaman sehingga bila salah satu jenis mikroba tersebut tidak berfungsi maka akan terjadi ketimpangan dalam daur unsur hara di dalam tanah (Baquerizo *et al.* 2016). Ketersediaan unsur hara sangat berkaitan dengan aktivitas mikroba yang terlibat di dalamnya.

Pupuk hayati yang sekarang banyak dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas dan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit mengandung berbagai mikroba tanah yang diperlukan tanaman. Hasil penelusuran beberapa pustaka menunjukkan bahwa pupuk hayati dapat meningkatkan ketersediaan hara tanah seperti unsur hara makro dan mikro, pertumbuhan, peningkatan pH tanah, produksi, dan kesehatan tanaman. Bila pupuk hayati digunakan beberapa tahun berturut-turut secara signifikan dapat mengurangi kebutuhan pupuk kimia dan juga penggunaan insektisida dan herbisida. Peran masing-masing unsur tersebut secara tidak langsung saling berinteraksi meningkatkan sifat fisiologi tanaman sehingga selain dapat meningkatkan produktivitas cabai juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit penting pada tanaman cabai merah. Pupuk hayati yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dari serasah/humus bambu sekitar perakaran dan difermentasi selama 14 hari yang diketahui banyak mengandung mikroba dan mampu menstimulasi pertumbuhan dan melindungi sistem perakaran tanaman serta meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit yang pada gilirannya dapat meningkatkan kesehatan tanah, tanaman, pertumbuhan, hasil, dan kualitas tanaman (Bagyalakshmi, Ponmurugan & Balamurugan 2014). Pupuk hayati yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dari serasah/humus bambu sekitar perakaran dan difermentasi selama 14 hari yang diketahui banyak mengandung mikroba dan mampu menstimulasi pertumbuhan dan melindungi sistem perakaran tanaman serta meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit yang pada gilirannya dapat meningkatkan kesehatan tanah, tanaman, pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman (Bagyalakshmi, Ponmurugan & Balamurugan 2014).

Tujuan penelitian adalah mengevaluasi pengaruh aplikasi Mg, B, dan kombinasinya dengan pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil panen serta pengaruhnya terhadap penekanan serangan hama. Hipotesis penelitian adalah campuran Mg, B, dan pupuk hayati dapat meningkatkan hasil cabai merah dan ketahanan tanaman terhadap serangan hama tanaman cabai.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni 2018 sampai bulan Februari 2019 di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang (1.250 m dpl.) dengan jenis tanah Andisol. Bahan yang digunakan adalah pupuk *Epsom salt* ($\text{Mg SO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$), dan asam Borat (H_3BO_3) dan pupuk hayati yang berasal dari serasah di bawah pohon bambu. Varietas cabai yang digunakan adalah Kastilo.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas delapan perlakuan dan ulangan empat kali.

Perlakuan yang diuji adalah sebagai berikut:

- Magnesium (Mg) (1,5 kg/ha)
- Boron (B) (1,5 kg/ha)
- Mg + B (1,5 kg/ha+ 1,5 kg/ha)
- Pupuk hayati (10 ml/l air) + Mg (1,5 kg/l)
- Pupuk hayati (10 ml/l)+ B (1,5 kg/l)
- Pupuk hayati (10 ml/l)+ Mg + B (1,5 kg/ha+ 1,5 kg/ha)
- Pupuk hayati (10 ml/l)
- Teknologi konvensional (tanpa Mg, B, dan pupuk hayati)/kontrol

Magnesium yang digunakan berasal dari *Epsom salt* ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$), dan boron berupa asam borat (H_3BO_3). Pupuk hayati dibuat dari serasah/humus bambu di sekitar perakaran yang difermentasi selama 14 hari. Varietas cabai yang ditanam adalah Kastilo dengan jarak tanam 70 cm x 50 cm. Tiap perlakuan terdiri atas empat bedeng, masing-masing bedeng terdiri atas 50 tanaman. Jumlah tanaman per perlakuan sebanyak 200 tanaman dengan jarak antarbedeng 1 m. Luas lahan penelitian 3.000 m². Sebelum bedengan ditutup dengan mulsa plastik, pupuk kandang kuda dengan dosis 30 ton/ha diaplikasikan pada seluruh petak percobaan. Sebagai pupuk dasar, pupuk NPK (16:16:16) diaplikasikan 7 hari sebelum tanam dengan dosis 500 kg/ha NPK. Pupuk NPK sebagai pupuk susulan diaplikasikan kembali pada saat tanaman berumur 3 minggu setelah tanam (MST) dan seterusnya dengan interval waktu 7 hari dengan cara dilarutkan dalam air. Satu baris tanaman tagetes ditanam di sekeliling pertanaman cabai untuk meningkatkan populasi pollinator. Waktu aplikasi pupuk mikro Mg, B, dan pupuk hayati dilakukan dua kali, yaitu pada saat vegetatif (30 HST) dan pada saat generatif (45 HST) dengan cara disemprotkan pada tanaman (*foliar applications*) insektisida Atecu yang merupakan

fermentasi dari tanaman mimba, kacang babi, dan urine sapi (10 ml/l) dan fungisida (Klorotalonil + Mankozebe) diaplikasikan secara terjadwal dua kali seminggu.

Pengambilan tanaman contoh dilakukan dengan menggunakan metode *U shape* sebanyak 10 tanaman contoh/petak perlakuan. Pengamatan awal dilakukan pada umur 30 HST dengan interval 7 hari. Peubah yang diamati pada tanaman contoh adalah :

- Pertumbuhan tanaman cabai merah (tinggi tanaman dan lebar kanopi). Tinggi tanaman diukur dengan meteran dari permukaan tanah sampai titik tumbuh tertinggi. Lebar kanopi diukur lebar dengan meteran, yaitu dengan menjumlahkan diameter tanaman horizontal dan vertikal dibagi dua.
- Untuk menghitung populasi trips diambil dua daun contoh/tanaman dari bagian atas tanaman cabai yang letaknya berlawanan (Timur – Barat).
- Untuk pengamatan kerusakan tanaman oleh trips dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{\sum n \times v}{N \times Z} \times 100 \%$$

Keterangan:

P= tingkat kerusakan tanaman (dalam %)

Nilai (skor) kerusakan (v) berdasarkan luas daun seluruh tanaman yang terserang, yaitu :

0= tidak ada kerusakan sama sekali

1= luas kerusakan > 0 – ≤ 20% bagian daun terserang

3= luas kerusakan > 20 – ≤ 40% bagian daun yang terserang

5= luas kerusakan > 40 – ≤ 60% bagian daun yang terserang

7= luas kerusakan > 60 – ≤ 80% bagian daun yang terserang

9= luas kerusakan > 80 – ≤ 100% bagian daun yang terserang

n= jumlah tanaman yang memiliki nilai v yang sama

Z= nilai kategori serangan tertinggi

N= jumlah tanaman yang diamati

- Intensitas serangan lalat buah, penggerek buah, dan penyakit antraknosa adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{a}{a + b} \times 100 \%$$

di mana: P = intensitas serangan (%) a = Jumlah bagian tanaman yang terserang/tanaman b = jumlah bagian tanaman sehat/tanaman

5. Pada saat panen dilakukan pengamatan terhadap (a) bobot buah total per petak dan (b) komponen hasil lainnya.

Analisis Statistik

Data peubah pengamatan dianalisis dengan sidik ragam. Jika terdapat perbedaan pengaruh perlakuan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut LSD pada taraf nilai kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman

Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman cabai disajikan pada Tabel 1 dan lebar kanopi cabai merah ditampilkan pada Tabel 2.

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa respon tinggi tanaman cabai merah terhadap berbagai perlakuan belum memberikan pengaruh yang nyata pada pengamatan awal, yaitu pada umur 30 dan 37 HST. Hal ini terlihat dengan hasil analisis data, tidak ada perlakuan yang memberikan hasil beda nyata terhadap tinggi tanaman cabai merah. Pengaruh perlakuan baru terlihat pada pengamatan umur 44 – 72 HST. Perlakuan C (Mg + B) dan F (pupuk hayati + Mg + B) mempunyai tinggi tanaman yang terbaik bila dibandingkan dengan perlakuan Mg, B ataupun pupuk hayati bila diaplikasikan secara tunggal. Diduga aplikasi boron belum optimal karena unsur hara masih tersedia cukup untuk mendukung pertumbuhan awal tanaman. Boron

akan bekerja optimal ketika unsur hara mulai berkurang untuk membantu akar menyerap unsur hara. Menurut Matas, Gonzales-Fontes & Camacho (2009), aplikasi B mampu meningkatkan tingkat penyerapan hara oleh tanaman, namun ketika ketersediaan nutrisi kurang maka hara yang terserap menjadi terbatas. Hal tersebut kemungkinan yang menjadi penyebab mengapa pertumbuhan tanaman tidak terlihat dipengaruhi secara nyata oleh aplikasi dari B.

Tinggi tanaman cabai merah (72 HST) pada perlakuan perpaduan penggunaan Mg dan B mencapai 49,75 cm dan 49,80 cm serta menunjukkan perbedaan nyata bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Penambahan pupuk hayati + Mg + B dapat menambah unsur hara dalam tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara optimal. Harris & Puvanitha (2017) melaporkan bahwa, B mempunyai peran dalam transportasi karbohidrat hasil dari fotosintesis. Karbohidrat terlibat pada penyimpanan dan pemakaian energi yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman sehingga dengan pemberian unsur B dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Selanjutnya Harris, Vanajah & Puvanitha (2018) melaporkan bahwa penambahan pupuk Mg memberikan kontribusi dalam fotosintesis yang bertindak sebagai pembawa fosfor sehingga dapat meningkatkan serapan hara, sintesis gula, dan translokasi pati. Hasil yang sama dilaporkan oleh Fakir, Rahmna & Jiharuddin (2016) pada tanaman gandum, Haleema, Rab & Hussain (2018) dan Basavarajeshwari *et al.* (2008) pada tanaman tomat, serta Shnain, Prasad & Saravanan (2014) pada tanaman cabai.

Pada pengamatan selanjutnya, semua perlakuan yang diuji tidak menunjukkan perbedaan yang nyata

Tabel 1. Rata - rata tinggi tanaman cabai merah pada tiap perlakuan (*The average of plant height on chili pepper at different treatments*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Tinggi tanaman pada umur (cm) (<i>Plant height</i>), HST (<i>DAP</i>)									
	30	37	44	51	58	65	72	79	86	93
A	7,04 a	9,32 a	12,09 ab	23,17 b	31,34 a	38,70 b	42,53 b	50,91 a	55,90 a	61,00 a
B	7,44 a	9,41 a	11,88 ab	23,05 b	30,48 a	39,86 ab	46,84 ab	50,53 a	55,21 a	60,29 a
C	7,23 a	9,04 a	12,65 a	25,79 ab	34,28 a	41,66 ab	49,75 a	53,40 a	55,49 a	61,95 a
D	6,96 a	9,09 a	12,34 a	23,85 ab	33,03 a	41,21 ab	42,70 b	49,74 a	55,40 a	61,39 a
E	7,43 a	9,66 a	11,96 ab	25,99 ab	33,49 a	42,03 ab	42,71 b	51,94 a	57,66 a	61,19 a
F	7,25 a	10,20 a	12,21 a	26,95 a	33,81 a	41,88 ab	49,89 a	54,46 a	53,34 a	61,81 a
G	7,56 a	9,56 a	11,03 b	25,28 ab	33,45 a	43,49 a	43,16 b	52,46 a	57,33 a	61,36 a
H	7,19 a	9,14 a	12,24 a	24,16 ab	31,95 a	41,63 ab	44,90 ab	51,06 a	55,01 a	58,58 a
LSD 5%	1,26	1,58	1,10	3,61	4,08	4,03	6,50	5,45	4,33	4,02

HST = hari setelah tanam (*DAP* = *days after planting*)

Angka rata - rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing – masing pengamatan tidak berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5% (*Mean followed by the same letters in each observation are not significantly different according to LSD at 5%*),

A. Mg (magnesium) (1,5 kg/ha); B. (boron) (1,5 kg/ha); C. Mg + B (1,5 kg/ha+ 1,5 kg/ha); D. pupuk hayati (10 ml/l air) + Mg (1,5 kg/l); E. pupuk hayati (10 ml/l)+ B (1,5 kg/l); F. pupuk hayati (10 ml/l)+ Mg + B (1,5 kg/ha+ 1,5 kg/ha); G. pupuk hayati (10 ml/l); H. teknologi konvensional (tanpa Mg, B, dan pupuk hayati)/kontrol

bila dibandingkan dengan kontrol/pembanding. Hal ini kemungkinan disebabkan faktor kurangnya air yang terjadi pada umur 79 – 103 HST yang menyebabkan tanaman cabai terganggu efektivitas serapan haranya sehingga kondisi morfologi terutama tinggi tanaman menjadi tidak optimal. Hal ini didukung dengan pendapat Bellaloui (2011) yang menyatakan bahwa pemberian B tidak berpengaruh nyata dalam kondisi kurang air karena B menjadi tidak terserap secara optimal sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman menjadi terhambat. Wigena *et al.* (2006) menjelaskan bahwa unsur hara akan lebih mudah terlarut pada musim hujan dibandingkan saat musim kemarau karena tanaman pada kondisi curah hujan yang cukup akan menyerap air sekaligus unsur hara melalui akar yang selanjutnya digunakan untuk melakukan aktivitas metabolisme dan pertumbuhan jaringan tanaman.

Hasil pengamatan terhadap lebar kanopi tanaman cabai ditampilkan pada Tabel 2.

Pengaruh perlakuan terhadap lebar kanopi cabai merah baru terlihat pada pengamatan 58 – 93 HST. Dapat dilihat bahwa perpaduan pupuk hayati + Mg + B (C dan F) memiliki kanopi tanaman paling lebar dibandingkan dengan perlakuan lainnya, meskipun tidak menunjukkan perbedaan nyata. Pada umur 93 HST kanopi terlebar ada pada perlakuan C (Mg + B) dan perlakuan F (pupuk hayati + Mg + B) masing-masing sebesar 71,97 cm dan 72,02 cm. Howladar *et al.* (2014) menyatakan bahwa penambahan pupuk hayati dan Mg mampu meningkatkan lebar kanopi pada tanaman *Pisum sativum*. Magnesium mempunyai peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan memperbaiki arsitektur tanaman.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Komponen Hasil Cabai Merah

Perlakuan campuran antara Mg dan B baik yang ditambah pupuk hayati maupun yang tanpa pupuk hayati memberikan hasil yang terbaik dari semua komponen hasil yang diamati seperti jumlah bunga, jumlah buah, jumlah cabang, panjang buah, bobot buah, diameter buah dibandingkan dengan aplikasi secara tunggal (Tabel 3). Hal ini disebabkan karena adanya kontribusi dalam metabolisme hormonal dan adanya peningkatan pembelahan sel (Harris & Puvanitha 2017).

Peningkatan jumlah bunga dan buah mencapai 18,80% terjadi pada perlakuan Mg + B + pupuk hayati (F), diikuti oleh perlakuan Mg + B (C) sebesar 11,06%, penggunaan pupuk hayati secara tunggal mampu meningkatkan jumlah bunga dan buah sebesar 7,95%. Peningkatan hasil bunga dan buah terkecil terjadi pada perlakuan Mg masing – masing sebesar 2,36% (A) dan 4,88% (D), diikuti oleh perlakuan B masing – masing sebesar 6,84% (E) dan 5,72% (B). Peningkatan jumlah bunga dan buah kemungkinan disebabkan adanya penambahan unsur Mg dan B dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman dan jumlah cabang yang pada gilirannya akan memacu pertumbuhan ruas dan bunga cabai. Basavarajeshwari *et al.* (2008); Bellaloui (2011); Keshavarz *et al.* (2011); dan Hada *et al.* (2014) menyatakan bahwa aplikasi B mampu meningkatkan jumlah bunga dan bobot buah. Hada *et al.* (2014) menyatakan bahwa aplikasi B mampu mengurangi rontok bunga/buah sebesar 42,86%. Hal ini disebabkan B mempunyai peran yang penting dalam translokasi karbohidrat, sintesis auksin, meningkatkan viabilitas

Tabel 2. Rata - rata lebar kanopi tanaman cabai merah pada tiap perlakuan (*The average of canopy width on chili pepper at different treatments*)

Perlakuan (Treatments)	Lebar kanopi pada umur (cm) (<i>Canopy width</i>), HST (DAP)									
	30	37	44	51	58	65	72	79	86	93
A	7,93 a	12,08 a	17,15 a	25,45 a	34,78 ab	46,63 ab	50,15 b	63,93 ab	66,93 a	69,63 ab
B	8,88 a	12,33 a	16,92 a	23,95 a	33,08 b	44,50 b	52,55 ab	64,93 ab	66,55 a	68,25 ab
C	8,67 a	10,80 a	17,23 a	26,10 a	36,67 a	48,90 a	54,45 a	67,03 a	68,20 a	71,97 a
D	8,85 a	11,88 a	17,18 a	30,64 a	34,88 ab	45,90 ab	51,55 ab	62,95 ab	66,60 a	70,45 ab
E	8,88 a	12,35 a	18,40 a	26,28 a	36,13 ab	46,30 ab	53,43 ab	62,73 b	64,93 a	67,20 b
F	8,68 a	11,65 a	17,13 a	23,95 a	36,65 ab	48,93 a	55,85 a	67,15 a	68,80 a	72,02 a
G	9,13 a	11,90 a	16,95 a	26,03 a	34,95 ab	48,90 a	53,15 ab	63,08 ab	66,45 a	69,68 ab
H	8,38 a	11,20 a	16,70 a	24,55 a	35,55 ab	46,55 ab	54,25 ab	64,80 ab	67,22 a	69,60 ab
LSD 5%	1,23	1,63	2,05	7,41	3,57	3,79	4,14	4,22	5,32	4,67

HST = hari setelah tanam (DAP= *days after planting*)

Angka rata – rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing – masing pengamatan tidak berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5% (*Mean followed by the same letters in each observation are not significantly different according to LSD at 5%*)

A. Mg (Magnesium) (1,5 kg/ha); B. (Boron) (1,5 kg/ha); C. Mg + B (1,5 kg/ha+ 1.5 kg/ha); D.pupuk hayati (10 ml/l air) + Mg (1,5 kg/l); E. pupuk hayati (10 ml/l)+ B (1,5 kg/l); F. pupuk hayati (10 ml/l)+ Mg + B (1,5 kg/ha+ 1,5 kg/ha); G.pupuk hayati (10 ml/l); H.teknologi konvensional (tanpa Mg, B dan pupuk hayati)/kontrol

serbuk sari dan dapat menghindari terbentuknya bunga steril (Marpaung, Bina Karo & Tarigan 2017).

Hasil temuan Gerendás & Führs (2013) menunjukkan bahwa Mg dan B berperan penting pada aktivitas fisiologi tanaman seperti fotosintesis dan sintesis hormon, enzim, dan protein sehingga mampu memacu proses generatif tanaman. Proses metabolisme yang tinggi akan menghasilkan jumlah bunga yang banyak. Meningkatnya asimilat bunga akan mengurangi terjadinya kerontokan dan proses pembelahan sel berlangsung aktif sehingga potensi hasil meningkat. Selanjutnya Keshavarz *et al.* (2011) menyatakan bahwa B mempunyai pengaruh sinergisme bila ditambah dengan unsur lain seperti Zn. Menurut Asgharzade, Valizade & Babaeian (2012) aplikasi unsur B (boron) pada awal pertumbuhan

dapat membantu pertumbuhan kuncup bunga dan polen, sedangkan aplikasi pada saat berbunga dapat meningkatkan jumlah buah dan hasil, sedangkan pada tanaman apel diperlukan tiga kali aplikasi, yaitu pada saat berbunga, pembentukan buah dan 4 minggu setelah berbuah. Selain itu konsentrasi yang tepat sangat menentukan keberhasilan aplikasi B.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Hasil Panen Cabai Merah

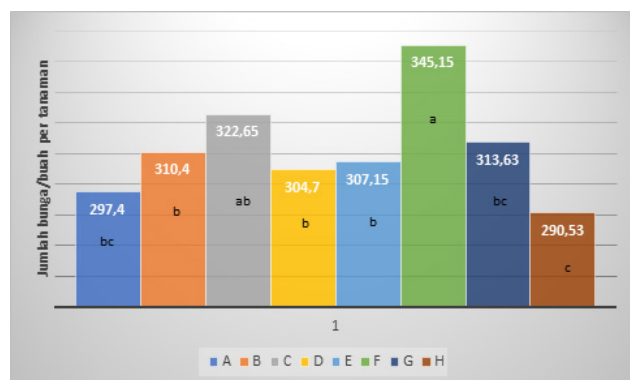
Hasil panen cabai merah dan peningkatan hasil panen ditampilkan pada Gambar 3. Hasil panen tertinggi dicapai oleh perlakuan F (kombinasi pupuk hayati + Mg + B) sebesar 21,68 ton/ha atau meningkat sebesar 54,53% diikuti oleh perlakuan C (Mg + B) sebesar 18,23 ton/ha atau meningkat sebesar 29,94%. Hasil terendah dicapai oleh perlakuan A (Mg)

Tabel 3. Komponen hasil cabai merah (*Component of yield on chili pepper*)

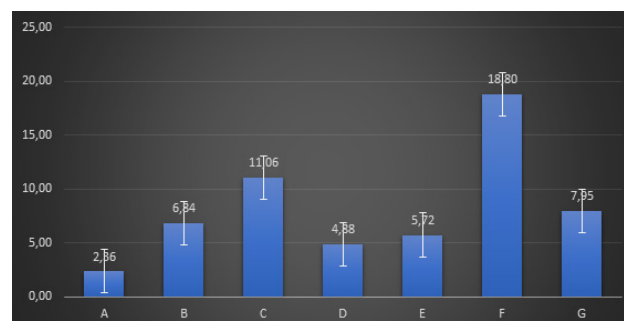
Perlakuan (Treatments)	Rata - rata jumlah bunga pertanaman (No of flowers per plant)	Rata - rata jumlah buah pertanaman (No of fruits per plant)	Jumlah cabang (No of branches)	Panjang buah (Fruit length) cm	Bobot buah (Weight of fruits) g	Diameter buah (Diameter of fruits) cm
Mg (1,5 kg/ha)	154,25 b	156,15 ab	7,56 c	15,59 b	5,43 ab	0,87 a
B (1,5 kg/ha)	152,48 b	144,93 bc	8,50 ab	15,52 b	5,74 ab	0,87 a
Mg + B (1,5 kg/ha+1,5 kg/ha)	157,78 b	164,88 a	8,56 ab	15,08 b	5,65 ab	0,91 a
Pupuk hayati (10 ml/l) + Mg (1,5 kg/ha)	149,30 b	155,40 ab	8,11 abc	15,40 b	5,55 ab	0,90 a
Pupuk hayati (10 ml/l) + B (1,5 kg/ha)	152,78 b	154,38 abc	8,60 a	15,20 b	5,30 ab	0,88 a
Pupuk hayati (10 ml/l) + Mg + B (1,5 kg/ha+1,5 kg/ha)	180,28 a	164,88 a	8,62 a	16,71 a	6,28 a	0,90 a
Pupuk hayati (10 ml/l)	156,80 b	156,82 ab	7,84 bc	15,21 b	5,54 ab	0,88 a
Teknologi konvensional	143,65 c	146,88 c	8,06 abc	15,13 b	4,83 b	0,90 a
LSD 5%	15,32	17,90	0,76	0,73	1,28	0,05

HST = hari setelah tanam (*DAP= days after planting*)

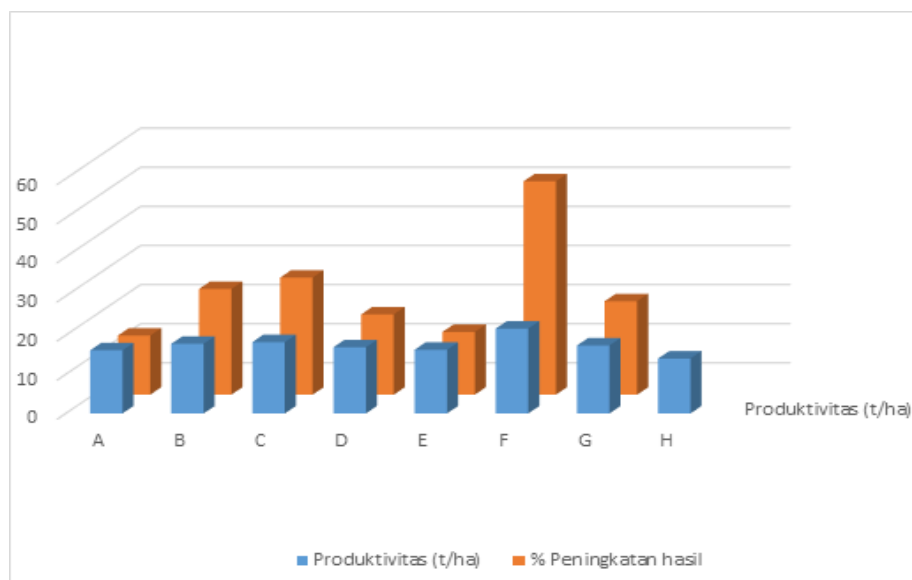
Angka rata - rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing - masing pengamatan tidak berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5% (*Mean followed by the same letters in each observation are not significantly different according to LSD at 5%*)



Gambar 1. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah bunga dan buah cabai (*The effect of treatments on number of flowers and fruit of chili*)



Gambar 2. Pengaruh perlakuan terhadap peningkatan jumlah bunga dan buah cabai (*The effect of treatment on increasing of flowers and fruits of chili*)



Gambar 3. Hasil panen cabai merah dan peningkatan hasil cabai (*Yield and increasing yield of chili pepper*)

sebesar 16,15 ton/ha atau hanya sebesar 15,11% bila dibandingkan dengan kontrol yang hanya mampu menghasilkan produktivitas sebesar 14,03%. Dari berbagai hasil penelitian diketahui bahwa pemberian unsur B dan S mampu meningkatkan hasil kentang sampai dengan 1,78–6,0 kali (Muthanna *et al.* 2017), Biswas *et al.* (2013) menyatakan bahwa aplikasi Mg mampu meningkatkan produktivitas padi sebesar 6,4 – 17% dan 39,61% pada tanaman gandum yang diaplikasi dengan B (1,5 kg/ha) (Fakir, Rahman & Jiharuddin 2016). Selanjutnya Liew *et al.* (2012) menyatakan bahwa aplikasi B + Cu mampu meningkatkan produktivitas padi sebesar 27%, sedangkan Harris & Puvanitha (2017) menyatakan bahwa aplikasi B + Cu mampu meningkatkan produktivitas tomat sebesar 7,3%.

Magnesium merupakan salah satu unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman. Magnesium dapat ditemukan diseluruh bagian tanaman terutama pada daun, karena Mg merupakan unsur utama penyusun klorofil. Magnesium sangat penting untuk perkecambahan biji dan produksi klorofil, buah, dan kacang. Magnesium membantu menguatkan dinding sel dan meningkatkan serapan nitrogen, fosfor, dan sulfur tanaman (Biswas *et al.* 2013). Aplikasi Mg dapat meningkatkan produktivitas kentang, tomat, dan kubis (Gerendás & Führes 2013). Christian, Putra & Subandiyah (2016) menyatakan bahwa kandungan B dan Mg meningkat seiring dengan aplikasi agensia bermanfaat seperti *Trichoderma* sp. dan mikoriza.

Dari semua parameter yang diamati dapat dilihat bahwa penambahan pupuk hayati terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil cabai. Dari hasil uji kandungan pupuk hayati terdapat beberapa

mikroorganisme berguna yang terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Beberapa pustaka menyatakan bahwa bakteri *Pseudomonas* sp. dan *Azospirillum* sp. mampu untuk melindungi akar dari infeksi patogen tanah dengan cara mengkolonisasi permukaan akar, menghasilkan senyawa kimia seperti antijamur dan antibiotik serta kompetisi dalam penyerapan kation Fe. Bakteri ini juga menghasilkan fitohormon dalam jumlah yang besar khususnya IAA untuk merangsang pertumbuhan dan pemanjangan batang pada tanaman, sedangkan bakteri *Bacillus* sp. akan menghasilkan antibiotik dan dapat digunakan sebagai agens hayati terutama untuk penyakit layu bakteri. *Trichoderma* sp. juga dapat memperbaiki struktur tanah, memperbaiki daya ikat tanah dan daya ikat air, meningkatkan ketersediaan unsur hara, biodekomposer, mengikat besi, dan membantu proses pelapukan bahan mineral. Keberadaan pupuk hayati ini selain dapat bersinergi dengan unsur Mg dan B juga secara langsung dapat meningkatkan kesuburan tanah, tetapi menjadi sangat penting dalam upaya memperbaiki kesuburan tanah sehingga dalam jangka panjang dapat meningkatkan produksi tanaman secara berkelanjutan.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Serangan OPT Penting Cabai Merah

Hasil pengamatan terhadap serangan OPT penting yang menyerang cabai selama penelitian berlangsung disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 4. Terdapat empat OPT penting yang menyerang tanaman cabai, yaitu trips, penyakit antraknosa, lalat buah, dan penggerek buah. Secara umum, semua perlakuan yang diuji memberikan pengaruh dalam menekan serangan keempat OPT cabai. Namun demikian, aplikasi B + Mg

tanpa dan dengan pupuk hayati memberikan respon yang positif terhadap penekanan hama lalat buah dan penggerek buah dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan tingkat efikasi masing – masing sebesar 18,10% dan 23,93%. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya perubahan peran masing-masing unsur tersebut secara tidak langsung saling berinteraksi sehingga selain dapat meningkatkan produktivitas cabai juga dapat mengurangi serangan hama terutama lalat buah (*Bactrocera* sp.) dan penggerek buah (*H. armigera*).

Hasil serupa dilaporkan oleh Satpathy *et al.* (2012), aplikasi B dapat menekan serangan penggerek buah (*Leucinodes orbonalis* Gue.) pada tanaman terung.

Menurut Wirawan, Putra & Yudoyono (2016) Mg dan B merupakan hara mineral yang banyak berperan dalam penguatan sel dan jaringan tanaman. Satpathy *et al.* (2012) melaporkan bahwa selain sebagai nutrisi mikro, B juga efektif untuk mengendalikan serangga hama dari Ordo Hymenoptera, Diptera, Isoptera, dan Lepidoptera. Tanaman padi yang disemprot dengan B akan meningkatkan ketahanan terhadap serangga Lepidoptera, karena B dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap hama.

Selanjutnya Habes *et al.* (2006) melaporkan bahwa B dapat menginduksi aktivitas S-transferase glutathione dan menghambat aktivitas asetilkolinesterase pada serangga *Blattella germanica* (L.) (Blattaria:

Tabel 4. Kandungan mikroorganisme yang terdapat pada pupuk hayati yang digunakan (*Microorganisms content found in the biological fertilizer used*)

Parameter (<i>Parameter</i>)	Satuan (<i>Unit</i>)	Standar mutu (<i>Quality standards</i>) *	Hasil analisis sampel (<i>Results of sample analysis</i>) **
Bakteri heterotrof aerob	Cfu/ml	$\geq 10^7$	$1,47 \times 10^{10}$
Azotobacter	Cfu/ml	$\geq 10^7$	$1,58 \times 10^9$
Pseudomonas	Cfu/ml	$\geq 10^7$	$2,09 \times 10^9$
Bacillus	Cfu/ml	$\geq 10^7$	$1,10 \times 10^3$
Lactobacillus	Cfu/ml	$\geq 10^7$	$5,80 \times 10^8$
Bakteri penambat N	Cfu/ml	$\geq 10^7$	$1,73 \times 10^9$
Bakteri penambat P	Cfu/ml	$\geq 10^7$	$1,52 \times 10^5$
Bakteri selulolitik	Cfu/ml	$\geq 10^7$	$1,10 \times 10^3$
Saccharomyces	Propagul/ml	$\geq 10^5$	$1,58 \times 10^9$
Aktifitas Penambat N	-	Positif	Positif
Aktifitas Penambat P	-	Positif	Negatif
Aktifitas perombakan bahan	-	Positif	Positif
Fungi	Propagul/ml	$\geq 10^4$	$5,82 \times 10^6$
Trichoderma	Propagul/ml	$\geq 10^4$	$4,50 \times 10^5$
Aspergillus	Propagul/ml	$\geq 10^4$	$1,10 \times 10^3$

* Standar Mutu Permentan No.70/SR 140/10/2011)

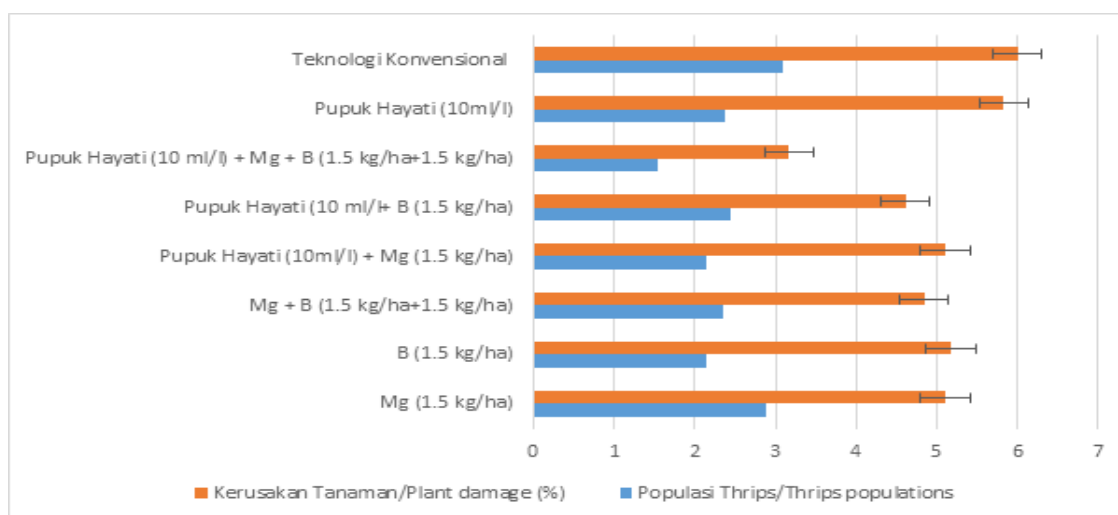
**Laboratorium Penguji Balai Penelitian Tanah, Bogor 2018

Tabel 5. Pengaruh perlakuan terhadap serangan OPT penting pada buah cabai (*The effect of treatments on fruit infestation by important pest and diseases of chili*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Buah terserang antraknosa (<i>Fruit damage by anthracnose</i>), %	Buah terserang lalat buah (<i>Fruit damage by Bactrocera</i> sp.), %	Buah terserang penggerek buah (<i>Fruit damage by H. armigera</i>), %
Mg (1,5 kg/ha)	7,51 a	18,22 ab	4,97 a
B (1,5 kg/ha)	7,51 a	19,03 a	5,60 a
Mg + B (1,5 kg/ha+1,5 kg/ha)	6,84 a	14,94 b	5,52 a
Pupuk hayati (10 ml/l) + Mg (1,5 kg/ha)	8,17 a	19,37 a	5,05 a
Pupuk hayati (10 ml/l) + B (1,5 kg/ha)	6,64 a	18,92 a	5,50 a
Pupuk hayati (10 ml/l) + Mg + B (1,5 kg/ha+1,5 kg/ha)	6,43 a	14,95 b	3,21 b
Pupuk hayati (10 ml/l)	6,47 a	18,31 ab	5,46 a
Teknologi konvensional	7,19 a	18,24 ab	4,22 ab
LSD 5%	1,89	3,41	1,61

HST = hari setelah tanam (*DAP= days after planting*), KK (*CV*) = 4,51%

Angka rata - rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing - masing pengamatan tidak berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5% (*Means followed by the same letters in each observation are not significantly different according to LSD at 5%*)



Gambar 4. Pengaruh perlakuan terhadap serangan trips (*The effect of treatments on thrips infestations*)

Blattellidae). Selain itu penambahan pupuk hayati juga mempunyai interaksi sinergis sehingga juga berdampak pada peningkatan ketahanan tanaman dengan cara meningkatkan aktivitas meristematik organ daun yang diindikasikan dari ketercukupan unsur Mg di dalam buah. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Liew *et al.* (2012) menunjukkan bahwa kombinasi B + Cu dapat mengurangi serangan penyakit yang diakibatkan cendawan pada tanaman padi sebesar 5%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kombinasi campuran/gabungan Mg, B, dan pupuk hayati yang diaplikasikan sebanyak dua kali semasa musim tanam cabai mampu meningkatkan produktivitas sebesar 21,68 ton/ha atau meningkat sebesar 54,53%. Peningkatan produktivitas cabai terjadi karena adanya perbaikan dalam komponen hasil seperti jumlah bunga, jumlah buah, panjang buah, dan bobot buah serta pengurangan serangan hama dan penyakit seperti trips, penyakit antraknosa, lalat buah, dan penggerek buah sebesar 18,10% sampai 23,93%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, W, Zia, MH, Malhi, SS, Niaz, A & Saifullah 2012, 'Boron deficiency in soils and crops: a review. In: Goyal A, ed. *Crop Plant*. InTech, 77–114.
- Ali, M 2006, 'Chili (*Capsicum* spp.) food chain analysis setting research priorititis in Asia. Taiwan- AVRDC, The World Vegetable Center, *Technical Bulletin* no. 38, AVRDC Publication 06-678, 253 pp.
- Alqamari, M 2016, 'Pertumbuhan dan hasil 3 varietas cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dengan aplikasi kalium sulfat', *Jurnal Pertanian Tropik*, ISSN Online No : 2356 4725, vol. 3, no. 3, (28), pp. 249–255.
- Asgharzade, A, Valizade, GA & Babaeian, M 2012, 'Investigating the effect of boron spray on yield nutrient content, texture and brix index of apple (*Sheikh Amir Variety*) in Shirvan region', *African Journal of Microbiology Research*, vol. 6, no. 1, pp. 2682–2685.
- Bagyalakshmi, B, Ponnurugan, P & Balamurugan, A 2014, 'Studies on nutrient solubilization, biocontrol and plant growth promoting traits of *Burkholderia cepacia* from tea soil', *Journal of Plantation Crops*, vol. 42, no.3, pp. 316-322.
- Basavarajeshwari, CP, Hosamni, RM, Ajjappalavara, PS, Naik, BH & Smitha, RPU 2008, 'Effect of foliar application of micronutrients on growth, yield components of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)', *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, vol. 21, no. 3, pp. 428-430.
- Baquerizo, MD, Grinyer, J, Reich, PB & Singh, BK 2016, 'Relative importance of soil properties and microbial community for soil functionality: insights from a microbial swap experiment', *Functional Ecology*, pp. 1–12.
- Bellaloui, N 2011, 'Effect of water stress and foliar boron application on seed protein, oil, fatty acids, and nitrogen metabolism in soybean', *American Journal of Plant Sciences*, vol. 2, pp. 692–701.
- Biswas, B, Dey, D, Pal, S & Kole, N 2013, 'Integrative effect of magnesium sulphate on the growth of flowers and grain yield of paddy: a chemist's perspective', *Rasayan J. Chem.*, vol. 6, no. 4, pp. 300–302.
- Borghi, M & Fernie, AR 2017, 'Floral metabolism of sugars and amino acids: implications for pollinators' preferences and seed and fruitset', *Plant Physiology*, vol. 175, no. 4, pp. 1510–1524.
- Camacho-Cristóbal, JJ, Martín-Rejano, EM, Herrera-Rodríguez, MB, Navarro-Gochicoa, MT, Rexach, J & González-Fontes, A 2015, 'Boron deficiency inhibits root cell elongation via an ethylene/auxin/ROS-dependent pathway in *Arabidopsis* seedlings', *Journal of Experimental Botany*, vol. 66, no. 13, pp. 3831–3840.
- Christian, R, Putra, ETS & Subandiyah, S 2016, 'Pengaruh agensi bermanfaat dan paket pemupukan magnesium, boron dan silikon terhadap hasil dan kualitas buah pisang Mas (*Musa acuminata* L.)', *Vegetalika*, vol. 5, no. 4, pp. 37–49.
- Cikili, Y, Halil, S & Dursun, S 2015, 'Mutual effects of boron and zinc on peanut (*Arachis hypogaea* L.) growth and mineral nutrition', *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, vol. 46, pp. 641–651.

14. Fakir, OA, Rahman, MA & Jahiruddin, M 2016,' Effects of foliar application of boron (B) on the grain set and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.)', *American Journal of Experimental Agriculture*, vol. 12, no. 2, pp. 1–8.
15. Gerendás, J & Führes, H 2013,' The significance of magnesium for crop quality', *Plant Soil*, no. 368, pp. 101–128.
16. Habes, D, Morakchi, S, Aribi, N, Farine, JP & Soltani, N 2006,' Boric acid toxicity to the German cockroach, *Blattella germanica*: alterations in midgut structure, and acetylcholinesterase and glutathione S-transferase activity. *Pestic. Biochem. Physiol.*, vol. 84, pp. 17–24.
17. Hada, TS, Singh, B.K., Veer, K & Singh, SP 2014,' Effect of different levels of boron and zinc on flowering, fruiting and growth parameter of winter season guava (*Psidium guajava* L.) cv. L-49', *The Asian Journal of Horticulture*, vol. 9, no. 1, pp. 53–56.
18. Haleema, B, Rab, A & Hussain, SA 2018,' Effect of calcium, boron and zinc foliar application on growth and fruit production of tomato, *Sarhad Journal of Agriculture*, vol. 34 no. 1, pp. 19–30.
19. Harris, KD & Puvanitha, S 2017, 'Influence of foliar application of boron and copper on growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv 'Thilina')', *AGRIEAST: Journal of Agricultural Sciences*, vol. 11, no. 2, pp. 12–19.
20. Harris, KD, Vanajah, T & Puvanitha, S 2018,' Effect of foliar application of boron and magnesium on growth and yield of green chilli (*Capsicum annum* L.). foliar application of nutrients DOI: <http://doi.org/10.4038/agriest.v12i1.49>
21. Howladar, S.M., Osman, A.S., Rady, M.M., Al-Zahrani, H.S. 2014. Magnesium Foliar application and phosphorien soil inoculation positively affect *Pisum sativum* L. plants grown on sandy calcareous soil', *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, vol. 8, no. 5, pp. 336–440.
22. Keshavarz, K, Vahdati, K, Samar, M, Azadegan, B, Patric , H & Brown, PH 2011', Foliar application of zinc and boron improves walnut vegetative and reproductive growth', *HortTechnology*, vol. 21, no. 2, pp. 181–186.
23. Liew, Y A, Syed Omar, S R, Husni MHA, Zainal, AMA & Nur Ashikin, PA 2012,' Effects of foliar applied copper and boron on fungal diseases and rice yield on cultivar MR219', *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, vol. 35, no. 2, pp. 339–349.
24. Marpaung, AE, Bina Karo, B & Tarigan, R 2017,' Peningkatan produksi dan mutu benih wortel (*Daucus carota*) varietas lokal melalui pemangkasan cabang dan pemupukan boron', *J. Hort.*, vol. 27, no. 1, pp.: 45–54.
25. Matas, MA, Gonzales-Fontes, A & Camacho, JJC 2009,' Effect of boron supply on nitrate concentration and its reduction in roots and leaves of tobacco plants', *Biologia Plantarum*, vol. 53, no. 1, pp. 120–124.
26. Meena, RS 2010,' Effect of boron on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculent* Mill.) cv. Pusa Ruby grown under semi- arid conditions', *International Journal of Chemical Engineering Research*, vol. 2, no. 2, pp. 167–172.
27. Muthanna, MA, Singh, AK, Tiwari, A, Jain, VK & Padhi, M 2017,' Effect of boron and sulphur application on plant growth and yield attributes of potato (*Solanum tuberosum* L.)', *Int.J.Curr.Microbiol. App.Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 399–404.
28. Naz, RMM, Muhammad, S, Hamid, A & Bibi, F 2012,' Effect of Boron on the flowering and fruiting of tomato', *Sarhad J. Agric.*, vol. 28, no.1, 2012.
29. Prabowo, RI & Putra, ETS 2014, 'Improvement physiological activities and yield of banana plant (*Musa paradisiaca*) with mineral nutrition management. file:///C:/Users/Downloads/Improvementphysiologi calactivityandyieldofbananawithnutritionmanagement.pdf (diakses 2 Januari 2019).
30. Prastowo, NJ, Yanuarti, T & Depari, Y 2008, 'Pengaruh distribusi dalam pembentukan harga komoditas dan implikasinya terhadap inflasi', *Working paper Bank Indonesia*, WP/07/2008.
31. 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, pp.339–349.
32. Satpathy, S, Kumar, A, Shivalingaswamy, TM & Rai, AB 2012,' Effect of foliar spray of boron on biology, egg laying activity and control of brinjal shoot and fruit borer (*Leucinodes orbonalis* Guen.)', *Indian J. Hort.* ,vol. 69, no. 2, pp. 295–298.
33. Schulz, S, Brankatschk, R., Dumig, A, Kogel, K, Schlöter, M & Zeyer, J 2013,' The role of microorganisms at different stages of ecosystem development for soil formation', *J. Biogeosciences*, vol. 10, pp. 3983–3996.
34. Shnain, R S, Prasad, VM & Saravanan, S 2014,' Effect of zinc and boron on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*. Mill) cv. Heem Sohna, under protected cultivation', *European Academic Research*, vol. 2, no. 3, pp. 4572–4597.
35. Wigena, IGP, Purnomo, J, Tuherkih, E & Saleh, A 2006,' Pengaruh pupuk “slow release” majemuk padat terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit muda pada Xanthic Hapludox di Merangin, Jambi', *J. Tanah Iklim.*, vol. 24, pp.10–19.
36. Wirawan, BDS, Putra, ETS & Yudono, P 2016,' Pengaruh pemberian magnesium, boron dan silikon terhadap aktivitas fisiologis, kekuatan struktural jaringan buah dan hasil pisang (*Musa acuminata*) “Raja Bulu”', *Vegetalika*, vol. 5, no. 4, pp. 1–14.
37. Yanuarti, AP & Afsari, MD 2016,' Profil komoditas barang kebutuhan pokok dan barang penting. komoditas cabai. file:///C:/Users/acer/Downloads/BK_CABAI_16-03-2018-SP2KP%20(1).pdf (Diakses 30 Juli 2018).
38. Zhang, D, Zhao, H, Shi, L & Xu, F 2014, Physiological and genetic responses to boron deficiency in *Brassica napus*: A review', *Soil Science and Plant Nutrition*, vol. 60, no. 3, pp. 304–313.