

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Kondisi Lingkungan Lokasi

Kebun Percobaan Cangar Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya terletak di Cangar, lereng Welirang, desa Sumber Brantas, kecamatan Bumiaji, kota Batu dan berjarak \pm 40 km dari kota Malang. Lokasi berada di ketinggian 1500 m di atas permukaan laut sehingga tergolong dataran tinggi. Curah hujan rata-rata 2500 mm/tahun dengan suhu udara antara 22-25°C dengan suhu rata-rata 20° C. Kelembaban udara antara 80-85%.

Topografi lahan berbukit dengan kemiringan lebih dari 40°. Jenis tanah andisol berstruktur lempung berpasir, pH tanah berkisar 5,5–7, suhu tanah 19° C, dengan kondisi tersebut lahan produktif untuk ditanami tanaman gandum yang membutuhkan suhu rendah dalam siklus hidupnya.

4.1.2. Keragaman Kualitatif

Karakter kualitatif yang diamati ialah warna dan bentuk biji gandum hasil persilangan.

1. Warna biji gandum

Untuk warna biji diamati menggunakan *Colour Chart*, dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Warna biji gandum hasil persilangan

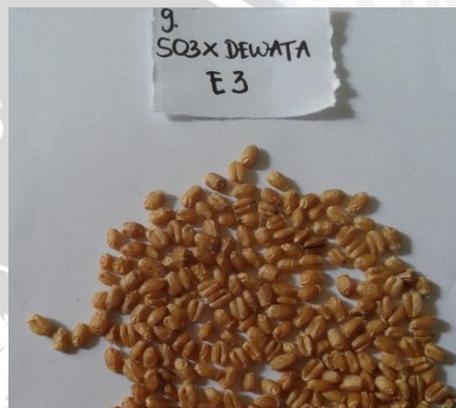
No	Perlakuan	Warna biji hasil persilangan	Warna dominan tetua
1	SO-3 X M-9 E1	Moderate Orange	Betina
2	SO-3 X M-9 E2	Moderate Orange	Betina
3	SO-3 X M-9 E3	Moderate Orange	Betina
4	SO-10 X M-9 E1	Moderate Orangish Yellow	Betina
5	SO-10 X M-9 E2	Moderate Orangish Yellow	Betina
6	SO-10 X M-9 E3	Moderate Orangish Yellow	Betina
7	SO-3 X DEWATA E1	Moderate Orange	Betina
8	SO-3 X DEWATA E2	Moderate Orange	Betina
9	SO-3 X DEWATA E3	Moderate Orange	Betina
10	SO-10 X DEWATA E1	Moderate Yellow	Jantan
11	SO-10 X DEWATA E2	Moderate Yellow	Jantan
12	SO-10 X DEWATA E3	Moderate Yellow	Jantan

Keterangan: E1 = Emaskulasi 1 hari sebelum persilangan
E2 = Emaskulasi 2 hari sebelum persilangan
E3 = Emaskulasi 3 hari sebelum persilangan

Tetua yang digunakan memiliki warna yang berbeda yaitu M-9 dengan warna Brownish Orange, DEWATA dengan warna Moderate Yellow, SO-3 dengan warna Moderate Orange, dan SO-10 dengan warna Moderate Orangish Yellow. Hasil penelitian menjelaskan bahwa dari dua belas persilangan menghasilkan kombinasi beberapa warna biji yang hampir sama dengan tetua betinanya.



(a) Tetua Betina (Moderate Orange)



(b) Hasil Persilangan SO-3 X Dewata emaskulasi 3 hari sebelum persilangan (Moderate Orange)



(c) Tetua Jantan (Moderate Yellow)



(d) Hasil Persilangan SO-10 X

Dewata emaskulasi 2 hari sebelum persilangan (Moderate Yellow)

Gambar 5. Warna tetua dan hasil persilangan biji gandum

2. Bentuk Biji

Bentuk biji gandum untuk semua set persilangan ialah lonjong. Dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bentuk biji dari hasil persilangan

Tetua Persilangan	Bentuk Biji
SO-3 X M-9 E1	Lonjong
SO-3 X M-9 E2	Lonjong
SO-3 X M-9 E3	Lonjong
SO-10 X M-9 E1	Lonjong
SO-10 X M-9 E2	Lonjong
SO-10 X M-9 E3	Lonjong
SO-3 X DEWATA E1	Lonjong
SO-3 X DEWATA E2	Lonjong
SO-3 X DEWATA E3	Lonjong
SO-10 X DEWATA E1	Lonjong
SO-10 X DEWATA E2	Lonjong
SO-10 X DEWATA E3	Lonjong

Keterangan: E1 = Emaskulasi 1 hari sebelum persilangan
E2 = Emaskulasi 2 hari sebelum persilangan
E3 = Emaskulasi 3 hari sebelum persilangan



Gambar 6. Bentuk biji gandum hasil persilangan (1) SO-3 X M-9 emaskulasi 1 hari sebelum persilangan, (10) SO-10 X DEWATA emaskulasi 1 hari sebelum persilangan

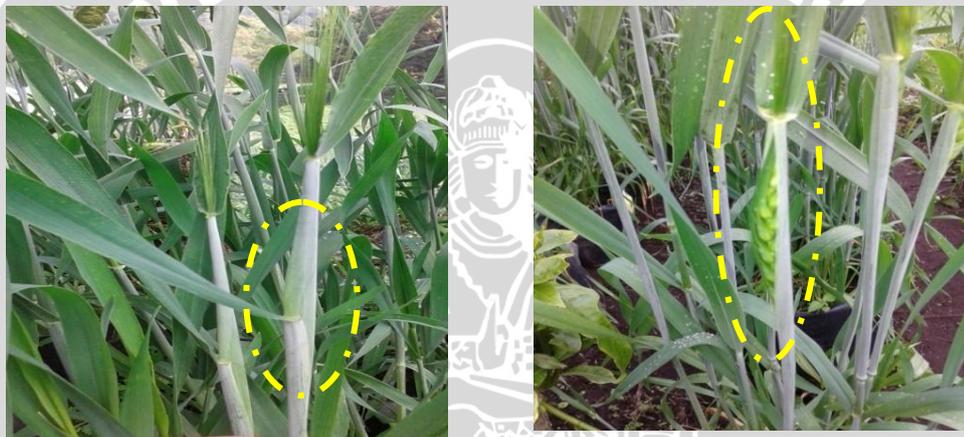
4.1.3 Keragaman Kuantitatif

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi umur muncul bunga (hari), presentase keberhasilan persilangan (%), umur panen (hari), dan

bobot 100 biji (gram). Hasil dari pengamatan diuji menggunakan uji t dan disajikan dalam bentuk tabel.

4.1.3.1 Umur Muncul Bunga (Hari)

Terdapat empat genotip yang digunakan didalam persilangan, dan setiap genotip memiliki umur muncul bunga yang berbeda-beda. Tiga hari sebelum bunga gandum muncul terlebih dahulu bunga bunting seperti pada contoh gambar dibawah ini. Pertama muncul bunga yaitu genotip M-9 pada 67 Hst, kedua genotip S0-3 yaitu 69 Hst, ketiga DEWATA yaitu pada 71 Hst, terakhir muncul yaitu genotip S0-10 pada 76 Hst. Genotip S0-3 dan S0-10 digunakan sebagai tetua betina. Sedangkan genotip DEWATA dan M-9 digunakan sebagai tetua jantan.



(a) Gandum bunting

(b) Muncul bunga

Gambar 7. Munculnya bunga gandum

Genotip M-9 selain memiliki umur muncul bunga lebih cepat. Antara *lemma* dan *palea* terdapat alat reproduksi, yaitu tiga buah kepala sari, putik yang berbentuk bulat telur dan kepala putik. Kepala sari panjang dan kecil membentuk tabung silinder. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dibutuhkan serbuk sari yang banyak dalam persilangan, untuk satu kali persilangan dibutuhkan 3-5 bunga jantan baik M-9 dan juga DEWATA. Hal ini dapat terjadi karena pemulia memilih tetua jantan dengan ciri-ciri terdapat 1 atau 2 serbuk sari yang pecah diantar banyak spikelet dalam satu malai. Dengan cara seperti itu dapat diketahui bahwa bunga pada genotip M-9 dan DEWATA terdapat polen yang siap diserbukkan pada tetua betina.

Tabel 3. Perbandingan umur muncul bunga genotip SO-3, SO-10, M-9 dan DEWATA

Umur Muncul Bunga				
Genotip	Rata-rata (Hari)	Genotip	Rata-rata (Hari)	Uji t
SO-3	69.52	SO-10	76.18	*
SO-3	69.52	M-9	67.42	*
SO-3	69.52	DEWATA	71.55	*
SO-10	76.18	SO-3	69.52	*
SO-10	76.18	M-9	67.42	*
SO-10	76.18	DEWATA	71.55	*
M-9	67.42	DEWATA	71.55	*

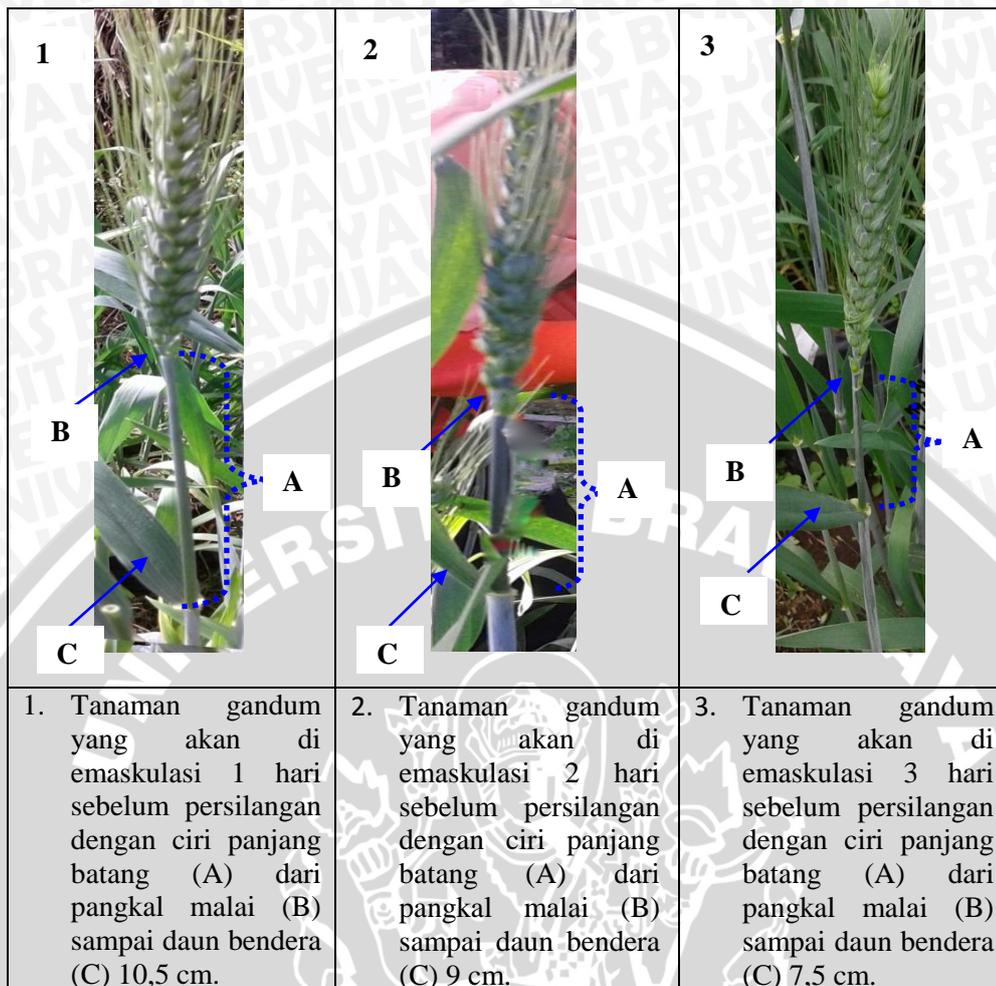
Keterangan: * berbeda nyata pada taraf uji t 5%

Hasil analisis statistik menggunakan bahan antar genotip memiliki perbedaan umur berbunga. Genotip M-9 memiliki umur berbunga paling pendek (67.42 hari) sedangkan genotip SO-10 memiliki umur berbunga paling panjang (76.18 hari).

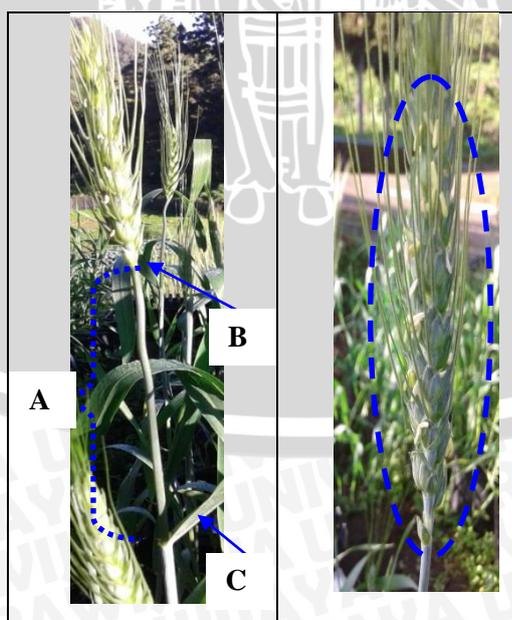
4.1.3.2 Presentase Keberhasilan Persilangan (%)

Waktu persilangan dilakukan pada pagi hari, setelah matahari terbit. Sinar matahari berpengaruh nyata pada mekarnya bunga sehingga serbuksari bisa pecah dan menandakan bunga siap untuk disilangkan. Bunga gandum mulai mekar pada pagi hari sekitar jam 08.00-12.00 WIB. Lingkungan hutan dengan dataran tinggi membuat sinar matahari dapat bersinar sampai pukul 12.00 WIB terkadang dibawah jam 12.00 sudah turun hujan. Hal ini berpengaruh pada banyaknya bunga yang disilangkan. Penentuan bunga yang akan diemaskulasi didasarkan pada ciri morfologi bunga. Berikut ialah ciri-ciri tanaman gandum yang akan diemaskulasi :

- Emaskulasi 1 hari sebelum persilangan apabila panjang batang setelah daun bendera 10,5 cm. Lebar spikelet 0,13 cm. Warna spikelet hijau muda. Putik mekar sempurna dengan lendir yang menempel disekelilingnya.
- Emaskulasi 2 hari sebelum persilangan apabila panjang batang setelah daun bendera 9 cm. Lebar spikelet 0,11 cm. Warna spikelet hijau gelap agak muda. Sebagian putik mulai mekar dengan lendir yang menempel disekelilingnya.
- Emaskulasi 3 hari sebelum persilangan apabila panjang batang setelah daun bendera 7,5 cm. Lebar spikelet 0,9 cm, warna spikelet hijau gelap, putik keluar sedikit lendir dan masih belum mekar sempurna.

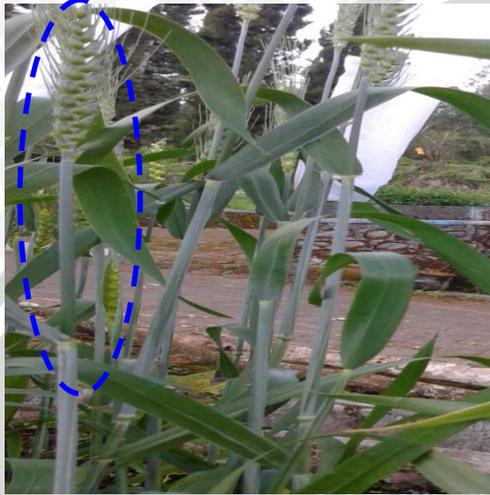


Gambar 8. Ciri-ciri tanaman gandum yang akan diemaskulasi

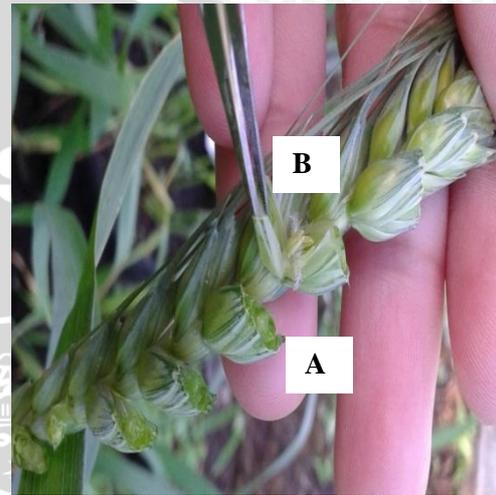


Gambar 9. Ciri-ciri tanaman gandum yang sudah menyerbuk sendiri

Tanaman gandum sudah tidak bisa digunakan sebagai tetua betina apabila panjang batang (A) dari pangkal malai (B) sampai daun bendera (C) 13 cm, lebar spikelet 0,15 cm, warna spikelet hijau muda dan serbuk sari pecah dan sudah menyerbuki putik. Serbuk sari yang kosong keluar malai dengan warna putih kekuningan seperti pada gambar 9.



(a) Pemilihan bunga betina untuk persilangan



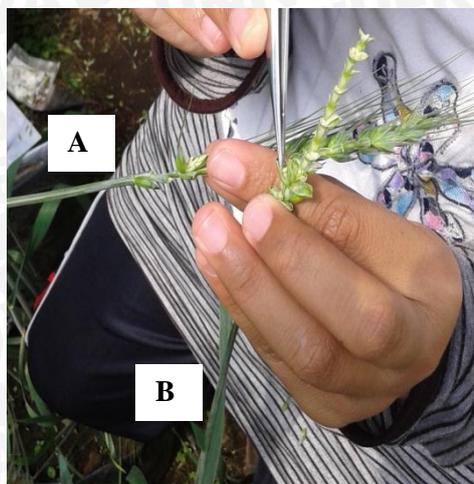
(b) Tahapan kastrasi (A) dan emaskulasi (B)



(c) Rangkaian bunga betina yang sudah di emaskulasi



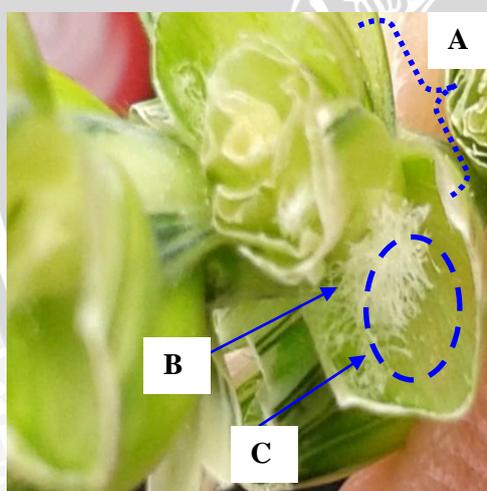
(d) Disungkup setelah diemaskulasi



(e) Persilangan antara tetua betina (A) dan tetua jantan (B)



(f) Bunga jantan untuk persilangan



(g) Bunga betina yang sudah diserbuki. Spikelet (A), putik (B), polen yang menempel pada putik (C).



(h) Pelabelan hasil persilangan (8. SO-3 x Dewata E2 08.55)

Gambar 10. Langkah-langkah persilangan tanaman gandum

Tabel 4. Keberhasilan Pada Berbagai Set Persilangan

Tetua Persilangan	Σ Bunga yang diserbuki	Σ Biji hasil persilangan	Keberhasilan Persilangan (%)
SO-3 X M-9 E1	282	217	76,95
SO-3 X M-9 E2	267	214	80,14
SO-3 X M-9 E3	300	263	87,66
SO-10 X M-9 E1	300	244	81,33
SO-10 X M-9 E2	288	249	86,46
SO-10 X M-9 E3	295	238	80,67
SO-3 X DEWATA E1	264	196	74,24
SO-3 X DEWATA E2	279	235	84,22
SO-3 X DEWATA E3	279	258	92,47
SO-10 X DEWATA E1	283	235	83,04
SO-10 X DEWATA E2	300	231	77,00
SO-10 X DEWATA E3	295	264	89,49

Keterangan: E1 = Emaskulasi 1 hari sebelum persilangan
 E2 = Emaskulasi 2 hari sebelum persilangan
 E3 = Emaskulasi 3 hari sebelum persilangan

Pada tabel diatas menjelaskan keberhasilan 12 kombinasi persilangan. SO-3 X DEWATA dengan emaskulasi 3 hari sebelum persilangan memiliki nilai keberhasilan yang tertinggi yaitu 92,47 % sedangkan SO-3 X M-9 dengan emaskulasi 1 hari sebelum persilangan memiliki nilai keberhasilan yang terendah yaitu 76,95 %.

Tabel 5. Perbandingan keberhasilan persilangan pada berbagai waktu emaskulasi

Presentase keberhasilan Persilangan (%)				
Emaskulasi	Rata-rata (%)	Emaskulasi	Rata-rata (%)	Uji t
E1	78,75	E2	81,75	tn
E1	78,75	E3	87,50	*
E2	81,75	E3	87,50	tn

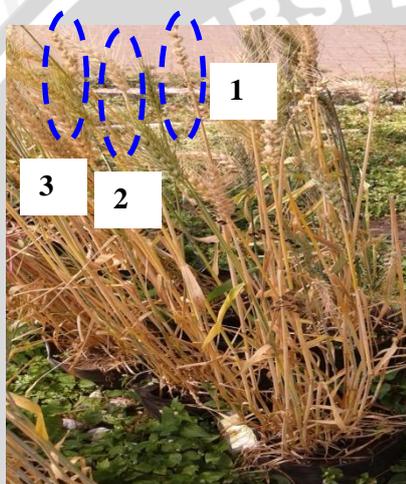
Keterangan: * berbeda nyata dan tn tidak berbeda nyata pada taraf uji t 5%
 E1 = Emaskulasi 1 hari sebelum persilangan
 E2 = Emaskulasi 2 hari sebelum persilangan
 E3 = Emaskulasi 3 hari sebelum persilangan

Hasil uji t menunjukkan bahwa keberhasilan persilangan pada emaskulasi 1 hari dan emaskulasi 2 hari sebelum persilangan menunjukkan tidak berbeda nyata. Keberhasilan persilangan pada emaskulasi 1 hari dan emaskulasi 3 hari sebelum persilangan menunjukkan berbeda nyata. Hal tersebut mempunyai arti bahwa emaskulasi yang dilakukan 3 hari sebelum persilangan dapat meningkatkan presentase keberhasilan persilangan gandum. Keberhasilan persilangan pada

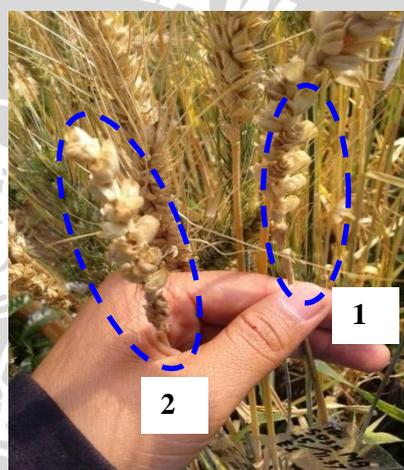
emaskulasi 2 hari dan emaskulasi 3 hari sebelum persilangan menunjukkan tidak berbeda nyata. Hal tersebut mempunyai arti bahwa bunga gandum yang diemaskulasi 2 hari dan 3 hari sebelum persilangan menunjukkan rata-rata persentase keberhasilan persilangan yang sama.

4.1.3.3 Umur Panen (Hari)

Umur panen gandum dapat diamati dari apabila sekam telah mengering, jika di pegang biji terisi penuh, dan berwarna coklat. Panen dilakukan dengan gunting untuk hasil persilangan yaitu pada genotip SO-3 dan SO-10. Sedangkan untuk genotip M-9 dan DEWATA menggunakan sabit bergerigi.



a) Tetua betina SO-3 dalam satu polibag (1,2, dan 3)



b) Panen hasil persilangan (1 dan 2)



(c) Malai SO-3 X DEWATA



(d) Gandum yang di emaskulasi namun tidak diserbuki

Gambar 11. Panen tanaman gandum

Hasil analisis statistik menggunakan bahan antar genotip memiliki perbedaan umur panen. Genotip M-9 memiliki umur panen paling cepat (130, 20 hari) sedangkan genotip SO-10 memiliki umur berbunga paling lama (137, 35 hari).

Tabel 6. Perbandingan umur panen gandum genotip SO-3, SO-10, M-9 dan DEWATA

Umur Panen Gandum				
Genotip	Rata-rata (Hari)	Genotip	Rata-rata (Hari)	Uji t
SO-3	134.98	SO-10	137.35	*
SO-3	134.98	M-9	130.20	*
SO-3	134.98	DEWATA	132.80	*
SO-10	137.35	SO-3	134.98	*
SO-10	137.35	M-9	130.20	*
SO-10	137.35	DEWATA	132.80	*
M-9	130.20	DEWATA	132.80	*

Keterangan: * berbeda nyata pada taraf uji t 5%

4.1.3.4 Bobot 100 Biji (gram)

Berdasarkan hasil panen diperoleh bobot 100 biji yang menunjukkan keragaman yang dipengaruhi oleh lingkungan dan juga genotip.



(a) Menimbang bobot 100 biji



(b) biji hasil persilangan SO-3 X DEWATA

Gambar 12. Bobot 100 biji

Tabel 7. Bobot 100 biji dari hasil persilangan

Tetua Persilangan	Bobot 100 biji (gram)
SO-3 X M-9 E1	3.70
SO-3 X M-9 E2	3.80
SO-3 X M-9 E3	3.60
SO-10 X M-9 E1	3.00
SO-10 X M-9 E2	2.90
SO-10 X M-9 E3	2.80
SO-3 X DEWATA E1	3.50
SO-3 X DEWATA E2	3.40
SO-3 X DEWATA E3	3.50
SO-10 X DEWATA E1	2.80
SO-10 X DEWATA E2	2.90
SO-10 X DEWATA E3	2.90

Keterangan: E1 = Emaskulasi 1 hari sebelum persilangan
E2 = Emaskulasi 2 hari sebelum persilangan
E3 = Emaskulasi 3 hari sebelum persilangan

Hasil terendah yaitu kombinasi antara perlakuan SO-10 X M-9 E3 dan SO-10 X DEWATA E1 sebesar 2,8 gram. Dan hasil tertinggi pada kombinasi perlakuan SO-3 X M-9 E2 sebesar 3,8 gram.

Tabel 8. Perbandingan bobot 100 biji pada berbagai waktu emaskulasi

Bobot 100 biji				
Emaskulasi	Rata-rata (gram)	Emaskulasi	Rata-rata (gram)	Uji t
E1	3.25	E2	3.25	tn
E1	3.25	E3	3.20	tn
E2	3.25	E3	3.20	tn

Keterangan: tn tidak berbeda nyata pada taraf uji t 5%

E1 = Emaskulasi 1 hari sebelum persilangan

E2 = Emaskulasi 2 hari sebelum persilangan

E3 = Emaskulasi 3 hari sebelum persilangan

Hasil rata-rata uji t didapatkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal tersebut mempunyai arti bahwa bobot 100 biji pada emaskulasi 1 hari, 2 hari dan 3 hari sebelum dilakukan persilangan menunjukkan rata-rata yang sama.

4.2 Pembahasan

Proses persilangan buatan pada tanaman gandum harus dilakukan melalui beberapa tahap kegiatan. Sebelum dilakukan suatu persilangan didahului dengan kegiatan kastrasi dan emaskulasi. Kastrasi adalah membersihkan bagian tanaman yang ada di sekitar bunga yang akan di emaskulasi dari kotoran, serangga, dan kuncup-kuncup bunga yang tidak dipakai. Membuang mahkota dan kelopak juga termasuk kegiatan kastrasi (Syukur, 2012). Emaskulasi ialah suatu tindakan membuang semua benang sari yang masih muda atau yang belum masak dari sebuah kuncup bunga suatu tanaman induk betina, dengan maksud agar bunga tersebut tidak mengalami penyerbukan sendiri. Dalam penelitian ini terdapat tiga waktu emaskulasi yang berbeda yaitu emaskulasi 1 hari (E1), 2 hari (E2), tiga hari (E3) sebelum persilangan. Emaskulasi dilakukan pada bunga betina yaitu pada genotip SO-3 dan SO-10. Tidak terdapat kesulitan pada pelaksanaan E1, E2, dan E3. Pada padi emaskulasi dilakukan sehari sebelum penyerbukan agar putik menjadi masak sempurna saat penyerbukan sehingga keberhasilan persilangan lebih tinggi. Setiap bunga (*spikelet*) terdapat enam benang sari. Dua kepala putik yang menyerupai rambut tidak boleh rusak (Supartopo, 2006). Pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Prastini (2015) menjelaskan bahwa keberhasilan persilangan padi pada berbagai waktu emaskulasi menunjukkan hasil yang sama. Selama tidak terjadi kerusakan putik padi, emaskulasi dapat dilakukan 1, 2, atau 3 hari sebelum bunga mekar.

Hipotesis penelitian ini tidak terbukti karena penelitian pada tanaman gandum waktu emaskulasi yang baik ialah 3 hari sebelum dilakukan persilangan dengan presentase keberhasilan sebesar 87.50% jika dibandingkan dengan emaskulasi 1 hari sebelum persilangan. Karena emaskulasi 3 hari sebelum dilakukan persilangan menghasilkan lendir yang lebih banyak sehingga serbuk sari yang diterima bisa menempel sempurna pada putik dengan begitu banyak memberikan pengaruh yang nyata pada keberhasilan persilangan. Waktu emaskulasi 1 hari dan 2 hari sebelum persilangan menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Artinya bahwa bunga gandum yang diemaskulasi 1 hari dan 2 hari sebelum persilangan menunjukkan rata-rata persentase keberhasilan persilangan yang sama.

Penyerbukan adalah jatuhnya polen di kepala putik. Kepala putik yang telah masak biasanya mengeluarkan lendir yang mengandung larutan gula dan zat-zat lain yang diperlukan untuk perkecambahan polen. Jika polen jatuh diatas kepala putik maka dalam keadaan normal akan menyerap cairan yang dihasilkan oleh putik, kemudian akan mengembang dan berkecambah. Pada saat itu, salah satu pori pada dinding luar polen akan pecah. Oleh karena butir polen terus-menerus menyerap cairan dari kepala putik maka volumenya makin bertambah besar dan isi polen (protoplasma + dua buah inti) yang terbungkus oleh selaput yang tipis dan lunak dapat keluar melalui pori yang telah pecah sebagai tabung polen (Syukur, 2012). Keberhasilan persilangan dapat diketahui pada satu minggu setelah persilangan. Ditandai dengan calon buah mulai membesar sebagai calon biji yang ada didalam *lemma* dan *palea*. Jika persilangan tidak berhasil dapat diketahui dengan warna malai menjadi hijau keputihan, agak kering, dan tidak terdapat biji didalam *lemma* dan *palea*. Setiap bunga terdiri dari kelopak-kelopak bunga yang disebut *lemma* (bagian yang besar) dan *palea* yang lebih kecil. Antara *lemma* dan *palea* terdapat alat reproduksi, yaitu tiga buah kepala sari, putik yang berbentuk bulat telur dan kepala putik. Kepala sari panjang dan kecil membentuk tabung silinder. Ujung bakal buah akan ditumbuhi rambut-rambut yang tersusun rapi. Selanjutnya lemma, palea, dan keseluruhan alat kelamin (yang menjadi biji atau kernel) merupakan satu kesatuan bunga (*floret*). (Soeranto,1997).

Tujuan utama dari persilangan adalah untuk membentuk keragaman genetik. Selain itu persilangan juga berfungsi untuk menyatukan karakter kualitatif yang diinginkan pada tanaman yang berbeda atau galur tanaman yang satu ke tanaman atau galur yang lain, yaitu mentransfer karakter yang diinginkan dari satu varietas ke varietas lain yang dituju (Cisar dan Cooper, 2010). Persilangan bertujuan untuk mendapatkan variasi dan menggabungkan sifat-sifat yang dimiliki dari kedua gandum yang disilangkan. Varietas Dewata beradaptasi baik pada lingkungan dataran menengah-tinggi di Indonesia. Dianjurkan untuk dataran tinggi (<1000 m dpl). Varietas ini mempunyai potensi hasil produksi yaitu 2,96 t/ha. Varietas GURI 6 UNAND dilepas berdasarkan SK Menteri Pertanian RI No.1163/kpts/SR.120/11/2014, tanggal 12 November 2014, tentang pelepasan galur SO-3 sebagai varietas unggul dengan nama GURI 6 UNAND. Keunggulan

dari varietas GURI 6 UNAND antara lain adalah adaptif pada dataran menengah-tinggi dengan ketinggian > 600 m dpl, resisten terhadap penyakit hawar daun (*Helminthosporium sativum*), dan mempunyai potensi produksi 5,3 t/ha (Suliansyah, 2015). Oleh karena itu, diharapkan dengan adanya persilangan ini dapat membentuk galur yang unggul dengan umur genjah, produktivitas tinggi, dan adaptif pada dataran menengah-tinggi. Sesuai dengan hasil penelitian genotip SO-3 memiliki warna coklat gelap, memiliki umur berbunga 62 Hst, ukuran biji besar, jumlah anakan 5-9. SO-10 memiliki warna coklat gelap, memiliki umur berbunga 62 Hst, ukuran biji besar, jumlah anakan 3-7. M-9 memiliki warna coklat, umur berbunga 60 Hst, muncul bunga lebih cepat dibandingkan semua genotip, ukuran biji kecil-sedang, jumlah anakan 5-7. DEWATA memiliki warna kuning kecoklatan, memiliki umur berbunga 62 Hst, muncul bunga lebih lama dibandingkan M-9, ukuran biji kecil-sedang, jumlah anakan 4-8, hasil panen mencapai 2,96 t/ha. Tetua betina ialah genotip SO-3 dan SO-10. Sedangkan tetua jantan ialah genotip M-9 dan DEWATA. Dengan harapan mentransfer karakter dari M-9 dan DEWATA ke SO-3 dan SO-10.

Gandum ialah tanaman semusim dengan karakter alami menyerbuk sendiri (*self polination*), penyerbukan silang hanya 1-4%. Pembungaan dimulai pada sepertiga bagian tengah malai kemudian menyebar secara bersama ke arah ujung dan pangkal malai. Bunga-bunga bermekaran pada pertengahan pagi menjelang siang. Kemampuan reseptif stigma berkisar antara 4-13 hari, sedangkan viabilitas polen hanya sekitar 30 menit. Bulir yang berada pada bagian tengah malai dan bagian proksimal dari floret cenderung membesar. Kondisi masak fisiologis dapat dicapai apabila kandungan kelembapan dari keseluruhan bulir yang terbentuk telah menurun antara 25-35% (Ginkel dan Villareal 1996).

Tetua yang digunakan dalam persilangan, baik sebagai tetua jantan penyedia polen maupun tetua betina, pertumbuhannya harus terjaga, bebas hama dan penyakit. Agar persilangan dapat dilakukan dengan efektif, waktu penanaman tetua jantan dan betina diatur sehingga diperoleh waktu berbunga yang tepat, dimana putik bunga tetua betina telah reseptif dan polen tetua jantan telah masak dan siap diserbukkan. Rendahnya keberhasilan persilangan di pengaruhi oleh ketepatan waktu berbunga, keadaan lingkungan yang tidak mendukung, dan

sterilitas keturunan. Keterampilan teknis dari petugas persilangan juga dapat berpengaruh pada keberhasilan persilangan. Selain itu ada beberapa faktor seperti kegagalan tanaman untuk berbunga, kuncup dan bunga rontok sebelum atau setelah fertilisasi, rendahnya produksi polen, polen tidak viabel, dan *self incompatibility* (Multhoni *et al.* 2012). Dari 12 kombinasi persilangan didapatkan hasil presentase keberhasilan yang berbeda. Hasil tertinggi yaitu pada kombinasi persilangan SO-3 X DEWATA E3 dengan presentase keberhasilan 92%. Hal yang ini dipengaruhi oleh keahlian pemulia, keadaan lingkungan yang mendukung, dan waktu emaskulasi yang tepat. Pada awal persilangan pemulia menggunakan dua cara dalam emaskulasi yaitu cara memotong miring dan memotong datar. Cara miring dengan tujuan agar tidak ada putik yang terpotong, namun sulit membuka *lemma* dan *palea* saat dilakukan persilangan dikhawatirkan banyak polen yang terbuang dibandingkan yang menempel pada putik. Cara itu segera dihentikan dan menggunakan cara yang datar sampai akhir persilangan karena aman tidak mengganggu putik dan mudah dalam membuka *lemma* dan *palea* saat persilangan dengan harapan polen yang diterima oleh putik banyak yang menempel.

Tetua yang digunakan memiliki warna yang berbeda yaitu M-9 dengan warna Brownish Orange, DEWATA dengan warna Moderate Yellow, SO-3 dengan warna Moderate Orange, dan SO-10 dengan warna Moderate Orangish Yellow. Dari hasil penelitian dapat dijelaskan bahwa dari dua belas kombinasi persilangan sebagian besar warna biji sama dengan tetua betinanya. Roy (2000) menyatakan bahwa fenotipe merupakan sifat yang tampak yang merupakan hasil akumulasi ragam genetik, ragam lingkungan, dan ragam interaksi keduanya. Syukur (2012) menyatakan bahwa karakter-karakter kualitatif seperti warna dan bentuk sangat sedikit sekali dipengaruhi oleh lingkungan dan biasanya dikendalikan oleh gen sederhana. Pada permukaan tengah dari butir gandum berwarna merah kecoklat-coklatan, putih dan warna di antara keduanya. Warna biji dipengaruhi oleh tekstur gandum kuat (*hard*) berwarna merah lebih gelap daripada gandum lunak. (Jones dan Amos, 1967).

Terdapat empat genotip yang digunakan didalam persilangan, setiap genotip memiliki umur muncul berbeda-beda. Pertama muncul bunga yaitu genotip M-9 pada 67 Hst, kedua genotip Dewata yaitu 69 Hst, ketiga SO-3 yaitu

pada 71 Hst, terakhir muncul yaitu genotip SO-10 pada 76 Hst. Genotip SO-3 dan SO-10 digunakan sebagai tetua betina. Umur muncul bunga pada masing-masing genotip dipengaruhi oleh faktor genetik dari setiap tanaman.

Daradjat dan Purnawati (1994) menyatakan bahwa umur panen tanaman gandum diklasifikasikan menjadi genjah (75-85 hari), sedang (86-96 hari), dalam (97-107 hari), dan sangat dalam (>108 hari). Hasil rata-rata umur panen gandum genotip SO-3, SO-10, M-9, dan DEWATA yaitu antara 129-138 hari. Dari empat genotip semuanya memiliki umur panen sangat dalam. Tanaman gandum mempunyai umur panen antara 85-134 hari tergantung pada varietas dan ketinggian tempat/variasi suhu lingkungan. Terdapat kecenderungan bahwa semakin tinggi tempat/elevasi maka umur panen tanaman gandum akan semakin panjang (Balai Penelitian Tanaman Serealia, 2015). Umur panen gandum dapat diamati dari sekam telah mengering, jika di pegang benih terisi penuh, dan berwarna coklat. Panen dilakukan dengan gunting untuk hasil persilangan yaitu pada genotip SO-3 dan SO-10. Sedangkan untuk genotip M-9 dan DEWATA menggunakan sabit bergerigi. Gandum siap dipanen apabila 80% dari rumpun telah bermalai, batang dan daun telah menguning serta biji sudah mengeras. Panen sebaiknya dilakukan pada kondisi cuaca cerah untuk memudahkan proses perontokan biji. Panen dilakukan dengan sabit bergerigi. Selanjutnya malai dijemur dan dirontok dengan thresher khusus gandum, atau dapat juga dengan mesin thresher padi yang dimodifikasi terlebih dahulu (BPPP, 2013).

Berdasarkan hasil panen diperoleh bobot 100 biji yang menunjukkan keragaman yang dipengaruhi oleh genotip dan lingkungan. Hasil terendah yaitu kombinasi antara perlakuan SO-10 X M-9 E3 dan SO-10 X DEWATA E1 sebesar 2,8 gram. Dan hasil tertinggi pada kombinasi perlakuan SO-3 X M-9 E2 sebesar 3,8 gram. Stone (2011) menyatakan suhu tinggi berpengaruh langsung terhadap pengisian bulir pada serealia meliputi penurunan bobot bulir, berkurangnya laju akumulasi pati dan perubahan komposisi lipid dan polipeptida. Jumlah biji hampa terjadi karena gagalnya floret berpolinasi sehingga gagal dalam membentuk biji. Bahar *et al.* (1988) menyatakan curah hujan yang tinggi seringkali mengakibatkan gagalnya penyerbukan yang berakibat pada hampanya spikelet. Curah hujan yang tinggi diduga salah satu yang menjadi penyebab gagalnya polinasi. Selain itu,

curah hujan yang tinggi menyebabkan penyakit yang muncul terutama yang disebabkan oleh cendawan. Cendawan ini juga mengganggu polinasi. Cendawan yang menyelimuti malai mengganggu juga fotosintesis sehingga akumulasi fotosintat juga tidak maksimal. Bahkan ada hama yang menghisap isi floret sehingga gagal biji terbentuk. Hal ini sama dengan yang ada dilapang, karena setelah dilakukan persilangan hampir setiap hari terjadi hujan. Malai yang awalnya sehat menjadi lengket yang disebabkan oleh Kutu daun (*Aphis* sp.). Kutu daun banyak ditemukan pada tanaman yang letaknya di pinggir. Curah hujan yang tinggi jika diikuti dengan kelembaban yang tinggi juga, akan mengakibatkan serangan berbagai penyakit.

Bentuk biji gandum dari 12 kombinasi persilangan ialah lonjong. Butir gandum (*kernel, grain*) secara botani adalah buah (*caryopsis*). Biji gandum terdiri dari tiga bagian yaitu kulit (*bran*), bagian endosperma, dan bagian lembaga (*germ*). Bentuk butir bervariasi dari lonjong bundar sampai lonjong lancip. Permukaan butir gandum halus, kecuali pada ujung. Endosperma merupakan bagian yang terbesar dari biji gandum (80-83%) yang mengandung protein, pati, dan air. Pada proses penggilingan bagian ini yang diambil paling banyak untuk diubah menjadi tepung terigu. Lembaga pada biji gandum sebesar 2,5-3%. Lembaga merupakan cadangan makanan yang mengandung banyak lemak, pada kondisi yang mendukung akan terjadi perkecambahan yaitu biji gandum akan tumbuh menjadi tanaman yang baru (Jones dan Amos, 1967).