

## **Interaksi beberapa genotipe Gandum (*Triticum aestivum* L.) pada berbagai konsentrasi efektif mikroorganisme**

### **Interaction of Wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) on different concentration of effective microorganism**

**Budyastuti Pringgohandoko\* dan Endah Budi Irawati**

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta

Jl. SWK 104, Condongcatur, Yogyakarta

Email: bpringgohandoko@yahoo.com.au

#### **ABSTRACT**

*By obtaining some wheat genotypes tolerant to high temperatures and drought in the lowlands through mutation induction, it is expected that wheat genotypes can be developed extensively in the lowlands. In an effort to improve the growth and yield of wheat crop, it needs to be supported by good farming techniques, one of which is the proper fertilization. However, given that manure in the planting medium can be decomposed perfectly so that nutrients can be available for plant growth and development, it is necessary to increase the effective microorganisms with appropriate concentrations. The objectives of this study were: 1) To determine the genotype that had the highest weight of seeds per plant, 2) To determine the genotype, that had a mean weight of seeds per plant is higher than the general average, 3) To find the ideal genotype in several concentrations of effective microorganism, 4) To find the ideal environment for the selection of genotypes on the nature of grain weight per plant.*

*Field research was conducted at the Faculty of Agriculture experimental garden in Banguntapan, Yogyakarta, with a high  $\pm$  115 m above sea level. The study was conducted in May and October 2014. The experimental design used was a complete randomized block design (RAKL) with 2 factors. The first factor is wheat genotypes consisting of three levels, namely: DWR-195/300/1125/9, WL-2265/200/33/183 and WL-2265/300/836/22. The second factor is the effective concentration of microorganisms which consists of three levels, namely: 0 ml/liter of water, 5 ml/liter of water and 10 ml/liter of water, used 3 times replications (blocks).*

*From the research that has been done, it can be concluded that 1) WL-2265/200/33/183 has an average weight of seeds per plant were the highest since the value of the PC 1 > 0 (1.13964), 2) Genotypes had an average weight of seeds per plant is higher than the general average is WL-2265/200/33/183, 3) The ideal genotype WL-2265/200/33/183 is the most stable, and 4) An ideal environment for the selection of genotypes on the nature of grain weight per plant is the environment with the concentration of effective microorganisms 5%.*

*Keywords: interaction, genotype, effective microorganism*

#### **ABSTRAK**

*Dengan diperolehnya beberapa genotipe gandum yang toleran terhadap suhu tinggi dan cekaman kekeringan di dataran rendah melalui mutasi induksi, diharapkan genotipe gandum tersebut dapat dikembangkan secara luas pada dataran rendah. Dalam usaha meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman gandum, maka perlu didukung dengan teknik budidaya yang baik, salah satunya adalah pemupukan yang tepat. Namun demikian supaya pupuk kandang yang diberikan pada media tanam bisa terdekomposisi*

dengan sempurna sehingga hara bisa tersedia untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, maka perlu dilakukan penambahan efektif mikroorganisme dengan konsentrasi yang tepat. Tujuan penelitian ini adalah: 1) Untuk mengetahui genotipe yang memiliki rata-rata bobot biji per tanaman tertinggi, 2) Untuk mengetahui genotipe yang memiliki rerata bobot biji per tanaman lebih tinggi dari rerata umum, 3) Untuk mengetahui genotipe yang ideal pada berbagai lingkungan (konsentrasi efektif mikroorganisme) dan 4) Untuk mengetahui lingkungan yang ideal untuk seleksi genotipe-genotipe pada sifat bobot biji per tanaman gandum.

Penelitian lapangan dilakukan di kebun percobaan Fakultas Pertanian UGM di Banguntapan, Yogyakarta, dengan tinggi tempat  $\pm$  115 m dpl. Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Oktober 2014. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 2 faktor. Faktor I adalah genotipe gandum yang terdiri dari 3 aras, yaitu: DWR-195/300/1125/9, WL-2265/200/33/183 dan WL-2265/300/836/22. Faktor II adalah konsentrasi efektif mikroorganisme yang terdiri atas 3 aras, yaitu: 0 ml/liter air, 5 ml/liter air dan 10 ml/liter air, digunakan ulangan 3 kali (blok).

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa 1) WL-2265/200/33/183 memiliki rata-rata bobot biji per tanaman yang tertinggi karena nilai  $PC\ 1 > 0$  (1,13964), 2) Genotipe yang memiliki rerata bobot biji per tanaman lebih tinggi dari rerata umum adalah WL-2265/200/33/183, 3) Genotipe ideal adalah WL-2265/200/33/183 disamping bobot biji per tanaman paling tinggi juga paling stabil dan 4) Lingkungan yang ideal untuk seleksi genotipe-genotipe pada sifat bobot biji per tanaman gandum adalah K2 (lingkungan dengan pemberian efektif mikroorganisme konsentrasi 5% pada media tanam).

**Kata kunci:** interaksi, genotip gandum, efektif mikroorganisme

## Pendahuluan

Di Indonesia, gandum sudah menjadi makanan pokok kedua setelah beras sehingga kebutuhan gandum selalu mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Untuk memenuhi kebutuhan tepung terigu di Indonesia, pemerintah telah mengeluarkan devisa yang cukup besar (Anonim, 2000). Impor gandum mencapai 7,4 juta ton pada tahun 2010-2011 dan naik kembali menjadi 7,8 juta ton pada tahun 2011-2012. Pemerintah Indonesia harus serius untuk bisa memproduksi gandum sendiri dan lebih serius membangun kemandirian pangan (Anonim, 2012).

Dengan diperolehnya beberapa genotipe gandum yang toleran terhadap suhu tinggi dan cekaman kekeringan di dataran rendah melalui mutasi induksi (Pringgohandoko, 2013), diharapkan genotipe tersebut dapat dikembangkan secara luas di dataran rendah sebagai komoditas yang dapat dipakai dalam pergiliran tanaman pada musim kemarau

pada berbagai lingkungan. Dalam usaha meningkatkan pertumbuhan dan hasil suatu tanaman maka perlu didukung dengan teknik budidaya yang baik, salah satunya adalah pemupukan yang tepat. Namun pemberian pupuk organik yang belum terdekomposisi dengan sempurna ke dalam tanah, apabila tanpa penambahan efektif mikroorganisme akan menyebabkan pembusukan bahan organik yang menghasilkan unsur anorganik dengan hasil sampingan berupa panas dan gas beracun yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman (Higa dan Wididana, 1993).

Bahan organik yang sudah terdekomposisi dengan sempurna apabila ditambahkan dalam tanah akan mempunyai arti yang sangat penting dalam memperbaiki tekstur tanah, meningkatkan kapasitas pertukaran kation, menambah kebutuhan unsur hara dan dapat meningkatkan daya serap tanah terhadap air. Namun demikian supaya pupuk kandang yang diberikan pada media tanam bisa terdekomposisi

dengan sempurna sehingga hara bisa tersedia untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, maka perlu dilakukan penambahan efektif mikroorganisme dengan konsentrasi yang tepat.

Masing-masing genotipe mempunyai kemampuan beradaptasi yang berbeda pada berbagai keadaan lingkungan yang berbeda (Danakusuma, 1985; Dahlan *et al.*, 1985; Azwar *et al.*, 1988). Berdasarkan alasan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi efektif mikroorganisme yang tepat supaya dapat merombak bahan organik yang ada dalam tanah menjadi siap digunakan untuk pertumbuhan tanaman yang optimal.

Dari permasalahan di atas maka tujuan penelitiannya adalah 1) Untuk mengetahui genotipe yang memiliki rata-rata bobot biji per tanaman tertinggi, 2) Untuk mengetahui genotipe yang memiliki rerata bobot biji per tanaman lebih tinggi dari rerata umum, 3) Untuk mengetahui genotipe yang ideal pada berbagai lingkungan (konsentrasi efektif mikroorganisme) dan 4) Untuk mengetahui lingkungan yang ideal untuk seleksi genotipe-genotipe pada sifat bobot biji per tanaman gandum.

### Metode Penelitian

Penelitian lapangan dilakukan di kebun percobaan Fakultas Pertanian UGM di Banguntapan, Yogyakarta. Lokasi tersebut mempunyai jenis tanah regosol dengan tinggi tempat  $\pm$  115 m dpl. Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Oktober 2014.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 2 faktor. Faktor I adalah genotipe gandum yaitu: M1: DWR-195/300/1125/9, M2: WL-2265/200/ 33/183 dan M3: WL-2265/300/836/22. Faktor II adalah konsentrasi efektif mikroorganisme yang terdiri atas 3 aras, yaitu: K1: 0 ml/liter air, K2: 5 ml/liter air dan K3: 10 ml/liter air. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang 3 kali (blok).

Pengamatan meliputi: 1) Bobot biji/tanaman (gram), 2) Interpretasi nilai PC genotipe dan lingkungan, 3) Keragaan bobot biji per tanaman dan stabilitas tanaman, 4) Identifikasi genotipe ideal, 5) Identifikasi lingkungan ideal.

### Analisis Data

Untuk analisis interaksi GxE digunakan analisis model GGE menggunakan program SAS dasar yang ditulis oleh Burgueno *et al.* (2001). Program ini kemudian dikembangkan lebih lanjut disesuaikan dengan perlakuan dan untuk pembuatan grafik GGE-biplot.

### Grafik GGE-biplot

Hasil analisis model GGE disajikan dalam bentuk grafik biplot. Metode GGE biplot dan triplot merupakan gabungan dua konsep, yaitu biplot konsep dan GGE konsep (Gauch dan Zobel, 1997; Yan *et al.*, 2000), yang menggambarkan hubungan PC1 dengan PC2 untuk biplot, dan hubungan antara PC1, PC2 dan PC3 untuk triplot. Grafik GGE biplot dan ini dapat digunakan untuk membandingkan perbedaan penampilan genotipe pada suatu lingkungan, membandingkan penampilan suatu genotipe pada berbagai lingkungan berbeda, membandingkan penampilan dua genotipe pada semua lingkungan, mengidentifikasi suatu genotipe terbaik pada semua lingkungan.

### Hasil dan Pembahasan

#### 1. Bobot biji/tanaman (gram)

Tabel 1 menunjukkan bahwa ada interaksi antara genotipe gandum dengan konsentrasi efektif mikroorganisme pada bobot biji per tanaman. Bobot biji per tanaman pada WL-2265/200/33/183 baik dengan konsentrasi efektif mikroorganisme 5% maupun 10% dan pada WL-2265/300/836/22 dengan konsentrasi 10% mempunyai bobot biji per tanamannya nyata lebih berat daripada genotipe yang tidak diberi efektif mikroorganisme dan pada DWR-195/300/1125/99 dengan konsentrasi

**Tabel 1. Bobot biji per tanaman (gram)**

Mutan Gandum	Konsentrasi Efektif Mikroorganisme			Rerata
	K1=0%	K2=5%	K3=10%	
M1=DWR-195/300/1125/99	4,64 c	4,98 c	6,13 bc	5,25
M2=WL-2265/200/33/183	6,31 b	8,69 a	8,81 a	7,94
M3=WL-2265/300/836/22	6,03 bc	7,15 ab	8,29 a	7,16
Rerata	5,66	6,94	7,74	+ 6,78

**Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama, menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji duncan 5%.**

**+ menunjukkan ada interaksi antara mutan gandum dan konsentrasi efektif mikroorganisme.**

efektif mikroorganisme 0%, 5%, dan 10%,. Hal tersebut terjadi karena pada WL-2265/200/33/183 yang diberi efektif mikroorganisme baik dengan konsentrasi 5% maupun 10% dan pada WL-2265/300/836/22 dengan konsentrasi 10%, menyebabkan bahan organik yang ada dalam tanah dapat terdekomposisi dengan sempurna sehingga dapat memperbaiki tekstur tanah, meningkatkan kapasitas pertukaran kation, dapat meningkatkan daya serap tanah terhadap air dan menambah kebutuhan unsur hara bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta meningkatkan bobot biji per tanaman.

Masing-masing genotipe mempunyai kemampuan beradaptasi yang berbeda pada berbagai mikroorganisme yang berbeda. Berdasarkan alasan tersebut, maka kemungkinan DWR-195/300/1125/99

tidak beradaptasi dengan baik dengan efektif mikroorganisme yang diberikan sehingga bobot biji pertanaman tidak berbeda nyata antar konsentrasi efektif mikroorganisme.

#### **Grafik GGE-biplot**

Hasil anova gabungan dari tiga lingkungan (Tabel 2) menunjukkan bahwa bobot biji per tanaman gandum nyata dipengaruhi oleh genotipe (G), yang dapat dijelaskan 59,68% dari total keragaman (G+E+GE), dipengaruhi oleh lingkungan (E=34,45%) dan interaksi genotipe x lingkungan (GE = 5,86%). Pemecahan nilai Jumlah Kuadrat (JK) G + GE melalui analisis GGE-biplot menunjukkan bahwa PC1 dan PC2 merupakan faktor nyata yang dapat menjelaskan masing-masing 98,46% dan 1,54% dari total JK G + GE (Tabel 3).

**Tabel 2. Hasil anova gabungan genotipe, lingkungan dan interaksi genotipe x lingkungan**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F	P>F	JK (%)x
Ul (Lingk.)	6	1,6998	3,6166	2,46 *	0,0866	
Lingkungan	2	19,8402	9,9201	6,76 *	0,0108	34,45
Genotipe	2	34,3709	17,1854	11,71 *	0,0015	59,68
Genotipe x Lingk.	4	3,3764	0,8441	0,58	0,6860	5,86
Error	12	17,6098	1,4674			
Total	26	96,8971				

**Keterangan: x Persentase terhadap JK G, E dan GE**

**\* Berbeda nyata pada taraf p = 0,05**

Pada umumnya data hasil penelitian multi lokasi berupa data campuran interaksi GE tipe interaksi kualitatif (*crossover*) dan interaksi kuantitatif (*noncrossover*). Pada penelitian ini tidak terdapat perbedaan genotip gandum yang menghasilkan bobot biji per tanaman tertinggi pada lingkungan yang berbeda (Tabel 1). Sebagai contoh, pada lingkungan tanpa efektif mikroorganisme WL-2265/200/33/183 (M2) menghasilkan bobot biji tertinggi namun tidak berbeda nyata dengan WL-2265/300/836/22 (M3), pada lingkungan dengan efektif mikroorganisme konsentrasi 5% WL-2265/200/33/183 (M2) menghasilkan bobot biji tertinggi namun juga tidak berbeda nyata dengan WL-2265/300/836/22 (M3), sedangkan pada lingkungan dengan efektif mikroorganisme konsentrasi 10% WL-2265/200/33/183 (M2) menghasilkan bobot biji per tanaman tertinggi namun juga tidak berbeda nyata dengan WL-

2265/300/836/22 (M3). Persamaan peringkat genotipe antar lingkungan menunjukkan adanya interaksi GE tipe kuantitatif (*noncrossover*).

## 2. Interpretasi Nilai PC Genotipe dan Lingkungan

Grafik GGE biplot basis skala focus-genotipe menggambarkan lokasi-lokasi suatu mutan gandum. Mutan gandum yang memiliki nilai PC1 > 0 dapat diidentifikasi sebagai genotipe yang memiliki bobot biji per tanaman gandum yang tinggi, sedangkan yang memiliki nilai PC1 < 0 dapat diidentifikasi sebagai genotipe yang memiliki bobot biji per tanaman gandum rendah (Gambar 1). Genotipe WL-2265/200/33/183 (M2) memiliki rata-rata bobot biji per tanaman gandum yang tertinggi, sedangkan muatan gandum DWR-195/300/1125/99 (M1) merupakan mutan gandum dengan rata-rata bobot biji per tanaman gandum rendah.

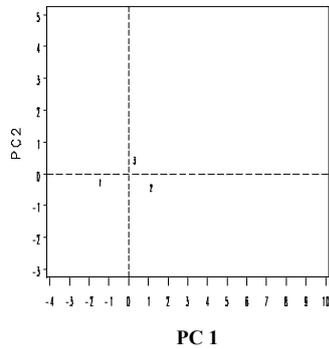
**Tabel 3. Analisis GGE bobot biji per tanaman gandum 3 genotipe pada 3 lingkungan**

Principal Component	Eigen values	Total eigen values (%)	Kumulatif (%)
PC1	37,1663	98,46	98,4607
PC2	0,5811	1,54	100,0000
Residu	0,0000	0,00	100,0000
Total *)	37,7473		

\*) Total *eigenvalues* sama dengan total Jumlah Kuadrat (JK) G + GE

**Tabel 4. Nilai Eigenvector 3 mutan gandum dan 3 lingkungan**

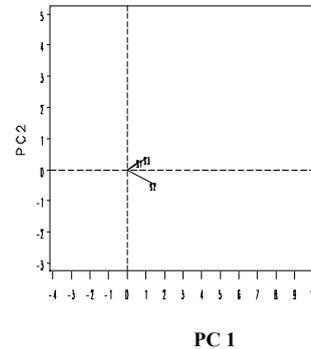
Faktor	Kode	PC1	PC2
Genotipe	M1	-1,4563	-0,1680
Genotipe	M2	1,1396	-0,3620
Genotipe	M3	0,3166	0,5300
Lingkungan	K1	0,6658	0,3004
Lingkungan	K2	1,3961	-0,4421
Lingkungan	K3	1,0618	0,3930



**Gambar 1. Grafik GGE-Biplot basis fokus-genotipe skala simetris**

Nilai PC2 menggambarkan stabilitas genotipe. Semakin besar nilai mutlak PC2, semakin tidak stabil keragaan genotipe pada berbagai lingkungan. Genotipe stabil tapi bobot biji per tanaman gandum rendah adalah DWR-195/300/1125/99 (M1), genotipe stabil dan bobot biji per tanaman gandum tinggi adalah WL-2265/200/33/183 (M2), dan kelompok genotipe tidak stabil dan bobot biji per tanaman gandum rendah adalah WL-2265/300/836/22 (M3).

Grafik GGE biplot basis skala fokus-lingkungan menggambarkan estimasi pola suatu lingkungan (Gambar 2). Jika semua genotipe memiliki nilai  $PC1 > 0$  atau  $PC1 < 0$  menggambarkan keragaan genotipe yang sejalan pada berbagai lingkungan, yang menunjukkan interaksi  $G \times E$  tipe kuantitatif. Genotipe dengan nilai PC1 yang lebih besar dapat dengan mudah diidentifikasi pada lingkungan yang memiliki nilai PC1 besar (Yan *et al.*, 2000). Hal yang sama pada nilai PC2. Lingkungan yang memiliki nilai PC2 kecil, lebih representatif untuk semua lingkungan dan lingkungan yang memiliki nilai PC2 besar, lebih mampu membedakan genotipe dalam batasan efek utama genotipe.

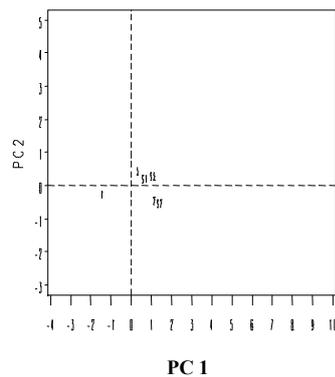


**Gambar 2. Grafik GGE-Biplot basis fokus-lingkungan skala simetris**

Interaksi kualitatif menunjukkan bahwa peringkat bobot biji per tanaman berbeda-beda antar lingkungan (Yan *et al.*, 2000). Suatu genotipe memiliki interaksi positif yang besar dengan suatu lingkungan, namun dengan lingkungan yang lain memiliki interaksi negatif yang besar. Sebagai contoh, WL-2265/200/33/183 (M2) memiliki bobot biji per tanaman gandum tinggi pada lingkungan K2 dan K3 (interaksi positif besar), namun memiliki bobot biji per tanaman gandum yang rendah pada lingkungan K1 (interaksi negatif besar) (Gambar 3). Nilai efek genotipe (59,68%) yang lebih besar dibandingkan nilai efek interaksi  $G \times E$  (5,86%) menunjukkan tidak adanya interaksi  $G \times E$  yang kuat.

### **3. Keragaman Bobot Biji per Rumpun dan Stabilitas Genotipe Gandum**

Keragaman hasil dan stabilitas suatu genotipe dapat dievaluasi dengan metode rerata lingkungan atau AEC (Yan, 2001; Yan, 2002, Yan dan Hunt, 2002). Pada metode ini, rerata lingkungan didefinisikan dengan rerata nilai PC1 dan PC2 semua lingkungan (1,04; 0,25), dan digambarkan dengan lingkaran kecil pada grafik GGE biplot (Gambar 4).

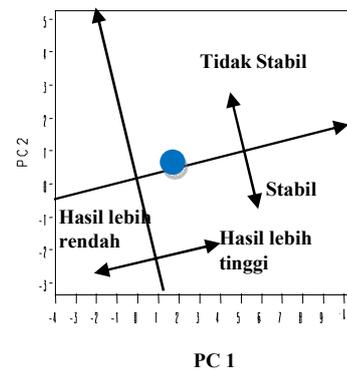


**Gambar 3. Grafik GGE-Biplot genotipe dan lingkungan basis skala simetris**

Garis lurus yang melewati titik koordinat rerata lingkungan (AEC) dengan titik asal biplot disebut aksis rerata lingkungan, yang berperan sebagai absis AEC (satu ujung tanda panah). Sebagai ordinat AEC adalah garis lurus yang melalui titik asal biplot dan tegak lurus AEC (dua ujung tanda panah). Absis AEC mengikuti arah tanda panah menunjukkan semakin besar efek utama genotipe. Ordinat AEC membagi genotipe-genotipe yang memiliki rerata bobot biji per tanaman lebih tinggi dari rerata umum dengan genotipe-genotipe yang memiliki rerata bobot biji per tanaman lebih rendah dari rerata umum. Genotipe yang memiliki rerata bobot biji per tanaman lebih tinggi dari rerata umum adalah WL-2265/200/33/183 sedangkan genotipe yang lain dibawah rerata umum. Arah pada ordinat yang menjauh dari titik asal biplot menunjukkan efek interaksi GE yang semakin besar dan menurunnya stabilitas.

#### 4. Identifikasi Genotipe Ideal

Suatu alat yang dapat digunakan pada analisis GGE biplot untuk mengidentifikasi genotipe superior dan lingkungan ideal adalah korelasi yang



**Gambar 4. Koordinat rerata lingkungan pada grafik GGE-Biplot basis skala simetris**

tinggi antara nilai PC1 genotipe dengan rerata hasil genotipe (Yan *et al.*, 2000; Yan *et al.*, 2001; Yan dan Rajcan, 2002; Crossa *et al.*, 2002). Menurut Yan dan Rajcan (2002), genotipe ideal adalah genotipe yang memiliki nilai PC1 besar (rerata hasil tinggi) dan nilai absolut PC2 kecil (stabilitas tinggi).

Panjang vektor AEC (jarak dari titik asal biplot dengan tanda rerata lingkungan) merupakan ukuran relatif pentingnya efek utama genotipe dibanding interaksi GxE. Semakin panjang vektor AEC, berarti pengaruh yang utama adalah genotipe, jadi seleksi yang dilakukan berdasarkan pada rerata keragaan (bobot biji per tanaman). Genotipe yang memiliki kriteria tersebut adalah WL-2265/200/33/183 (M2) disamping bobot biji per tanaman paling tinggi juga paling stabil dibandingkan genotipe yang lain, sehingga M2 merupakan mutan ideal.

#### 5. Identifikasi Lingkungan Ideal

Lingkungan ideal yaitu lingkungan yang memiliki nilai PC2 kecil (lebih representatif untuk semua lingkungan) dan memiliki nilai PC1 besar (lebih mampu membedakan genotipe dalam batasan efek utama genotipe).

Pada Gambar 4, peringkat lingkungan berdasarkan tingkat paling representatif (nilai PC2) adalah K2 (lingkungan dengan pemberian efektif mikro organisme konsentrasi 5% pada media tanam). Urutan peringkat lingkungan berdasarkan batasan kemampuannya untuk membedakan genotipe (nilai PC1) adalah K2 (lingkungan dengan pemberian efektif mikroorganisme konsentrasi 5% pada media tanam), K3 (lingkungan dengan pemberian efektif mikroorganisme konsentrasi 10% pada media tanam), K1 (lingkungan tanpa pemberian efektif mikroorganisme). Berdasarkan hasil tersebut, maka lingkungan yang ideal untuk seleksi genotipe-genotipe pada sifat bobot biji per tanaman gandum adalah K2 (lingkungan dengan pemberian efektif mikroorganisme konsentrasi 5% pada media tanam).

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

1. Genotipe WL-2265/200/33/183 memiliki rata-rata bobot biji per tanaman gandum yang tertinggi karena nilai  $PC_1 > 0$  (1,13964).
2. Genotipe yang memiliki rerata bobot biji per tanaman lebih tinggi dari rerata umum adalah WL-2265/200/33/183.
3. Genotipe yang ideal adalah WL-2265/200/33/183 disamping bobot biji per tanaman paling tinggi juga paling stabil.
4. Lingkungan yang ideal untuk seleksi genotipe-genotipe pada sifat bobot biji per tanaman gandum adalah K2 (lingkungan dengan pemberian efektif mikroorganisme konsentrasi 5% pada media tanam).

### Saran

1. Masih harus terus dilakukan penelitian pada tanaman gandum di dataran rendah pada banyak hal, seperti pengendalian hama dan penyakitnya, dibudidayakan pada berbagai jenis tanah, penggunaan pupuk cair, penanaman gandum

secara organik, penambahan berbagai PGPR pada media tanam gandum, dll.

2. Perlu dilakukan uji multi lokasi.

## Daftar Pustaka

- Anonim 2000. Perkembangan Gandum di Indonesia at: <http://www.bogasariflour.com/html/ind/w73.htm>.
- Anonim. 2012. Indonesia Rentan Krisis Pangan. Kompas.
- Azwar, R., T. Danukusuma dan A.A. Daradjat. 1988. Prospek Pengembangan Terigu di Indonesia. *Dalam* "Risalah Simposium II. Penelitian Tanaman Pangan". Ciloto, 21-23 Maret 1988. Buku 1. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 227-239 pp.
- Burgueno, J., J. Crossa and M. Vargas. 2001. SAS Programme for Graphic GE and GGE biplot. Biometrics and Statistics Unit. CIMMYT. INT. Mexico.
- Dahlan, M., S. Sugiyatni, S. Ponidi dan A.B. Yayuk. 1985. Adaptasi Varietas Terigu di Jawa Timur. Hasil Penelitian Jagung, Sorgum, Terigu. Risalah Rapat Teknis Puslitbangtan. Bogor 28-29 Maret 1985. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Danakusuma, T. 1985. Hasil Penelitian Terigu dan Prospek Pengembangannya. Penelitian Terigu di Balittan Sukarami. Hasil Penelitian Jagung, Sorgum, Terigu. Risalah Rapat Teknis Puslitbangtan. Bogor 28-29 Maret 1985. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 189-201 pp.
- Gauch, H.G., Jr. and R.W. Zobel. 1997. Identifying Mega-environments

- and targeting genotypes. *Crop. Sci.* 37: 311–326.
- Higa dan Wididana. 1993. Peranan Efektif Mikroorganisme 4 dalam Meningkatkan Kesuburan dan Produktivitas Tanah. PT Soggolangit Persada. Jakarta.
- Pringgohandoko, B. 2013. Kajian Fisiologi: Perbaikan Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.) terhadap Cekaman Kekeringan di Dataran Rendah Melalui Mutasi Induksi. Disertasi. Universitas Gajah Mada.
- Yan, W., L.A. Hunt., Q. Sheng and Z. Szlavnic. 2000. Cultivar Evaluation and Mega-environment Investigation Based on GGE biplot. *Crop. Sci.* 40: 507-605.
- Yan, W. 2001. GGE biplot – a Windows Application for Graphical Analysis of Multienvironment Trial Data and Other Types of Two-way Data. *Agron. J.* 93: 1111-1118.
- Yan, W. 2002. Singular Value Partitioning in Biplot Analysis of Multienvironment Trial Data. *Agron. J.* 94: 990–996.
- Yan, W. and L.A. Hunt. 2002. Biplot Analysis of Diallel Data. *Crop Sci.* 42: 21–30.
- Yan, W. and Racjan, I. 2002. Biplot Analysis of Test Sites and Trait Relations of Soybean in Ontario. *Crop Sci.* 42: 11-20.

