

PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT DAN APLIKASI BORON TERHADAP FERTILITAS POLEN DAN HASIL GANDUM (*Triticum aestivum* L.)

THE EFFECT OF ALTITUDE AND BORON APPLICATION ON POLLEN FERTILITY AND YIELD OF WHEAT (*Triticum aestivum* L.)

Faris Fikardian Pratama^{*)}, Ellis Nihayati dan Nunun Barunawati

Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
Jln. Veteran, Malang 66514, Indonesia

^{*)}Email: f.fikardian@gmail.com

ABSTRAK

Suhu merupakan satu dari syarat tumbuh yang mempengaruhi produksi biji gandum di Indonesia tidak terkecuali galur gandum Maros 7 (M7). Galur M7 memiliki umur panen yang pendek dan viabilitas biji yang tinggi. Produksi biji yang optimal diperoleh dengan menanam gandum di dataran tinggi lebih dari 1000 mdpl khususnya di Indonesia. sementara itu, penambahan unsur hara mikro seperti boron berfungsi meningkatkan produksi biji gandum dengan mempengaruhi perkecambahan tabung polen. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil biji yang optimal pada ketinggian tempat dan aplikasi boron yang tepat. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Desember 2014 sampai April 2015 di dua lokasi, pertama di kebun Percobaan FP-UB Cangar dan kedua di Desa Dadaprejo, Kecamatan Junrejo Kota Batu. Penelitian menggunakan rancangan tersarang (*Nested Design*) dengan 2 faktor yang diulang 4 kali. Faktor pertama terdiri dari 2 level ketinggian tempat meliputi dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl. Faktor kedua terdiri dari 4 taraf yang meliputi tanpa aplikasi boron, 0,23 mM, 0,49 mM dan 1 mM. Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi nyata antara perlakuan ketinggian tempat dengan aplikasi boron terhadap pengamatan hasil yaitu pada parameter bobot 100. Selain itu, aplikasi boron di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menunjukkan pengaruh nyata terhadap pengamatan fase generatif

dan hasil pada taraf konsentrasi 0,49 mM dan 1 mM.

Kata kunci: Gandum, Ketinggian Tempat, Boron, Suhu dan Hasil.

ABSTRACT

The temperature is the important factor for growth and wheat production in Indonesia not an exception for wheat lines Maros 7 (M7). This line has short age of harvest and high seed viability. To obtain the optimum yield it must be planted in high altitude particularly in Indonesia above 1000 m asl. Moreover, the additional of nutrient such as boron is very required for increasing the production especially in the process of pollen growth, thus the application of boron is suggested. The research aims is to obtain an optimum yield on both of appropriate altitude and application of boron. This research was conducted from Desember 2014 to April 2015 in two location which are placed in field of Faculty of Agriculture UB Cangar, Batu Town and second place in Dadaprejo village, Junrejo, Batu Town. The research using Nested Design by two factors which involves four biological replicates. The first factor is different altitude consist of 2 levels including high altitude 1.650 m asl and medium altitude 700 m asl. The second factor nested in first factor are consist 4 levels of boron concentration including without boron, 0,23 mM, 0,49 mM and 1 mM. The research resulted there is interaction between application of boron at high altitude 1.650 m asl and medium

altitude 700 m asl on yield observation (weight of 100 grains). Meanwhile, the application of boron in different altitude (high altitude 1.650 m asl and 700 m asl) resulted significant different on generative phase and yield observation at boron concentration of 0,49 mM and 1 mM.

Keywords: Wheat, Altitude, Boron, Temperature and Yield.

PENDAHULUAN

Gandum (*Triticum aestivum* L.) berpotensi menjadi sumber bahan makanan pokok selain beras dan mulai diminati di pasar lokal Indonesia sejak tahun 2000. Produksi biji gandum hasil introduksi seperti M7 di Indonesia saat ini terkendala kesesuaian lingkungan tumbuh karena gandum berasal dari daerah subtropis (Nur *et al.*, 2010). Syarat tumbuh yang membatasi produksi gandum di daerah tropis yaitu kebutuhan suhu rendah antara 15-25°C. Daerah yang memiliki suhu rendah di lingkungan tropis yaitu dataran tinggi. Sehingga upaya budidaya gandum di Indonesia dilakukan dengan menanam gandum di dataran tinggi. Namun luas lahan yang terbatas di dataran tinggi menjadi permasalahan budidaya gandum. Upaya lain yaitu dengan menanam gandum di daerah yang masih memiliki batas toleransi bagi pertumbuhan gandum seperti di dataran medium antara 400-800 mdpl.

Suhu udara berperan penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena mempengaruhi proses fisiologi seperti fotosintesis, respirasi dan transpirasi (Marschner, 2012). Selain itu ketersediaan nutrisi makro dan mikro sangat penting bagi tanaman. Sebagai contoh unsur mikro boron yang berperan meningkatkan fertilitas polen sehingga ovule dapat terserbuki dan embrio yang tumbuh akan berkembang menjadi biji (Dell dan Malajczuk 1994). Boron berperan penting untuk mendukung perkecambahan tabung polen pada proses fertilisasi (pembuahan) tanaman gandum (Rerkasem *et al.*, 1997).

Penelitian ini bertujuan mendapatkan hasil biji yang optimal pada galur gandum

Maros 7 (M7) pada ketinggian tempat dan aplikasi boron yang tepat.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2014 sampai April 2015 di dua lokasi. Lokasi pertama di kebun percobaan Fakultas Pertanian UB (1.650 mdpl) Cagar dengan rerata suhu harian 19°C dan lokasi kedua di Desa Dadaprejo Kecamatan Junrejo Kota Batu dengan suhu harian 29°C. Penelitian menggunakan rancangan tersarang (Nested Design) dengan 2 faktor yang diulang 4 kali. Faktor pertama yaitu ketinggian tempat yang terdiri 2 taraf meliputi (A1) dataran tinggi 1.650 mdpl dan (A2) dataran medium 700 mdpl. Faktor kedua aplikasi boron dengan empat taraf meliputi (B0) tanpa aplikasi boron, (B1) 0,23 mM, (B2) 0,49 mM, dan (B3) 1 mM.

Pengamatan penelitian terdiri dari pengamatan fase generatif dan hasil. Pengamatan fase generatif meliputi parameter umur berbunga, jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman. Pengamatan hasil meliputi parameter umur panen, jumlah biji isi per malai, jumlah biji per malai, bobot 100 biji, persentase biji panen (%) dan hasil biji per tanaman (gram). Selanjutnya data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila berpengaruh nyata maka diuji lanjut menggunakan BNT pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fase Generatif

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara aplikasi boron di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl terhadap pengamatan fase generatif yang meliputi umur berbunga, jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman. Pengaruh nyata ditunjukkan pada aplikasi boron empat taraf konsentrasi (tanpa aplikasi, 0,23 mM, 0,49 mM dan 1 mM) terhadap jumlah bunga per malai dan jumlah spikelet per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl

(Tabel 1). Namun tidak berpengaruh nyata pada umur berbunga dan jumlah malai per tanaman (Tabel 1). Sementara itu gandum yang ditanam di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menunjukkan pengaruh nyata terhadap pengamatan fase generatif yang meliputi umur berbunga, jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman (Tabel 2).

Pengaruh nyata jumlah bunga per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl ditunjukkan oleh taraf konsentrasi boron 0,49 mM jika dibandingkan dengan konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron. Pengaruh tidak nyata pada jumlah bunga per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl ditunjukkan taraf konsentrasi boron 0,49 mM dan 1 mM. Aplikasi boron pada taraf konsentrasi 0,49 mM di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah spikelet per malai jika dibandingkan dengan taraf konsentrasi 0,23 mM, 1 mM dan tanpa aplikasi boron. Namun, pengaruh tidak nyata pada jumlah spikelet per malai ditunjukkan taraf konsentrasi 0,23 mM dan 1 mM di dua ketinggian tempat tersebut. Taraf konsentrasi 0,49 mM menghasilkan jumlah bunga per malai maksimal di dataran tinggi sedangkan di dataran medium nilai rerata maksimal ditunjukkan oleh taraf konsentrasi boron 1 mM (Tabel 1). sementara itu taraf konsentrasi 0,49 mM di dataran tinggi menghasilkan jumlah spikelet per malai maksimal sedangkan di dataran medium jumlah spikelet per malai maksimal ditunjukkan oleh taraf konsentrasi 1 mM (Tabel 1). Perbedaan jumlah bunga dan spikelet per malai diakibatkan oleh aplikasi boron dengan konsentrasi yang berbeda. Hal ini sejalan dengan Rerkasem *et al.* (1997) yang menyatakan bahwa aplikasi boron dengan konsentrasi yang berbeda pada tanaman gandum mempengaruhi perkembangan organ reproduksi yaitu bunga. Pertumbuhan dan perkembangan organ reproduksi tidak lepas dari peran boron dalam proses fisiologis tanaman seperti penyusun struktur dinding sel, proses lignifikasi dan menjaga permeabilitas

membran plasma (Dell dan Malajczuk, 1994). Kekurangan boron pada fase generatif menyebabkan dinding sel yang terbentuk di organ reproduksi tipis, rapuh dan menyebabkan penurunan fungsi mekanis sehingga mengakibatkan bakal bunga gugur. Perkembangan dinding sel yang abnormal akibat kekurangan boron menyebabkan kematian sel. Boron berperan penting sebagai penyusun dinding sel karena berikatan dengan senyawa polisakarida (gula) rhamnogalacturonan II membentuk pektin dinding sel (Marschner, 2012). Sementara itu brown dan Hu (1994) mengemukakan boron pada dinding sel berperan mendukung penyusunan senyawa polimer (selulosa dan hemiselulosa), transport enzim penyusun dinding sel dan senyawa polimer dari protoplasma ke dalam dinding sel. Boron berfungsi menyusun membran plasma dinding sel dengan menjaga permeabilitas dinding sel (Marschner, 2012). Selain itu boron dalam tanaman berperan dalam mengatur metabolisme fenol dan aktivitas auksin (IAA) (Cakmak *et al.*, 1995). Kekurangan boron dapat meningkatkan akumulasi fenol sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman khususnya pada fase generatif.

Perbedaan ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl) menunjukkan pengaruh nyata terhadap umur berbunga, jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman. Umur berbunga gandum di dataran tinggi lebih lama dibandingkan dengan dataran medium (Tabel 2). Nilai rerata umur berbunga gandum di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih tinggi dibandingkan dataran medium 700 mdpl (Tabel 2). Perbedaan umur berbunga diakibatkan perbedaan suhu udara di dua ketinggian tempat yang berbeda. Suhu udara di dataran tinggi 1.650 mdpl antara 17-25°C sedangkan di dataran medium 700 mdpl antara 23-26°C. Perbedaan suhu udara mempengaruhi proses fisiologis tanaman sehingga menentukan lama pertumbuhan dan perkembangan gandum. hasil penelitian sejalan dengan pernyataan NSW DPI (2007) yaitu kondisi lingkungan seperti suhu udara, air dan nutrisi yang

cukup menentukan lama waktu (periode) perkembangan fase vegetatif gandum. Jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman pada gandum di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih banyak dibandingkan dengan dataran medium 700 mdpl. Nilai rerata jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih tinggi dibandingkan dataran medium 700 mdpl (Tabel 2). Perbedaan jumlah bunga per malai dan jumlah spikelet per malai dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang berbeda (NSW DPI, 2007). Sejalan dengan hasil penelitian Nur *et al.* (2010) yaitu tanaman gandum dapat tumbuh baik di dataran tinggi lebih dari 1000 mdpl karena memiliki suhu udara yang sesuai bagi pertumbuhan (15-25°C). Hal ini tentunya mempengaruhi kerja Enzim pada proses fotosintesis sehingga aktivitas enzim Seperti Rubisco dan PEPco menjadi

normal. Enzim yang bekerja normal pada proses fotosintesis berpotensi memperoleh hasil fotosintesis yang optimal sehingga mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Jumlah malai yang dihasilkan gandum dipengaruhi jumlah anakan produktif. Sejalan dengan Nur *et al.* (2010) yang berpendapat jika fotosintesis berjalan normal maka mengoptimalkan pertumbuhan akar, daun dan batang.

Hasil

Hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh interaksi antara ketinggian tempat dan aplikasi boron (Tabel 3). Pengaruh nyata bobot 100 biji di dataran tinggi 1.650 mdpl ditunjukkan oleh taraf konsentrasi boron 0,49 mM dibandingkan dengan tanpa aplikasi boron (Tabel 3). Namun pengaruh tidak nyata terdapat pada taraf konsentrasi 0,23 mM dan 1 mM.

Tabel 1 Rerata Umur Berbunga (HST), Jumlah bunga per Malai, Jumlah Spikelet per Malai dan Jumlah Malai per Tanaman Akibat Perlakuan Ketinggian Tempat dan Aplikasi Boron.

Ketinggian Tempat	Konsentrasi Boron (mM)	Umur berbunga	Jumlah bunga	Jumlah Spikelet	Jumlah malai
1.650 mdpl (Cangar A ₁)	Kontrol (B0)	63,50	30,65 a	10,19 a	3,25
	0,23 (B1)	63,75	35,50 b	12,50 b	3,30
	0,49 (B2)	63,00	39,45 c	14,00 c	3,45
	1 (B3)	62,25	38,75 c	12,75 b	3,30
BNT 5%		tn	2,95	0,98	tn
700 mdpl (Dadaperjo A ₂)	Kontrol (B0)	50,75	24,20 a	7,55 a	2,95
	0,23 (B1)	50,75	28,00 b	10,35 b	2,60
	0,49 (B2)	50,00	31,00 c	11,25 c	2,70
	1 (B3)	50,00	31,50 c	12,05 d	2,60
BNT 5%		tn	2,95	0,98	tn

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%. Sedangkan kode (tn) dibawah data menunjukkan tidak berbeda nyata

Tabel 2 Rerata Umur Berbunga (HST), Jumlah bunga per Malai, Jumlah Spikelet per Malai dan Jumlah Malai per Tanaman di Dua Ketinggian Tempat.

Ketinggian Tempat	Umur berbunga	Jumlah bunga	Jumlah spikelet	Jumlah malai
1.650 mdpl (Cangar A ₁)	63,12 a	36,08 b	12,53 b	3,32 b
700 mdpl (Dadaperjo A ₂)	50,37 b	28,67 a	10,30 a	2,71 a
BNT 5%	1,02	2,43	0,64	0,37

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

Tabel 3. Rerata bobot 100 biji (gram) Akibat Perlakuan Ketinggian Tempat dan Aplikasi Boron

Ketinggian Tempat	Konsentrasi Boron (mM)	Bobot 100 biji
1.650 mdpl (Cangar A ₁)	Kontrol (B0)	4,37 d
	0,23 (B1)	4,58 de
	0,49 (B2)	4,80 e
	1 (B3)	4,60 de
BNT 5%		tn
700 mdpl (Dadaprejo A ₂)	Kontrol (B0)	2,32 a
	0,23 (B1)	2,68 ab
	0,49 (B2)	2,94 b
	1 (B3)	3,38 c
BNT 5%		0,36

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

Sementara itu, pengaruh nyata bobot 100 biji di dataran tinggi ditunjukkan oleh taraf konsentrasi boron 1 mM dibandingkan dengan taraf konsentrasi 0,49 mM dan tanpa aplikasi boron (Tabel 3). Taraf konsentrasi boron 0,49 mM di dataran tinggi menunjukkan nilai rerata bobot 100 biji lebih tinggi dibandingkan tanpa aplikasi boron (Tabel 3). Sedangkan di dataran medium 700 mdpl menunjukkan bobot 100 biji pada taraf konsentrasi 1 mM lebih tinggi dibandingkan taraf konsentrasi 0,49 mM dan tanpa aplikasi boron (Tabel 3). Hasil penelitian ini sesuai dengan Brown dan Hu (1994) yang menyatakan jika translokasi boron dipengaruhi oleh suhu udara di sekitar tanaman sehingga menentukan konsentrasi boron dalam daun. Menurut Brown dan Bassil (2011) translokasi boron di dalam jaringan pembuluh xylem dari akar menuju tunas daun dipengaruhi oleh laju transpirasi. Suhu udara mempengaruhi laju transpirasi tanaman. Brown dan Hu (1996) berpendapat bahwa penyerapan boron oleh akar tanaman berlangsung melalui difusi ($B(OH)^3$) karena adanya perbedaan gradien konsentrasi boron di dalam akar dan larutan tanah. Kekurangan boron pada fase perkembangan generatif menyebabkan proses fisiologis yang mendukung perkembangan buah atau biji terhambat sehingga menurunkan kualitas buah dan biji yang dihasilkan tanaman (bobot 100 biji). Pengaruh nyata aplikasi boron di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl ditunjukkan parameter jumlah biji isi

per malai, jumlah biji per malai dan jumlah malai per tanaman (Tabel 4). Pengaruh nyata jumlah biji isi per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl ditunjukkan oleh taraf konsentrasi 0,49 mM dibandingkan dengan taraf konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron. Pengaruh tidak nyata pada jumlah biji isi per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl ditunjukkan oleh taraf konsentrasi 0,49 mM dan 1 mM (Tabel 4). Nilai rerata jumlah biji isi per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl lebih baik ditunjukkan taraf konsentrasi 0,49 mM dibandingkan 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron. Perbedaan jumlah biji isi per malai di dua ketinggian tempat diakibatkan oleh aplikasi boron dengan konsentrasi yang berbeda. Selain berfungsi menyusun struktur dinding sel, boron berperan penting mendukung transport karbohidrat yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Sejalan dengan Dell dan Malajczuk (1994) yang menyatakan jika kekurangan boron pada fase perkembangan biji pada tanaman sereal mengakibatkan transport fotosintat ke biji menjadi kurang optimal sehingga mempengaruhi ukuran biji. Sementara itu Brown dan Hu (1994) menyatakan jika akumulasi senyawa polisakarida (gula) dalam biji mempengaruhi bentuk dan ukuran biji.

Pengaruh nyata aplikasi boron di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl ditunjukkan oleh jumlah

biji per malai dan persentase biji panen (%) (Tabel 4 dan 6). Taraf konsentrasi boron 1 mM di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menunjukkan pengaruh nyata pada jumlah biji per malai dibandingkan taraf konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron (Tabel 4). Namun pengaruh tidak nyata pada jumlah biji per malai di dataran tinggi dan dataran medium terdapat pada taraf konsentrasi boron 0,49 mM jika dibandingkan dengan taraf konsentrasi 0,23 mM dan 1 mM (Tabel 4). Nilai rerata jumlah biji per malai gandum di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl lebih baik ditunjukkan oleh taraf konsentrasi 1 mM dibandingkan taraf konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron (Tabel 4). Pengaruh nyata persentase biji panen di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl ditunjukkan oleh taraf konsentrasi boron 0,49 mM dibandingkan dengan taraf konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron (Tabel 6). Namun persentase biji panen tidak berpengaruh nyata antara taraf konsentrasi 0,49 mM dan 1 mM di dua ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl). Nilai rerata persentase biji panen di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl lebih baik pada taraf konsentrasi 0,49 mM dibandingkan taraf konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron (Tabel 6).

Perbedaan jumlah biji per malai dan persentase biji panen di dua ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan medium 700 mdpl) diakibatkan oleh aplikasi boron dengan konsentrasi berbeda. Pada fase reproduksi boron berperan meningkatkan fertilitas polen pada gandum sehingga ovule dapat terserbuki. Hasil penelitian sejalan dengan Marschner (2012) yang mengemukakan bahwa boron berperan dalam mendukung fertilitas pollen yaitu dengan meningkatkan daya kecambah tabung polen sehingga fertilitasi (pembuahan) dapat terjadi. Setelah proses pembuahan terjadi, selanjutnya terbentuk embrio dan berkembang menjadi biji. Menurut Rerkarsem *et al.* (1997) kekurangan boron mengakibatkan bunga jantan steril karena fertilitas polen yang menurun sehingga produksi biji gandum rendah.

Perbedaan ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap jumlah biji isi per malai, jumlah biji per malai dan umur panen gandum (HST) (Tabel 5). Umur panen gandum di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih panjang dibandingkan dengan dataran medium 700 mdpl (Tabel 5). Nilai rerata umur panen di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih tinggi dibandingkan dengan dataran medium 700 mdpl (Tabel 5).

Tabel 4 Rerata Jumlah Biji Isi Per Malai, Jumlah Biji per Malai, dan Umur Panen Gandum (HST) Akibat Perlakuan Ketinggian Tempat dan Aplikasi Boron

Ketinggian Tempat	Konsentrasi Boron (mM)	Jumlah Biji Isi	Jumlah biji	Umur Panen
1.650 mdpl (Cangar A ₁)	Kontrol (B0)	23,45 a	27,55 a	111,75
	0,23 (B1)	27,95 b	30,20 b	110,50
	0,49 (B2)	31,40 c	32,55 bc	110,25
	1 (B3)	28,90 c	34,55 c	110,25
BNT 5%		2,84	2,61	tn
700 mdpl (Dadaprejo A ₂)	Kontrol (B0)	20,10 a	22,80 a	87,50
	0,23 (B1)	23,55 b	26,15 b	86,50
	0,49 (B2)	26,10 c	28,60 bc	86,00
	1 (B3)	26,25 c	29,10 c	86,25
BNT 5%		2,84	2,61	tn

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%. Sedangkan kode (tn) dibawah data menunjukkan tidak berbeda nyata.

Tabel 5 Rerata Jumlah Biji Isi Per Malai, Jumlah Biji per Malai, dan Umur Panen Gandum (HST) di Dua Ketinggian Tempat

Ketinggian Tempat	Jumlah Biji Isi	Jumlah Biji	Umur Panen
1.650 mdpl (Cangar A ₁)	27,92 a	31,16 b	110,68 b
700 mdpl (Dadaperjo A ₂)	24,00 a	26,66 a	86,56 a
BNT 5%	1,02	2,33	2,23

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

Tabel 6 Rerata Persentase Biji Panen (%) dan Hasil Biji per Tanaman (gram) Akibat Perlakuan Ketinggian Tempat dan Aplikasi Boron

Ketinggian Tempat	Konsentrasi Boron (mM)	Persentase Biji Panen	Hasil Biji Per Tanaman
1.650 mdpl (Cangar A ₁)	Kontrol (B0)	78,61 a	3,77 a
	0,23 (B1)	87,60 b	4,72 b
	0,49 (B2)	93,90 c	5,81 c
	1 (B3)	92,42 c	5,23 bc
BNT 5%		3,81	0,84
700 mdpl (Dadaprejo A ₂)	Kontrol (B0)	76,79 a	1,04 a
	0,23 (B1)	88,58 b	1,28 ab
	0,49 (B2)	98,14 c	1,85 ab
	1 (B3)	98,02 c	1,94 b
BNT 5%		3,81	tn

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%. Sedangkan kode (tn) di bawah data menunjukkan tidak berbeda nyata.

Tabel 7 Rerata Persentase Biji Panen (%) dan Hasil Biji per Tanaman (gram) di Dua Ketinggian Tempat

Ketinggian Tempat	Persentase Biji Panen (%)	Hasil Biji per Tanaman (gram)
1.650 mdpl (Cangar A ₁)	88,13 a	4,88 b
700 mdpl (Dadaperjo A ₂)	90,38 a	1,53 a
BNT 5%	tn	2,23

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

Perbedaan umur panen gandum di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl mdpl dan dataran medium 700 mdpl diakibatkan oleh perbedaan suhu udara. Suhu di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih rendah jika dibandingkan dengan suhu di dataran medium 700 mdpl. Sejalan dengan Nur *et al.* (2010) yang menyatakan jika suhu udara di dataran tinggi di atas 1000 mdpl sesuai

bagi pertumbuhan dan perkembangan gandum Menurut Hays *et al.* (2000) suhu tinggi mencapai 38°C pada tanaman gandum menyebabkan produksi etilen meningkat sehingga mempercepat waktu pemasakan biji. Jumlah biji isi per malai dan jumlah biji per malai gandum di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih banyak dibandingkan dataran medium 700 mdpl. Nilai rerata jumlah biji isi per malai dan

jumlah biji per malai lebih tinggi pada dataran tinggi 1.650 mdpl dibandingkan dataran medium 700 mdpl (Tabel 5). Perbedaan jumlah biji isi per malai dan jumlah biji per malai di ketinggian tempat berbeda diakibatkan oleh perbedaan suhu udara. Hal ini sesuai dengan pernyataan Shah dan Paulsen (2003) yaitu suhu yang tinggi (30-35°C) pada fase generatif gandum berpotensi menurunkan produksi biji karena fotosintat yang dihasilkan oleh proses fotosintesis rendah. Hal ini dikarenakan stomata yang menutup sehingga difusi CO₂ menjadi terhambat. Konsentrasi CO₂ yang rendah menyebabkan laju fotosintesis menurun sehingga menghambat perkembangan biji.

Aplikasi boron di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl berpengaruh nyata terhadap hasil biji per tanaman (Tabel 6). Pengaruh nyata hasil biji per tanaman di dataran tinggi 1.650 mdpl ditunjukkan oleh taraf konsentrasi boron 0,49 mM dibandingkan taraf konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron (Tabel 6). Pengaruh nyata hasil biji per tanaman di dataran medium 700 mdpl ditunjukkan oleh taraf konsentrasi boron 1 mM dibandingkan dengan tanpa aplikasi boron (Tabel 6). Nilai rerata hasil biji per tanaman di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih baik pada taraf konsentrasi 0,49 mM dibandingkan taraf konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron (Tabel 6). Sementara itu, nilai rerata hasil biji per tanaman gandum di dataran medium 700 mdpl lebih baik ditunjukkan oleh taraf konsentrasi 1 mM dibandingkan tanpa aplikasi boron (Tabel 6). Perbedaan hasil biji per tanaman di dua ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl) diakibatkan oleh aplikasi boron dengan konsentrasi yang berbeda. Aplikasi boron di dataran tinggi 1.650 mdpl dengan konsentrasi 0,23 mM, 0,49 mM dan 1 mM meningkatkan rerata hasil biji per tanaman sebesar 20,12%, 35,11%, dan 27,92% dibandingkan dengan tanpa aplikasi boron. Sedangkan di dataran medium 700 mdpl menunjukkan rerata hasil biji yang meningkat sebesar 18,75%, 43,78% dan 46,39% dibandingkan dengan tanpa aplikasi boron. Hasil penelitian ini sejalan dengan Rerkarsem *et al.* (1997)

yang menyatakan jika aplikasi boron dengan konsentrasi yang berbeda mempengaruhi produksi biji tanaman gandum.

Perbedaan ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap hasil biji per tanaman gandum (Tabel 7). Namun tidak berpengaruh nyata terhadap persentase biji panen (%). Nilai rerata hasil biji per tanaman di dataran tinggi lebih 1.650 mdpl lebih baik dibandingkan dengan dataran medium 700 mdpl (Tabel 7). Sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Nur *et al.* (2013) yaitu gandum yang ditanam di dataran tinggi lebih dari 1000 mdpl meningkatkan hasil biji gandum 68,7% dibandingkan dengan ketinggian 800 mdpl.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi antara aplikasi boron pada gandum galur M7 dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl terhadap pengamatan hasil yaitu parameter bobot 100 biji. Namun, pengaruh tidak nyata ditunjukkan oleh pengamatan panen yang lain meliputi jumlah biji isi per malai, jumlah biji per malai, persentase biji panen (%) dan hasil biji per tanaman (gram). Aplikasi boron pada galur gandum M7 di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium menunjukkan pengaruh nyata terhadap pengamatan fase generatif dan hasil yang meliputi jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai, jumlah biji isi per malai, jumlah biji per malai, persentase biji panen (%) dan hasil biji per tanaman (gram)

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, P. H. and E. Bassil. 2011.** Overview of The Acquisition and Utilization of Boron, Chlorine, Copper, Manganese, Molybdenum, and Nickel by Plants and Prospects for Improvement of Micronutrient Use Efficiency. In M. J. Hawkesford and P. Barracough (eds). The Molecular and Physiological Basis of Nutrient Use Efficiency in Crops. John Wiley and Sons Publication. p. 377-387.

- Brown, P.H. and H. Hu. 1996.** Phloem Mobility of Boron is Species Dependent: Evidence for Phloem Mobility in Sorbitol-rich Species. *J. Annual Botany* 77 (196): 497-505.
- Brown, P.H., and H. Hu. 1994.** Boron Uptake by Sunflower, Squash and Cultured Tobacco Cells. *Physiology of Plant* 91 (4): 1329-1340.
- Cakmak, I., H. Kurz and H. Marschner. 1995.** Activity of ascorbate dependent H_2O_2 Scavenging Enzymes and Leaf Chlorosis are Enhanced in Magnesium and Potassium Deficient Leaves, but not in Phosphorus Deficient Leaves. *J. Experimental Botany* 45 (193): 1259-1266.
- Dell, B., and N. Malajczuk. 1994.** Boron Deficiency in Eucalypt Plantations in China. *Can. J. Forest Resource* 24 (193): 2409-2416.
- Hays, D. B., D.M. Reid, E.C. Yueng, R.P. Pharis. 2000.** Role of Ethylene in Cotyledon Development of Microspore Derived Embryos of *Brassica napus*. *J. Experimental Botany* 51 (172): 1851-1859.
- Marschner, P. 2012.** *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Third Edition. Academic Press. San Diego. p. 239.
- NSW DPI (New South Wales Department of Primary Industries). 2007.** Profitable, Sustainable Cropping. Wheat Growth and Development. NSW Department of Primary Industries.
- Nur, A., M. Azrai, H. Subagio, Soeranto, Ragapadmi, Sustiprajitno, dan Triosoemaningtyas. 2013.** Perkembangan Pemuliaan Gandum di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Serealia (BALTISEREAL) Maros Sulawesi Selatan. *Ilmu Pengetahuan Tanaman Pangan* 8 (2): 97-105.
- Nur, A., N. Khumaida, dan S. Sujiprihati. 2010.** Fenologi Pertumbuhan dan Produksi Gandum pada Lingkungan Tropika Basah. *J. Agrivigor* 11 (2): 230-243.
- Rerkarsem, B., S. Lordkaew, and B. Dell. 1997.** Boron Requirement for Reproductive Development in Wheat. Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment.
- Shah, N. H., and G. M. Paulsen. 2003.** Interaction of Drought and High Temperature on photosynthesis and grain-filling of wheat. *Plant and Soil* 257 (4): 219-226.