

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Percobaan dilakukan di dua lokasi dengan ketinggian tempat yang berbeda. Lokasi penanaman pertama yaitu di kebun Percobaan Cangar (1650 mdpl) dan lokasi penanaman kedua di Desa Dadaprejo Kecamatan Junrejo Kota Batu (700 mdpl). Gandum ditanam di polybag dan aplikasi boron dilakukan antara umur 42-50 HST dengan 4 taraf konsentrasi yang berbeda yaitu tanpa aplikasi boron (kontrol), 0,23 mM, 0,49 mM, dan 1 mM. Pengamatan percobaan meliputi pengamatan fase generatif dan hasil. Parameter pengamatan fase generatif antara lain umur berbunga, jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman. Parameter pengamatan hasil antara lain jumlah biji isi per malai, jumlah biji per malai, umur panen, persentase biji panen (%), bobot 100 biji (g) dan hasil biji per tanaman (g).

4.1.1 Fase Generatif

Pengaruh perlakuan ketinggian tempat dan aplikasi boron empat taraf konsentrasi terhadap fase generatif gandum dapat diketahui dengan melakukan pengamatan yang meliputi umur berbunga, jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman. Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan ketinggian tempat dan aplikasi boron terhadap pengamatan fase generatif gandum (Lampiran 8 dan 9). Aplikasi boron dengan konsentrasi berbeda menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter jumlah bunga per malai dan jumlah spikelet per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl (Tabel 3). Namun pengaruh tidak nyata akibat aplikasi boron ditunjukkan parameter umur berbunga dan jumlah malai per tanaman. Sementara itu pengaruh nyata ditunjukkan parameter umur berbunga, jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman akibat perbedaan ketinggian tempat (Tabel 3). Nilai rerata umur berbunga, jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman pada aplikasi boron dengan empat taraf konsentrasi di dua ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl) disajikan pada Tabel 3. Sedangkan nilai rerata umur berbunga, jumlah bunga per

malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. 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 (B ₀)	63,50	30,65 a	10,19 a	3,25
	0,23 (B ₁)	63,75	35,50 b	12,50 b	3,30
	0,49 (B ₂)	63,00	39,45 c	14,00 c	3,45
	1 (B ₃)	62,25	38,75 c	12,75 b	3,30
	BNT 5%	tn	2,95	0,98	tn
700 mdpl (Dadaprejo A ₂)	Kontrol (B ₀)	50,75	24,20 a	7,55 a	2,95
	0,23 (B ₁)	50,75	28,00 b	10,35 b	2,60
	0,49 (B ₂)	50,00	31,00 c	11,25 c	2,70
	1 (B ₃)	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) di bawah data menunjukkan tidak berbeda nyata.

Tabel 4. 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%.

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa aplikasi boron dengan empat taraf konsentrasi di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl tidak berpengaruh nyata terhadap umur berbunga dan jumlah malai per tanaman. Pengaruh nyata pada aplikasi boron ditunjukkan oleh jumlah bunga per malai dan jumlah spikelet per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl. Aplikasi boron dengan konsentrasi 0,49 mM di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl memberikan pengaruh nyata jumlah bunga per malai jika dibandingkan dengan taraf konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi

boron. Namun pengaruh tidak nyata ditunjukkan pada taraf konsentrasi 1 mM. Nilai rerata jumlah bunga per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl pada taraf konsentrasi 0,49 mM lebih tinggi dibandingkan 1 mM (Tabel 3). Sementara itu aplikasi boron dengan konsentrasi 1 mM di dataran medium 700 mdpl menghasilkan jumlah bunga per malai lebih tinggi dibandingkan dengan 0,49 mM (Tabel 3). Jumlah spikelet per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menunjukkan pengaruh nyata pada aplikasi boron dengan taraf konsentrasi 0,49 mM. Pengaruh nyata jumlah spikelet per malai di dua ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl) ditunjukkan taraf konsentrasi boron 0,49 mM, 1 mM dan tanpa aplikasi boron. Jumlah spikelet per malai tidak berpengaruh nyata di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl ditunjukkan oleh taraf konsentrasi boron 0,23 mM dan 1 mM (Tabel 3).

Perbedaan ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap umur berbunga, jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman (Tabel 4). Gandum yang ditanam di dataran tinggi 1.650 mdpl memiliki umur panen lebih panjang dibandingkan dengan dataran medium 700 mdpl. Hal ini dapat dilihat dari nilai rerata umur berbunga gandum di dua ketinggian tempat. Selain itu nilai rerata jumlah bunga per malai dan jumlah spikelet per malai pada gandum di dataran tinggi 1.650 mdpl (36,08 dan 12,53) lebih banyak dibandingkan dengan dataran medium 700 mdpl (28,67 dan 10,30). Selain itu gandum yang ditanam di dataran tinggi menghasilkan jumlah malai lebih banyak jika dibandingkan dengan dataran medium. Nilai rerata jumlah malai pada gandum di dataran tinggi 1.650 mdpl sebesar 3,32 sedangkan di dataran medium 2,71.

4.1.2 Hasil

Aplikasi boron dengan empat taraf konsentrasi (tanpa aplikasi, 0,23 mM, 0,49 mM dan 1 mM) pada tanaman gandum di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menunjukkan pengaruh nyata pada parameter pengamatan hasil yang meliputi jumlah biji isi per malai, jumlah biji per malai, persentase biji panen (%) dan hasil biji per tanaman (g). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara aplikasi boron dengan ketinggian tempat

hanya ditunjukkan pada parameter bobot 100 biji (Lampiran 10). Sementara itu, pengaruh nyata akibat ketinggian tempat yang berbeda ditunjukkan oleh parameter umur panen, jumlah biji isi per malai, jumlah biji per malai dan hasil biji per tanaman.

Pengaruh interaksi antara perlakuan ketinggian tempat dan aplikasi boron terhadap bobot 100 biji disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. 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
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%.

Pada Tabel 5 menunjukkan jika gandum yang ditanam di dataran tinggi 1.650 mdpl diikuti dengan aplikasi boron 0,49 mM menghasilkan bobot 100 biji lebih banyak dibandingkan tanpa aplikasi boron. Namun hasil tidak berbeda nyata pada bobot 100 biji di dataran tinggi 1.650 mdpl ditunjukkan oleh taraf konsentrasi boron 0,23 mM dibandingkan dengan taraf konsentrasi 1 mM, 0,49 mM dan tanpa aplikasi boron. Sementara itu aplikasi boron dengan konsentrasi 1 mM di dataran medium 700 mdpl menunjukkan bobot 100 biji lebih banyak dibandingkan taraf konsentrasi 0,49 mM dan tanpa aplikasi boron. Hasil tidak nyata pada bobot 100 biji di dataran medium 700 mdpl ditunjukkan pada taraf konsentrasi 0,23 mM dibandingkan dengan konsentrasi 0,49 mM dan tanpa aplikasi boron.

Aplikasi boron empat taraf konsentrasi di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah biji isi

per malai dan jumlah biji per malai. Namun pengaruh tidak nyata akibat perlakuan ketinggian tempat dan aplikasi boron ditunjukkan pada umur panen gandum. Pengaruh aplikasi boron empat taraf konsentrasi (tanpa aplikasi boron, 0,23 mM, 0,49 mM, dan 1 mM) di dua ketinggian tempat disajikan pada Tabel 6. Sedangkan pengaruh ketinggian tempat yang berbeda terhadap jumlah biji isi per malai, jumlah biji per malai dan umur panen disajikan pada Tabel 7.

Tabel 6. 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 (Dadaperjo 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) di bawah data menunjukkan tidak berbeda nyata.

Tabel 7. Rerata Jumlah Biji Isi per Malai, Jumlah Biji per Malai dan Umur Panen (HST) Gandum di Dua Ketinggian Tempat

Ketinggian Tempat	Jumlah Biji isi	Jumlah Biji	Umur Panen
1.650 mdpl (Cangar A ₁)	27,92 b	31,16 b	110,68 b
700 mdpl (Dadaperjo A ₂)	24,00 a	26,66 a	86,56 a
BNT 5%		2,65	2,33

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

Aplikasi boron dengan konsentrasi 0,49 mM di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah biji isi per malai dibandingkan dengan taraf konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron (Tabel 6). Pengaruh tidak nyata pada jumlah biji isi per malai di dua ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl)

ditunjukkan taraf konsentrasi 0,49 mM dan 1 mM. Sementara itu pengaruh nyata pada jumlah biji per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl ditunjukkan taraf konsentrasi 1 mM dibandingkan dengan taraf konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron (Tabel 6). Sedangkan pada taraf konsentrasi 0,49 mM menunjukkan pengaruh tidak nyata pada jumlah biji per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dibandingkan dengan taraf konsentrasi 0,23 mM dan 1 mM. Sementara itu, aplikasi boron empat taraf konsentrasi di dataran tinggi dan dataran medium tidak memberikan pengaruh nyata terhadap umur panen gandum (Tabel 6).

Pada Tabel 7 menunjukkan pengaruh nyata jumlah biji isi per malai, jumlah biji per malai dan umur panen akibat perbedaan ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl). Jumlah biji isi per malai dan jumlah biji per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih banyak dibandingkan dengan dataran medium 700 mdpl (Tabel 7). Selain itu gandum di dataran tinggi memiliki umur panen lebih panjang jika dibandingkan dengan dataran medium (Tabel 7).

Aplikasi boron di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menunjukkan pengaruh nyata terhadap hasil biji per tanaman (gram). Pengaruh tidak nyata ditunjukkan pada pengamatan persentase biji panen (%) akibat aplikasi boron di dua ketinggian yang berbeda (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl). Pengaruh aplikasi boron di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl disajikan pada Tabel 8.

Perbedaan ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl) menunjukkan pengaruh nyata terhadap hasil biji per tanaman (Tabel 9). Namun, pengaruh tidak nyata akibat perbedaan ketinggian tempat ditunjukkan parameter persentase biji panen (Tabel 9). Pengaruh ketinggian tempat terhadap hasil biji per tanaman pada gandum disajikan pada tabel 9.

Tabel 8. 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 (B ₀)	78,61 a	3,77 a
	0,23 (B ₁)	87,60 b	4,72 b
	0,49 (B ₂)	93,90 c	5,81 c
	1 (B ₃)	92,42 c	5,23 bc
BNT 5%		3,81	0,84
700 mdpl (Dadaprejo A ₂)	Kontrol (B ₀)	76,79 a	1,04 a
	0,23 (B ₁)	88,58 b	1,28 ab
	0,49 (B ₂)	98,14 c	1,85 ab
	1 (B ₃)	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 9. Rerata Persentase Biji Panen (%) dan Hasil Biji per Tanaman (gram) di Dua Ketinggian Tempat

Ketinggian Tempat	Persentase Biji Panen	Hasil Biji per Tanaman
1.650 mdpl (Cangar A ₁)	88,13	4,88 b
700 mdpl (Dadaperjo A ₂)	90,38	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%. Sedangkan kode (tn) di bawah data menunjukkan tidak berbeda nyata.

Taraf konsentrasi boron 0,49 mM di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menunjukkan pengaruh nyata pada persentase biji panen dibandingkan dengan taraf konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron. Namun pengaruh tidak nyata pada persentase biji panen di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl ditunjukkan taraf konsentrasi 0,49 mM dan 1 Mm (Tabel 8). Hasil biji per tanaman gandum di dataran tinggi 1.650 mdpl menunjukkan pengaruh nyata pada aplikasi boron dengan konsentrasi 0,49 mM dibandingkan 0,23 mM atau tanpa aplkasi boron. Taraf konsentrasi 1 mM tidak menunjukkan pengaruh nyata pada hasil biji per tanaman di dataran tinggi 1.650 mdpl dibandingkan taraf konsentrasi 0,23 mM dan 0,49 mM (Tabel 8). Sedangkan hasil biji per tanaman pada gandum di dataran medium 700 mdpl menunjukkan

pengaruh nyata pada aplikasi boron dengan konsentrasi 1 mM dibandingkan tanpa aplikasi boron (Tabel 8). Sedangkan pengaruh tidak nyata hasil biji per tanaman di dataran medium 700 mdpl ditunjukkan taraf konsentrasi 0,23 mM dan 0,49 mM (Tabel 8).

Perbedaan ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl) tidak berpengaruh nyata terhadap persentase biji panen pada gandum (Tabel 9). Sedangkan ketinggian tempat yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pengamatan hasil biji per tanaman (gram). Hasil biji per tanaman pada gandum yang ditanam di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih banyak dibandingkan dengan dataran medium 700 mdpl. Hasil biji per tanaman pada gandum di dataran tinggi memiliki nilai rerata lebih tinggi dibandingkan dataran medium 700 mdpl (Tabel 9).

4.2 Pembahasan

4.2.1 Ketinggian Tempat dan Aplikasi Boron Terhadap Fase Generatif Tanaman Gandum

Perlakuan ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl) dan aplikasi boron empat taraf konsentrasi (tanpa aplikasi boron, 0,23 mM, 0,49 mM dan 1 mM) tidak menunjukkan adanya interaksi pada parameter pengamatan fase generatif yang meliputi umur berbunga, jumlah bunga per malai, jumlah spikelet per malai dan jumlah malai per tanaman. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan Brown dan Bassil (2011) yang menyatakan translokasi boron pada pembuluh xylem dipengaruhi oleh transpirasi, dimana suhu sekitar tanaman mempengaruhi laju transpirasi. Hal ini dikarenakan perbedaan suhu udara yang terlalu tinggi antara dataran medium 700 mdpl dengan dataran tinggi 1.650 mdpl. Suhu udara siang hari di dataran medium 700 mdpl mencapai 36°C. Suhu tersebut melebihi suhu optimal yang dibutuhkan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman gandum (15-20°C) sehingga berpengaruh terhadap proses fisiologis tanaman yaitu transpirasi. Suhu tinggi menyebabkan laju transpirasi meningkat dan mempengaruhi gradien potensial air di organ bagian bawah dan atas tanaman. Perbedaan gradien potensial air berpengaruh terhadap translokasi boron dari akar menuju daun oleh pembuluh xylem. Boron mudah terlarut dalam cairan xylem. Apabila kadar air tanaman gandum menurun akibat

laju transpirasi yang meningkat maka menghambat proses translokasi boron sehingga boron menjadi tidak tersedia di jaringan mesofil daun (Brown dan Bassil, 2011). Ketersediaan boron yang rendah pada jaringan mesofil daun membatasi perannya dalam proses fisiologis seperti mendukung penyusunan dinding sel, sintesis dinding sel, proses lignifikasi, pengangkutan gula, metabolisme karbohidrat dan menstimulasi aktivitas IAA (auksin) (Dell dan Huang, 1997). Boron berperan penting mendukung pertumbuhan dan perkembangan sel baru di jaringan meristem dan organ pembungaan. Boron yang tersedia cukup pada fase generatif mampu menghasilkan bunga yang lebih banyak dan meningkatkan kesuburan polen (Marschner, 2012). Semakin meningkat kesuburan polen maka daya kecambah tabung polen menjadi tinggi sehingga dapat menyerbuki ovule.

Umur berbunga dan jumlah malai per tanaman tidak dipengaruhi oleh aplikasi boron tetapi kondisi lingkungan seperti suhu udara, kelembapan, intensitas matahari dan pemupukan nitrogen (NSW DPI, 2007). Selain unsur hara makro seperti nitrogen, pembentukan bulir pada tanaman gandum didukung oleh ketersediaan unsur hara mikro boron. Gandum di dataran medium 700 mdpl memiliki umur berbunga lebih cepat dibandingkan dengan dataran tinggi 1.650 mdpl. Hal ini ditunjukkan dengan nilai rerata umur berbunga di dataran medium 700 mdpl yaitu 50,37 HST sedangkan di dataran tinggi 1.650 mdpl 63,12 HST. Perbedaan umur berbunga diakibatkan suhu udara yang berbeda. Suhu udara di dataran tinggi 1.650 mdpl antara 17-25°C sedangkan dataran medium 700 mdpl antara 23-36°C. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Nur *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa umur berbunga beberapa genotip gandum di dataran tinggi di atas 1000 mdpl (Cipanas) lebih panjang dibandingkan dengan dataran rendah di bawah 400 mdpl (Bogor). Selain itu, suhu di dataran tinggi di atas 1000 mdpl sesuai dengan suhu optimal yang dibutuhkan bagi pertumbuhan dan perkembangan gandum. Menurut Gusmayanti, 2000 (*dalam* Permadi, 2001) suhu optimal budidaya gandum antara 15°C–25°C. Perbedaan suhu udara mempengaruhi aktivitas fisiologi tanaman seperti proses fotosintesis, respirasi dan transpirasi. Suhu di dataran medium 700 mdpl lebih tinggi jika dibandingkan dengan dataran tinggi 1.650 mdpl. Hal tersebut berpengaruh

terhadap fase perkembangan tanaman baik vegetatif maupun generatif. Suhu tinggi melebihi batas suhu optimal pertumbuhan dan perkembangan mengakibatkan tanaman mengalami stres. Stres pada tanaman yang diakibatkan suhu tinggi menyebabkan periode perkembangan vegetatif menjadi singkat sehingga mempercepat periode perkembangan fase generatif. Sejalan dengan yang dikemukakan oleh NSW DPI (2007) kondisi lingkungan seperti suhu udara, ketersediaan air dan nutrisi yang cukup menentukan lama waktu (periode) fase perkembangan vegetatif.

Fase perkembangan generatif ditandai dengan munculnya malai. Pada malai terdapat kumpulan bunga gandum yang disebut spikelet. Satu spikelet dapat menghasilkan bunga hingga 8, tetapi hanya 3 hingga 6 saja yang fertilitasnya tinggi dan berpotensi menghasilkan biji (NSW DPI, 2007). Jumlah bunga per malai dan jumlah spikelet per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih banyak dibandingkan dataran medium 700 mdpl. Nilai rerata jumlah bunga per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl sebesar 36,08 sedangkan di dataran medium 700 mdpl 28,67. Sementara itu nilai rerata jumlah spikelet per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl sebesar 12,55 sedangkan di dataran medium 700 mdpl 10,30. Jumlah bunga per malai dan jumlah spikelet per malai di dataran tinggi meningkat 20,53% dan 17,92% dibandingkan dengan dataran medium. Perbedaan jumlah bunga per malai dan jumlah spikelet per malai dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang berbeda. Dataran tinggi lebih dari 1000 mdpl memiliki suhu udara yang sesuai untuk pertumbuhan gandum yaitu di bawah 25°C. Sehingga kerja enzim yang mendukung proses fotosintesis seperti Rubisco (*ribulosa biphospat carboxilase*) dan PEPco (*phosphophenol pyruvat carboxilase*) menjadi optimal. Hal tersebut mempengaruhi produksi karbohidrat. Selanjutnya karbohidrat hasil fotosintesis akan dikonversi menjadi energi (ATP dan NADPH) dan asimilat (pati). Apabila energi yang tersedia cukup maka pembentukan organ tanaman seperti daun, batang, akar, bunga dan biji berjalan normal. Hasil penelitian tersebut sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Nur *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa hasil pengujian beberapa genotip gandum menunjukkan jumlah spikelet per malai di dataran tinggi di atas 1000 mdpl lebih banyak dibandingkan dataran rendah di bawah 400 mdpl. Selain itu, lama waktu perkembangan fase vegetatif

menuju generatif mempengaruhi pembentukan organ bunga. Lama waktu perkembangan fase vegetatif di dataran medium 700 mdpl lebih pendek dibandingkan dengan dataran tinggi 1.650 mdpl sehingga menyebabkan perkembangan organ generatif seperti bunga menjadi kurang optimal, Akibatnya produksi bunga menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan NSW DPI (2007) bahwa semakin lama periode perkembangan fase vegetatif maka jumlah spikelet per malai yang dihasilkan pada fase generatif meningkat.

Malai merupakan organ penting pada gandum karena berperan menentukan produksi biji. Semakin banyak jumlah malai maka potensi jumlah biji yang dihasilkan meningkat. Jumlah malai per tanaman pada gandum di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih banyak dibandingkan dengan dataran medium 700 mdpl. Nilai rerata jumlah malai per tanaman di dataran tinggi 1.650 mdpl 3,32 dan dataran medium 700 mdpl 2,7. Malai yang dihasilkan gandum di dataran tinggi meningkat sebesar 18,67% dibandingkan di dataran medium. Perbedaan jumlah malai per tanaman dipengaruhi oleh jumlah anakan produktif. Pertumbuhan dan perkembangan anakan di dataran tinggi lebih baik dibandingkan dengan dataran medium sehingga meningkatkan jumlah malai (Nur *et al.*, 2010). Selain itu, syarat tumbuh gandum yang sesuai di dataran tinggi menyebabkan proses fisiologis seperti fotosintesis berjalan normal (NSW DPI, 2007). Fotosintesis yang berjalan normal mengoptimalkan pertumbuhan organ tanaman seperti daun, batang, akar, dan bunga. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Asri *et al.* (2013) yang menyatakan, rerata jumlah anakan tiga varietas gandum (Selayar, Nias, dan Dewata) di ketinggian 1.500 mdpl lebih banyak dibandingkan dengan ketinggian 800 mdpl. Tetapi tidak semua anakan gandum akan berkembang menjadi anakan produktif. Faktor lingkungan yang membatasi pertumbuhan dan perkembangan anakan gandum antara lain suhu, kelembaban, air, nutrisi, dan serangan penyakit (Nur *et al.*, 2010).

Aplikasi boron dengan konsentrasi yang berbeda (tanpa aplikasi boron, 0,23 mM, 0,49 mM dan 1 mM) di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menunjukkan perbedaan hasil pada parameter jumlah bunga per malai dan jumlah spikelet per malai. Namun hasil tidak berbeda nyata ditunjukkan oleh parameter umur berbunga dan jumlah malai per tanaman. Perbedaan jumlah bunga

per malai ditunjukkan oleh taraf konsentrasi 0,23 mM dan 0,49 mM. Namun taraf konsentrasi 0,49 mM dan 1 mM tidak menunjukkan perbedaan jumlah bunga per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl. Taraf konsentrasi 0,49 mM menghasilkan jumlah bunga per malai maksimal di dataran tinggi 1.650 mdpl dengan nilai rerata sebesar 39,45 sedangkan di dataran medium 700 mdpl nilai rerata maksimal jumlah bunga per malai sebesar 31,50 terdapat pada konsentrasi 1 mM. Sementara itu, jumlah spikelet per malai yang berbeda ditunjukkan oleh taraf konsentrasi 0,23 mM dan 0,49 mM di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl. Namun taraf konsentrasi 1 mM di dataran tinggi 1.650 mdpl tidak menunjukkan adanya perbedaan jumlah spikelet per malai dengan konsentrasi 0,23 mM. Taraf konsentrasi boron 0,49 mM di dataran tinggi 1.650 mdpl menghasilkan jumlah spikelet per malai tertinggi sebesar 14 sedangkan di dataran medium 700 mdpl jumlah spikelet tertinggi sebesar 12 ditunjukkan oleh taraf konsentrasi 1 mM. Perbedaan jumlah bunga per malai dan jumlah spikelet per malai diakibatkan oleh aplikasi boron dengan taraf konsentrasi yang berbeda. Hal ini sejalan dengan Rerkasem *et al.* (1997) yang menyatakan bahwa aplikasi boron dengan konsentrasi berbeda pada tanaman gandum mempengaruhi perkembangan organ reproduksi yaitu bunga, sehingga menentukan jumlah bunga yang terbentuk. Pertumbuhan dan perkembangan bunga tidak lepas dari peran boron dalam proses fisiologis seperti sintesis dinding sel, penyusun struktur dinding sel, proses lignifikasi, dan mengatur permeabilitas membran plasma (Dell dan Huang, 1997). Kekurangan boron pada fase perkembangan bunga mengakibatkan dinding sel yang terbentuk menjadi tipis, rapuh, dan merubah kemampuan mekanis (menghambat transport senyawa atau ion lintas membran). Hal tersebut menyebabkan sel pada organ reproduksi tidak berkembang secara normal dan mengakibatkan bakal bunga gugur. Struktur dinding sel terdiri dari senyawa selulosa, pektin dan protein. Menurut Marschner (2012) pektin pada dinding sel terbentuk dari ikatan ester antara molekul gula (heterosakarida) dan molekul borat (boron dalam bentuk ion). Ikatan tersebut menghasilkan senyawa kompleks yaitu ikatan borate polisakarida atau RGH (rhamnogalacturonan-H). Ketersediaan boron yang rendah akan menghambat pembentukan pektin sehingga memperbesar ukuran pori pada dinding sel. Hal ini

menghambat proses fisiologis pada dinding sel seperti penyusunan senyawa polimer (selulosa dan hemiselulosa), transport enzim penyusun dinding sel dan transport senyawa polimer (polisakarida) dari protoplasma ke dalam dinding sel (Brown *et al.*, 2002). Perkembangan dinding sel yang abnormal menyebabkan kematian pada sel. Selain itu boron berfungsi menjaga kestabilan dan keseimbangan membran plasma. Membran plasma berperan penting dalam menjaga permeabilitas dinding sel yang erat kaitannya dengan pertukaran ion dari dan menuju ke dalam sel (sitoplasma). Selain itu, menurut Marschner (2012) boron yang terdapat dalam membran plasma mempengaruhi penyerapan ion (P, Cl, Rb dan K) dan mengatur aktivitas pompa proton H^+ ATP ase.

Kekurangan boron menyebabkan perubahan morfologis pada organ tanaman (bunga atau biji) karena proses diferensiasi sel terganggu. Boron mendukung proses pengangkutan gula dengan membentuk ikatan kompleks gula boron. Apabila ketersediaan boron di jaringan mesofil daun rendah maka menghambat proses pengangkutan gula sehingga akan terakumulasi dalam bentuk fenol (Marschner, 2012). Konsentrasi fenol dan IAA-oksidas yang tinggi akibat kekurangan boron menghambat proses fisiologis dan mempengaruhi perkembangan organ tanaman (Marschner, 2012). Hal ini ditunjukkan oleh diferensiasi organ seperti akar, bunga dan daun yang terhambat. Akumulasi fenol yang tinggi merupakan indikasi kekurangan boron pada tanaman. Hasil penelitian Cakmak dan Romheld (1997) menyebutkan boron berfungsi sebagai kofaktor enzim caffeate dengan mengikat senyawa asam caffeic pada proses sintesis caffeoyl quinon (fenol alkohol). Sedangkan Cervilla *et al.* (2009) mengemukakan bahwa enzim peroksidase terlibat pada sintesis lignin dengan mengkatalis polimerisasi prekursor lignin seperti conyferyl alkohol, synapil alkohol dan hydroxycinnamyl alkohol. Aktivitas enzim peroksidase dipengaruhi oleh akumulasi asam fenol dan kandungan boron di dalam jaringan tanaman. Pada sintesis prekursor lignin, borat (boron) berikatan dengan asam caffeic membentuk kofaktor bagi enzim caffeate kemudian mensintesis caffeoyl quinone menjadi ferulate (Vanholme *et al.*, 2010). Selanjutnya ferulate akan di oksidasi membentuk dua prekursor lignin yaitu conyferyl alkohol dan synapyl alkohol. Jika boron yang terkandung dalam jaringan tanaman rendah maka akumulasi fenol

seperti asam caffeic meningkat dan sintesis lignin terhambat (Marschner, 2012). Lignin berfungsi melindungi komponen polisakarida dalam dinding sel dengan meningkatkan resistensi dari degradasi kimiawi atau aktivitas mikroorganisme (Vanholme *et al.*, 2010). Menurut Lehto *et al.* (2010) akumulasi senyawa fenol diikuti dengan perubahan konsentrasi lignin akibat kekurangan boron mempengaruhi sistem pertahanan tanaman dari serangan hama dan patogen

4.2.2 Ketinggian Tempat dan Aplikasi Boron Terhadap Hasil Tanaman Gandum

Keberhasilan produksi pada kegiatan budidaya gandum dapat diketahui dengan melakukan pengamatan komponen hasil. Pengamatan komponen hasil terdiri dari parameter bobot 100 biji (g), jumlah biji isi per malai, jumlah biji per malai, persentase biji panen (%), umur panen (HST) dan hasil biji per tanaman (g). Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi antara perlakuan ketinggian tempat dan aplikasi boron empat taraf terhadap parameter bobot 100 biji. Perlakuan ketinggian tempat memberikan respon yang berbeda pada aplikasi boron empat taraf terhadap bobot 100 biji. Perbedaan bobot 100 biji diakibatkan oleh suhu udara yang berbeda di dua ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl) sehingga mempengaruhi penyerapan dan pengangkutan boron dalam jaringan tanaman. Taraf konsentrasi boron 0,49 mM di dataran tinggi 1.650 mdpl menghasilkan bobot 100 biji lebih baik dengan nilai rerata sebesar 4,8 gram dibandingkan tanpa aplikasi boron (4,37 gram). Sedangkan taraf konsentrasi 1 mM di dataran medium 700 mdpl menunjukkan bobot 100 biji maksimal dengan nilai rerata sebesar 3,38 gram dibandingkan tanpa aplikasi boron (2,32 gram). Hal ini sesuai dengan Brown dan Bassil (2011) yang menyatakan bahwa translokasi boron di dalam jaringan xylem dari akar menuju tunas daun dipengaruhi oleh laju transpirasi. Selain itu, transpirasi juga berpengaruh pada translokasi boron antar membran dalam sel di jaringan reproduksi. Transpirasi dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu suhu udara. Sehingga suhu mempengaruhi konsentrasi boron dalam jaringan tanaman. Menurut Brown dan Hu (1997) penyerapan boron oleh akar tanaman berlangsung melalui difusi (untuk $B(OH)^3$) karena adanya perbedaan gradien konsentrasi boron di dalam akar dan larutan tanah. Kekurangan boron pada fase reproduktif

menyebabkan proses fisiologis berjalan kurang optimal sehingga menghambat perkembangan buah atau biji. Sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Soyly *et al.* (2004) aplikasi boron pada beberapa genotip gandum *durum* dan *bread* mempengaruhi hasil (kg ha^{-1}), jumlah biji per spikelet, jumlah spikelet per m^2 dan bobot 100 biji. Sementara itu, jumlah biji isi per malai di dataran tinggi 1.650 lebih banyak dibandingkan dataran medium 700 mdpl. Nilai rerata jumlah biji isi per malai di dataran tinggi 27,92 sedangkan dataran medium 24,00. Perbedaan jumlah biji isi per malai terjadi karena suhu di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih rendah yaitu $16\text{-}25^\circ\text{C}$ sedangkan di dataran medium 700 mdpl $28\text{-}36^\circ\text{C}$. Suhu tinggi menyebabkan perkembangan biji gandum menjadi lebih cepat tetapi menurunkan lama waktu pengisian biji. Hal tersebut mengakibatkan biji tidak berkembang normal sehingga menurunkan bobot dan ukuran biji. Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Wheeler *et al.* (1996) yaitu suhu mempengaruhi lama pengisian dan waktu pemasakan biji gandum. Hal ini diperkuat oleh Maestri *et al.* (2002) bahwa laju perkembangan biji mempengaruhi bobot biji, akumulasi pati, perubahan struktur polipeptida dan komposisi lipid dalam sel. Perubahan komposisi lipid dan akumulasi pati mempengaruhi ukuran dan bentuk biji. Aplikasi boron yang berbeda mengakibatkan perbedaan hasil pengamatan jumlah biji isi per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl. Perbedaan jumlah biji isi per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl ditunjukkan taraf konsentrasi 0,23 mM dan 0,49 mM. Sedangkan di dataran medium 700 mdpl pengaruh nyata ditunjukkan taraf konsentrasi 0,23 mM dan tanpa aplikasi boron. Jumlah biji isi yang tidak menunjukkan pengaruh nyata akibat aplikasi boron di dataran medium 700 mdpl ditunjukkan oleh taraf konsentrasi 0,49 mM, 0,23 mM dan 1 mM. Taraf konsentrasi 0,49 mM di dataran tinggi 1.650 mdpl menghasilkan jumlah biji isi maksimal dengan nilai rerata sebesar 31,4. Perbedaan jumlah biji isi per malai diakibatkan oleh aplikasi boron dengan taraf konsentrasi yang berbeda. Hal ini membuktikan bahwa boron berperan penting dalam perkembangan biji. Kebutuhan boron pada fase generatif cenderung lebih tinggi dibandingkan vegetatif. Menurut Marschner (2012) gejala kekurangan boron sering tampak pada fase perkembangan reproduktif dibandingkan vegetatif. Gejala kekurangan boron pada fase generatif ditandai

dengan meluruhnya bakal bunga dan menurunnya produksi biji atau buah. Boron memiliki fungsi fisiologis untuk mendukung perkembangan organ reproduksi seperti bunga dan biji (Nyomora *et al.*, 2000). Boron berfungsi menyusun struktur dinding sel, sintesis dinding sel, menjaga kestabilan membran plasma, aktivasi auksin dan proses lignifikasi. Selain itu, boron berperan dalam translokasi gula hasil fotosintesis dari daun menuju organ yang sedang berkembang (biji atau buah) (Dell dan Huang, 1997). Boron bersifat immobile sehingga membentuk ikatan dengan senyawa polisakarida (gula) menjadi kompleks gula boron untuk memudahkan proses distribusi dan retranslokasi di dalam jaringan tanaman. Hasil penelitian ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Brown dan Shelp (1997) bahwa fotosintat dari hasil fotosintesis seperti sorbitol, mannitol, dan dulcitol (poliols) pada beberapa spesies tanaman berikatan dengan boron kemudian ditranslokasikan oleh pembuluh floem menuju organ penyimpanan (buah atau biji). Selanjutnya polisakarida diakumulasikan dalam biji. Akumulasi senyawa polisakarida mempengaruhi perkembangan biji sehingga menentukan bentuk dan ukuran biji.

Perlakuan ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl) menunjukkan pengaruh nyata pada parameter pengamatan umur panen dan jumlah biji per malai. Namun pengaruh tidak nyata akibat perbedaan ketinggian tempat ditunjukkan parameter persentase biji panen (%). Umur panen gandum di dataran tinggi lebih lama dibandingkan dengan dataran medium. Nilai rerata umur panen di dataran tinggi 110,68 HST dan di dataran medium 86,56 HST. Sama halnya dengan jumlah biji per malai yang dihasilkan di dataran tinggi lebih banyak dibandingkan dengan dataran medium. Nilai rerata jumlah biji per malai di dataran tinggi 31,16 sedangkan di dataran medium 26,60. Perbedaan umur panen dan jumlah biji per malai diakibatkan pengaruh suhu yang berbeda di dataran tinggi 1.650 mdpl (Cangar) dan dataran medium 700 mdpl (Dadaprejo). Suhu di dataran tinggi 1.650 mdpl lebih rendah jika dibandingkan dengan dataran medium 700 mdpl. Suhu udara malam dan siang di dataran tinggi 1.650 mdpl antara 16-25°C sedangkan di dataran medium 700 mdpl antara 23-36°C. Suhu udara di dataran tinggi sesuai dengan kriteria syarat tumbuh optimal gandum (Nur *et al.*, 2010). Hasil penelitian sesuai dengan pernyataan

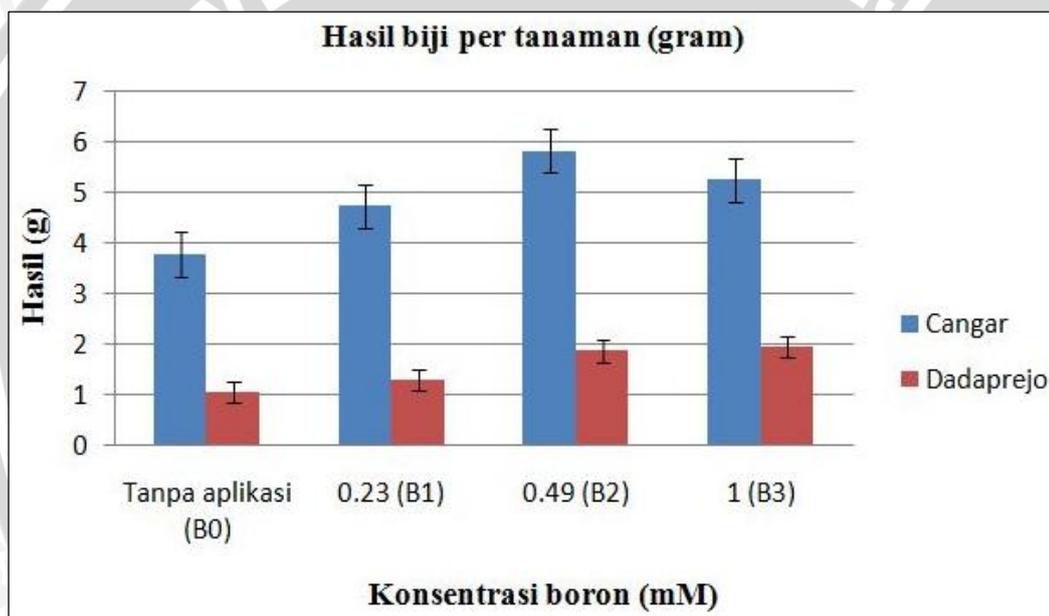
Hays *et al.* (2007) yaitu stres yang diakibatkan oleh suhu tinggi (38°C) saat fase perkembangan biji pada tanaman gandum menyebabkan produksi etilen meningkat sehingga mempercepat waktu pemasakan biji dan senesense. Hal ini mengakibatkan umur panen tanaman menjadi cepat. Etilen merupakan hormon yang mengatur pemasakan buah atau biji. Selain itu, etilen berperan menstimulasi proses senesense pada organ tanaman dengan menghentikan proses fisiologis seperti fotosintesis dan respirasi. Proses fisiologis yang terhenti menyebabkan kemunduran dan kematian pada jaringan tanaman. Produksi etilen meningkat pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan seperti cekaman kekeringan, stres suhu, dan kekurangan nutrisi (Hays *et al.*, 2007). Sementara itu, pada parameter jumlah biji per malai terdapat kesesuaian dengan pernyataan Shah dan Paulsen (2003) yang menyatakan bahwa temperatur tinggi ($30\text{-}35^{\circ}\text{C}$) pada fase reproduksi tanaman gandum menyebabkan fotosintat yang dihasilkan dari proses fotosintesis menurun sehingga mempengaruhi produksi biji. Suhu berpengaruh terhadap proses fotosintesis karena mengendalikan aktivitas stomata dan kadar klorofil daun. Menurut Shah dan Paulsen (2003) suhu tinggi pada tanaman gandum menyebabkan stomata menutup sehingga menghambat difusi CO_2 . Konsentrasi CO_2 yang rendah menyebabkan laju fotosintesis menurun sehingga produksi fotosintat (polisakarida) rendah. Hal tersebut menurunkan produksi pati sehingga perkembangan endosperma kurang optimal. Akibatnya jumlah biji yang dihasilkan menurun. Sejalan dengan pernyataan Hays *et al.* (2007) stres panas pada fase reproduksi gandum menurunkan laju fotosintesis di daun sehingga menghambat akumulasi pati dalam endosperma dan menyebabkan produksi biji rendah.

Aplikasi boron dengan konsentrasi berbeda (tanpa aplikasi boron, 0,23 mM, 0,49 mM, dan 1 mM) di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menghasilkan perbedaan pada parameter pengamatan jumlah biji per malai dan persentase biji panen (%). Namun hasil tidak berbeda ditunjukkan parameter umur panen. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan jumlah biji per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl pada taraf konsentrasi 0,23 mM dan 0,49 mM. Pengaruh tidak nyata jumlah biji per malai di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl ditunjukkan taraf 1 mM jika

dibandingkan dengan 0,23 mM dan 0,49 mM. Aplikasi boron dengan taraf konsentrasi boron 0,49 mM di dataran tinggi 1.650 mdpl menghasilkan nilai rerata jumlah biji per malai maksimal sebesar 34,55. Sedangkan di dataran medium 700 mdpl nilai rerata jumlah biji maksimal sebesar 29,1 diperoleh dengan mengaplikasikan boron 1 mM. Parameter persentase biji panen di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl menunjukkan pengaruh nyata pada taraf 0,23 mM dan 0,49 mM. Namun pengaruh tidak nyata pada ketinggian tempat yang berbeda ditunjukkan taraf 1 mM dan 0,49 mM. Aplikasi boron pada taraf 0,49 mM di dataran tinggi dan dataran medium menghasilkan nilai rerata persentase biji panen maksimal sebesar 93,90% dan 98,14%. Perbedaan hasil pengamatan jumlah biji per malai dan persentase biji panen di dua ketinggian tempat dipengaruhi oleh aplikasi boron dengan konsentrasi yang berbeda. Hasil penelitian ini sejalan dengan pernyataan Gunes *et al.* (2003) yaitu aplikasi boron dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap komponen hasil gandum yang meliputi bobot 100 biji, jumlah spikelet per m², jumlah spikelet fertil dan steril per malai, jumlah biji per malai dan hasil biji tanaman. Boron berperan mendukung perkembangan organ reproduksi dengan meningkatkan fertilitas polen pada tanaman kapuk (Nyomora *et al.*, 1999). Sesuai dengan pernyataan Marschner (2012) peran boron dalam mendukung pertumbuhan tabung polen yaitu dengan menjaga keutuhan struktur dinding sel dan kestabilan membran plasma. Selain itu menurut Marschner (2012) gen yang mengatur ikatan borat dengan rhamnogalacturonan-H dalam molekul pektin terdapat di tabung polen sehingga dibutuhkan untuk menyusun struktur dinding sel pada jaringan reproduksi. Ketersediaan boron berpengaruh pada kualitas polen karena berfungsi mengatur komposisi gula (polisakarida) dalam polen. Hal ini sejalan dengan Dell dan Huang (1997) yang mengemukakan jika boron berpengaruh terhadap proses fertilisasi karena menentukan viabilitas polen dan kapasitas anter untuk memproduksi polen. Kekurangan boron menyebabkan konsentrasi auksin menurun dan mengakibatkan daya kecambah tabung polen rendah (Nyomora *et al.*, 2000). Daya kecambah yang rendah menyebabkan penyerbukan ovule terhambat sehingga jumlah biji atau buah yang terbentuk menurun. Hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya oleh

Gunes *et al.* (2003) yaitu gandum yang diaplikasikan boron memiliki jumlah bunga steril lebih rendah dibandingkan tanpa aplikasi boron.

Nilai rerata hasil biji per tanaman gandum di dataran tinggi sebesar 4,88 gram sedangkan di dataran medium 1,53 gram. Hasil biji per tanaman gandum di dataran tinggi meningkat sebesar 68,64% dibandingkan dataran medium. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Nur *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa hasil evaluasi 47 galur gandum yang ditanam di dataran tinggi 1.500 mdpl (Bantaeng, Sulawesi Selatan) dan dataran medium 800 mdpl (Bantaeng, Sulawesi Selatan) masing-masing menghasilkan produksi 5,05 t ha⁻¹ dan 1,58 t ha⁻¹. Pengaruh ketinggian tempat dan aplikasi boron terhadap hasil biji per tanaman disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Rerata hasil biji per Tanaman (g) di Ketinggian Tempat yang Berbeda dan Aplikasi Boron Empat Taraf Konsentrasi.

Aplikasi boron dengan konsentrasi yang berbeda (tanpa aplikasi, 0 mM, 0,23 mM, 0,49 mM dan 1 mM) di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl memberikan perbedaan pada pengamatan hasil biji per tanaman. Perbedaan hasil biji per tanaman diakibatkan oleh aplikasi boron dengan konsentrasi yang berbeda di dua ketinggian tempat (dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl). Hal ini sesuai dengan Rerkasem (1997) yang mengemukakan bahwa aplikasi boron dengan konsentrasi yang berbeda mempengaruhi produktivitas gandum (*Triticum aestivum* L.). Gandum di dataran

tinggi 1.650 mdpl (Cangar) dan dataran medium 700 mdpl (Dadaprejo) menunjukkan nilai rerata hasil biji per tanaman yang berbeda pada aplikasi boron empat taraf (gambar 4). Aplikasi boron di dataran tinggi 1.650 mdpl dengan taraf 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 tanpa aplikasi boron. Sedangkan aplikasi boron di dataran medium 700 mdpl dengan taraf konsentrasi 0,23 mM, 0,49 mM dan 1 mM meningkatkan rerata hasil biji per tanaman sebesar 18,75%, 43,78% dan 46,39% dibandingkan tanpa aplikasi boron. Aplikasi boron dengan konsentrasi yang berbeda di dataran tinggi 1.650 mdpl dan dataran medium 700 mdpl mempengaruhi biji yang dihasilkan tanaman gandum. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Soylyu *et al.* (2004) yaitu aplikasi boron 3 kg ha⁻¹ pada beberapa kultivar gandum durum dan bread meningkatkan produksi biji (kg ha⁻¹) sebesar 9,6% dan 10,9% dibandingkan tanpa aplikasi boron.

