



**PENGARUH PERBEDAAN WAKTU PERSILANGAN TERHADAP
KOMPATIBILITAS KACANG BOGOR (*Vigna subterranea* L.)**

SKRIPSI

Oleh:

NICOLAS REH HAGANTA SIBARANI



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2021



**PENGARUH PERBEDAAN WAKTU PERSILANGAN TERHADAP
KOMPATIBILITAS KACANG BOGOR (*Vigna subterranea* L.)**

Oleh:

NICOLAS REH HAGANTA SIBARANI

175040200111064

**MINAT BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai satu syarat untuk menempuh gelar

Sarjana Pertanian Strata Satu (S1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN

MALANG

2021



PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan yang tertera dalam skripsi ini ialah hasil penelitian saya sendiri, dibawah bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan sebelumnya sebagai syarat kelulusan di perguruan tinggi manapun. Semua yang tertera dalam skripsi ini ialah murni hasil pemikiran saya dan jika terdapat hasil atau pendapat orang lain dengan jelas diterangkan rujukannya dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2021

Nicolas Sibarani

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II



Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M. Si
NIP. 197011181997022001

Dr. Ir. Andy Soegianto, CESA,
NIP. 195602191982031002

Penguji III



Prof. Dr. Ir. Arifin, MS
NIP. 195305041980031021

Tanggal Lulus : '12 JUL 2021



RINGKASAN

NICOLAS REH HAGANTA SIBARANI, 175040200111064. Pengaruh Perbedaan Waktu Persilangan terhadap Kompatibilitas Kacang Bogor (*Vigna subterranea* L.). Dibawah bimbingan Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M. Si sebagai pembimbing utama

Kacang bogor atau *Bambara groundnut* adalah suatu jenis tanaman kacang-kacangan yang berasal dari Benua Afrika. Kacang bogor di Indonesia tanaman ini banyak dibudidayakan di Jawa Barat tetapi kurang diperhatikan dalam hal produksi dalam skala besar. Hal ini terjadi selain rendahnya produksi yang didapatkan, umur panen yang panjang yaitu 5 bulan dan penggunaan benih yang tidak seragam membuat petani enggan menaman tanaman ini dan lebih beralih ke tanaman lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu yang tepat dalam melakukan persilangan dan mengetahui seberapa besar pengaruh waktu persilangan terhadap nilai kompatibilitas dari suatu persilangan pada tanaman kacang bogor.

Penelitian dilakukan di *Screenhouse* Lahan Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Kelurahan Jatimulyo, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2021 hingga bulan Juni 2021. Penelitian ini menggunakan rancangan petak terbagi (RPT) dengan faktor utama adalah waktu persilangan dan genotipe sebagai petak anakan dengan jumlah 64 tanaman. Penelitian ini, petak yang digunakan seluas 5,8 meter \times 1,2 meter dengan jarak tanam 30 \times 30 cm. Waktu persilangan dilakukan atau sebagai petak utama dibagi menjadi 4 waktu yaitu 05.00-06.00 WIB, 06.00-07.00 WIB, 07.00-08.00 WIB, dan 08.00-09.00 WIB dan petak anakan atau genotip yang akan digunakan yaitu galur TVSU 8.6 (G1) berasal dari Thailand sebagai jantan sedangkan galur dari Lamongan BBL 1.1 (G2) dan galur SS 3.4.2 (G3) dari Sumedang dan galur dari Madura (JLB (G4) dan TKB (G5)) sebagai betina. Parameter yang diamati meliputi warna bunga, warna batang, bentuk polong, warna polong, warna biji, waktu persilangan, jumlah bunga, jumlah bunga yang diemaskulasi, jumlah bunga yang disilangkan, jumlah polong terbentuk, dan daya kecambah.

Hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa tanaman kacang bogor memiliki persentase persilangan yang beragam. Persilangan kacang bogor yang dilakukan pada W2 atau 06.00-07.00 pagi memiliki nilai persilangan tertinggi serta memiliki nilai kompatibilitas yang tinggi juga. Pada persilangan ini diperoleh nilai kompatibilitas yang beragam. Nilai kompatibel terendah yaitu W3G2 dengan nilai 18,52% yang termasuk kedalam kompatibilitas sebagian sedangkan perlakuan lainnya termasuk kompatibel dengan nilai persentase diatas 20%. Secara khusus kompatibel tertinggi pada perlakuan W3G5 dengan persentase tertinggi dengan nilai 52,38 % dan kompatibel terendah W4G5 dengan nilai 22,22%. Pengamatan karakter kualitatif yang didapatkan menunjukkan hasil yang beragam pada setiap galur yang digunakan. Karakter kuantitatif yang berbeda nyata ditunjukkan dengan jumlah bunga yang disilangkan, jumlah set yang terbentuk, dan jumlah polong.

SUMMARY

NICOLAS REH HAGANTA SIBARANI, 175040200111064. The Effect of Crossing Time Differences on Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L.) Crossing Compability. Under the guidance of Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M. Si as the main supervisor.

Bogor beans or Bambara groundnut is a type of legume plant originating from the African Continent. Bogor beans in Indonesia are mostly cultivated in West Java but have received little attention in large-scale production. It could be low production obtained, the long harvest life of 5 months, and the use of non-identical seeds make farmers reluctant to secure this crop and switch to other crops. Aim of this study is determine the right time to cross and to find out how much influence the time of crossing has on the compatibility value of a cross in Bogor beans.

The research is conduct at the Experimental Field Screen House, Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Jatimulyo Village, Lowokwaru District, Malang City, East Java. The research is conduct from Februari 2021 to Juni 2021. This study used a split plot design (SPD) with the main factor being the time of crossing and genotype as a sub factor with a total of 64 plants of Bambara groundnut. In this study, the plots used were 5.8 meters \times 1.2 meters with a spacing of 30 \times 30 cm. The time of crossing or as the main plot is divided into 4 times, namely 05.00-06.00 WIB, 06.00-07.00 WIB, 07.00-08.00 WIB, dan 08.00-09.00 WIB and the tiller plot or genotype that will be used is the TVSU 8.6 (G1) line originating from Thailand as male while the lines BBL 1.1 (G2) from Lamongan and SS 3.4.2 (G3) from Sumedang and the lines from Madura (JLB (G4) and TKB (G5)) as the females. Parameters observed include Color of Flower, Color of Stem, Shape of Pod, Color of Pod, Color of Seed, Time of Crossing, Number of Flowers, Number of Flowers to Emasculated, Number of Flowers Crossed, the Number of Pods Formed, and Power of Sprouts.

The results of the research that have been carried out can be opened that the Bambara bean has various percentages of crosses. The crosses of bambara beans carried out on W2 or 06.00-07.00 am had the highest cross value and also had a high value. In this cross, various findings were obtained. The lowest value is W3G2 with a value of 18.52% which is included in the application of other treatments including compatible with values above 20%. Specifically, the highest compatible was W3G5 with the highest percentage with a value of 52.38% and the lowest compatible was W4G5 with a value of 22.22%. The qualitative characters obtained showed varying results for each line used. Different quantitative characters were indicated by the number of flowers crossed, the number of sets formed, and the number of pods.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan penelitian yang berjudul “Pengaruh Perbedaan Waktu Persilangan terhadap Kompatibilitas Kacang Bogor (*Vigna Subterranea* L.). Kegiatan penelitian ini ialah satu dari syarat untuk menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat guna menambah wawasan serta ilmu bagi para pembaca. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun demi kesempurnaan hasil penelitian ini.

Malang, Juli 2021

Penulis



DAFTAR ISI

RINGKASAN

SUMMARY

ii

KATA PENGANTAR

iii

RIWAYAT HIDUP

iv

DAFTAR ISI

v

DAFTAR TABEL

vii

DAFTAR GAMBAR

viii

DAFTAR LAMPIRAN

ix

I. LATAR BELAKANG

1

1.1 Pendahuluan

1

1.2 Tujuan

2

1.3 Hipotesis

2

II. TINJAUAN PUSTAKA

3

2.1 Tanaman Kacang Bogor

3

2.2 Syarat Tumbuh Kacang Bogor

4

2.3 Morfologi Kacang Bogor

5

2.4 Kualitas dan Kuantitas Pollen

7

2.5 Persilangan Kacang Bogor

8

2.6 Kompatibilitas pada Kacang Bogor

9

III. Bahan dan Metode

11

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

11

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

11

3.3 Rancangan Penelitian

11

3.4 Pelaksanaan Penelitian

12

3.4.1 Persiapan Benih

12

3.4.2 Persiapan Media Tanam

12

3.4.3 Penanaman

13

3.4.4 Pemeliharaan Tanaman

13

3.4.5 Pemanenan

14

3.5 Kegiatan Persilangan

14

3.6 Pengamatan

15

3.6.1 Variabel Kualitatif

15

3.6.2 Variabel Kuantitatif

15

3.7 Analisis Data

16

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... 17

4.1 Hasil..... 17

4.1.1 Hasil Karakter Kualitatif..... 17

4.1.2 Karakter Kuantitatif Bunga Kacang Bogor..... 19

4.1.3 Karakter Kuantitatif Jumlah Bunga Disilangkan..... 20

4.1.4 Karakter Kuantitatif Polong Kacang Bogor..... 21

4.2 Pembahasan..... 23

4.2.1 Karakter Kualitatif..... 23

4.2.2 Karakter Kuantitatif..... 26

V. KESIMPULAN DAN SARAN..... 36

5.1 Kesimpulan..... 36

5.2 Saran..... 36

DAFTAR PUSTAKA..... 37

Lampiran..... 42



DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Bagan Pengacakan Penelitian.....	12
2.	Deskripsi Karakter Kualitatif Kacang Bogor.....	17
3.	Nilai Rerata Jumlah Bunga dan Bunga Diemaskulasi	19
4.	Nilai Rerata Jumlah Bunga Disilangkan	21
5.	Nilai Rerata Hasil Persilangan	22
6.	ANOVA Karakter Jumlah bunga	49
7.	ANOVA Karakter Jumlah Bunga Diemaskulasi.....	49
8.	ANOVA Karakter Bunga Disilangkan.....	49
9.	ANOVA Karakter Set Terbentuk.....	50
10.	ANOVA Karakter Polong Terbentuk.....	50

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Kacang Bogor (Ramadhani et al., 2018).....	3
2.	Morfologi tanaman kacang bogor (<i>V. subterranea</i>)	5
3.	Bagian bunga kacang bogor.....	18
4.	Bunga Berhasil Disilangkan (Kiri) dan Bunga Gagal Disilangkan (Kanan).....	32
5.	Penanaman dan Perawatan Kacang Bogor	51
6.	Pengambilan Data.....	51
7.	Penyilangan Kacang Bogor	52

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Denah Percobaan	42
2.	Perhitungan Pupuk Dasar.....	42
3.	Warna Bunga	44
4.	Warna Batang	45
5.	Bentuk Polong	46
6.	Warna Polong	47
7.	Warna Biji.....	48
8.	Analisis Ragam ANOVA.....	49
9.	Dokumentasi Kegiatan Budidaya	51
10.	Tahapan Kacang Bogor setelah Disilangkan	52
11.	Deskripsi Galur.....	54
12.	Pengamatan Suhu dan Kelembaban.....	61



I. LATAR BELAKANG

1.1 Pendahuluan

Kacang bogor telah dikenal di Indonesia dengan beraneka ragam sebutan seperti kacang manila, kacang gengge, kacang baleud, ataupun kacang banten. Bambara groundnut merupakan sebutan yang lebih dikenal di dunia internasional (Astawan, 2009). Tanaman ini termasuk ke dalam jenis tanaman legum yang berasal dari kawasan Afrika Barat dan termasuk jenis tanaman kacang-kacangan yang toleran terhadap kekeringan.

Indonesia sendiri, tanaman ini belum terlalu diperhatikan dalam segi produksinya, masih sedikit daerah-daerah di Indonesia yang baru memulai melakukan budidaya kacang bogor. Kacang bogor merupakan salah satu sumber protein nabati yang sangat sentral perannya bagi tubuh manusia. Kandungan protein yang dimiliki kacang berkisar 17-25% dan karbohidrat 46-65% (Mabhaudhi *et al.*, 2013). Produksi tanaman kacang bogor masih sangat rendah di Indonesia. Hasil penelitian Redjeki (2003) di Gresik, Jawa Timur memperoleh 0,8 ton ha⁻¹ biji kering dengan perlakuan tanpa dilakukannya pemupukan. Sementara itu Madamba (1995) mendapatkan hasil potensi produksi di Zimbabwe dapat mencapai 4 ton ha⁻¹ pada kondisi optimal. Selain rendahnya produksi yang didapatkan, umur panen yang panjang yaitu lima bulan dan penggunaan benih yang tidak seragam membuat petani enggan menanam tanaman ini dan lebih beralih ke tanaman lainnya.

Keragaman genetik memiliki peran penting dalam kegiatan pemuliaan tanaman untuk budidaya kacang bogor, dengan mengoptimalkan genetik yang ada, akan memperoleh sifat yang diinginkan seperti peningkatan hasil produksi. Peningkatan sumber genetik yang diinginkan semakin tinggi, disebabkan oleh semakin luasnya keragaman genetik pada suatu tanaman tersebut. Sumber daya genetik Bambara groundnut telah banyak dikumpulkan. Menurut penelitian Suwanprasert *et al.* (2006) sebanyak lebih dari 2000 aksesori berada di IITA di Nigeria dan sekitar 1.000 aksesori di ORSTOM di Perancis, dan ratusan lainnya diperoleh di beberapa negara Afrika. Namun program pemuliaan kacang bambara belum dikembangkan, terutama di



Indonesia karena kurang berhasil terjadinya penyerbukan sehingga perlu dilakukan persilangan.

Persilangan umumnya dilakukan antara varietas atau genotipe yang berbeda pada spesies yang sama. Apabila sifat-sifat yang akan diperbaiki tidak terdapat dalam spesies yang sama maka dilakukan hibridisasi antar spesies yang berbeda pada jenis yang sama. Hibridisasi umumnya tidak selalu berhasil karena adanya masalah inkompatibilitas. Tujuan utama persilangan pada tanaman kacang-kacangan atau tanaman menyerbuk sendiri lainnya adalah untuk memindahkan sifat yang mengendalikan karakter-karakter unggul pada tetua jantan pada keturunan hasil hibridisasi (Ujiyanto, 2013). Pada tanaman menyerbuk sendiri seperti tanaman kacang-kacangan, persilangan dikatakan berhasil jika terdapat perbedaan karakter dengan tetua betinanya yang disebut kompatibel. Kompatibilitas merupakan kesesuaian antara organ jantan dan betina sehingga penyerbukan yang terjadi membentuk pembuahan yang optimal. Oleh karena itu dalam upaya mengetahui tingkat keberhasilan persilangan kacang bogor dilakukan persilangan dengan perbedaan waktu, sehingga dengan dilakukannya persilangan dengan waktu yang berbeda akan memberikan pengaruh yang berbeda pula dari hasil kompatibilitas dan inkompatibilitasnya.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu persilangan terhadap kompatibilitas bunga pada persilangan tanaman kacang bogor.

1.3 Hipotesis

Terdapat pengaruh dari perbedaan waktu persilangan kacang bogor terhadap kompatibilitas pada persilangan tanaman kacang bogor.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kacang Bogor

Kacang bogor atau *Bambara groundnut* adalah suatu jenis tanaman kacang-kacangan yang berasal dari Benua Afrika. Kacang bogor di Indonesia tanaman ini banyak dibudidayakan di Jawa Barat tetapi kurang diperhatikan dalam hal produksi dalam skala besar. Adapun klasifikasi dari tanaman kacang bogor menurut Goli (1995) sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (berkeping dua/ dikotil)
Sub kelas	: Rosidae
Ordo	: Fabeles
Famili	: Fabaceae (suku polong-polongan)
Genus	: <i>Vigna</i>
Spesies	: <i>Vigna subterranea</i> (L) Nerdc.



Gambar 1. Kacang Bogor (Ramadhani *et al.*, 2018)

Segi gizi yang diperoleh tidak kalah saing dengan kacang kedelai, hal ini dikarenakan kacang bogor memiliki kandungan protein (17-25%) dan karbohidrat (46-65%) yang tinggi (Mabhaudhi *et al.*, 2013). Pada daerah asalnya biji kacang bambara dapat diolah menjadi susu. Menurut Brough *et al.* (2003) susu yang



berbahan dasar dari bambara lebih digemari dibandingkan dengan susu kedelai dan kacang polong lainnya hal ini dikarenakan rasa dan warnanya. Kacang bogor direkomendasikan sebagai makanan sehat karena kandungan lemaknya sebagian besar terdiri atas asam lemak tidak jenuh (*palmitat, oleat, linoleat* dan *kaprilat*) yang sangat penting untuk kesehatan tubuh. Kacang bogor mengandung asam lemak bebas sangat rendah. Hal ini menyebabkan kacang bogor tidak mudah tengik (rancid).

2.2 Syarat Tumbuh Kacang Bogor

Faktor lingkungan adalah peran yang sangat sentral dalam adaptasi tanaman. Hal ini adanya kemampuan lingkungan dalam mempengaruhi perkembangan pertumbuhan tanaman dari fase vegetatif sampai generatif. Hasil produksi yang menurun atau kegagalan panen dapat terjadi karena cekaman biotik maupun abiotik, serta kurangnya stabilitas genotipe individu. Oleh hal ini dalam mengidentifikasi kultivar perlu disesuaikan terhadap lingkungan dimana kultivar tersebut akan ditanam.

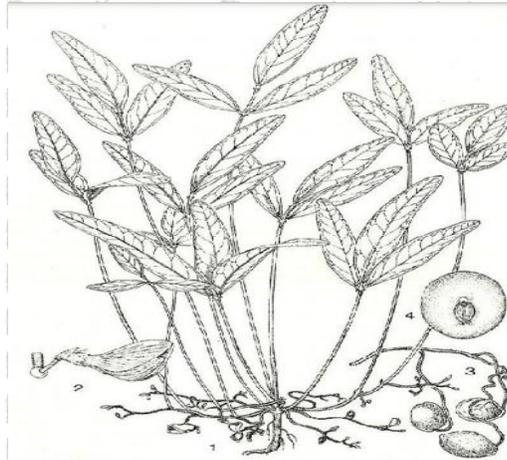
V. Subterranea dapat mentolerir berbagai kondisi agroekologi. Suhu optimal dalam perkecambahan kacang bogor sekitar 30° C - 35° C sedangkan untuk di bawah 15° C atau di atas 40° C perkecambahan berlangsung sangat rendah (Brink dan Sibuga, 2006). Kacang bogor dibudidayakan di daerah tropis pada ketinggian hingga mencapai 2000 m di atas permukaan laut. Tekstur tanah yang paling layak untuk digunakan adalah lempung berpasir dengan pH tanah berkisar 5,0 – 6,5. Suhu harian yang diperlukan rata-rata 20° C - 28° C dengan penyinaran matahari yang cukup dan dengan curah hujan musiman 600 - 750 mm dan untuk hasil yang optimum dibutuhkan rata-rata curah hujan tahunan 750 - 900 mm (Brink dan Sibuga, 2006). Persilangan kacang bogor memiliki suhu ideal yaitu apabila dilakukan di suhu 22° C - 26° C dan kelembaban 70-80 % (Suwanprasert *et al.*, 2006). Suhu dan kelembaban yang tidak ideal dapat menurunkan kualitas bunga rusaknya serbuk sari dan bunga lebih rentan rontok saat dilakukan persilangan. Suhu yang tinggi dan kelembaban yang rendah akan mengganggu proses fisiologis dari tanaman kacang bogor seperti berdampak pada pembungaan sehingga bunga akan mudah layu dan rontok.



2.3 Morfologi Kacang Bogor

Tanaman kacang bogor merupakan tanaman semusim yang memiliki percabangan lateral yang menjalar diatas tanah. Morfologi tanaman kacang bogor seperti menyerupai morfologi tanaman kacang tanah (*Arachis hypogea*), khususnya dalam hal pembentukan polong atau biji di dalam tanah (Masindeni, 2006). Tanaman kacang bogor akan berkecambah mulai umur 7 – 15 hari setelah tanam. Pembungaan dimulai pada umur 30 – 55 hari setelah tanam dan dapat berlanjut hingga tanaman mati (Swanevelder, 1998). Tanaman kacang bogor melakukan pembuahan sendiri dan akan tumbuh peduncle yang masuk ke dalam tanah untuk membentuk buah atau polong. Polong mencapai ukuran maksimal 30 hari setelah pembuahan (Brink dan Sibuga, 2006). Biji kacang bogor untuk dijadikan benih dapat dipanen pada umur 122 HST (Hamid, 2008).

Akar tanaman yang tunggang tersebar ke segala arah dan masuk ke dalam tanah. Kedalaman perakaran dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah, namun rata-rata panjang akarnya mencapai 30 cm. Akar tanaman kacang bogor dapat membentuk nodul akar untuk fiksasi nitrogen yang bersimbiosis dengan rhizobium.



Gambar 2. Morfologi tanaman kacang bogor (*V. subterranea*) (Van der Maesen dan Somaatmadja, 1989)

Batang percabangan *V. subterranea* muncul sekitar 1 minggu setelah perkecambahan dan sebanyak 20 cabang dapat dihasilkan. Setiap percabangan terdiri



dari internodes, dan percabangan dekat permukaan lebih pendek. Batang tanaman ini sangat pendek, sehingga secara kasat mata seperti tidak memiliki batang, tetapi mempunyai cabang yang banyak. Tanaman di permukaan tanah tampak merumpun, terdiri atas sekumpulan tangkai daun yang panjang (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Tanaman kacang bogor memiliki daun majemuk dengan tiga anak daun yang berbentuk agak ellips. Tangkai daun panjang, tumbuh tegak, dan sedikit berbulu.

Daun berbentuk trifolia, muncul pada tiap node dengan tangkai daun yang panjang, tumbuh tegak, berlekuk, menebal pada dasarnya dan sedikit berbulu. Daun berbentuk lanset hingga jorong sempit. Daun berwarna hijau muda sampai hijau tua. Daun tengah biasanya sedikit lebih besar dibandingkan dengan daun lateral, dengan panjang rata-rata 6 cm dan lebar rata-rata 3 cm.

Bunga kacang bogor termasuk tipe bunga kupu-kupu (papilionaceous). Bunga muncul pada ketiak daun dan tumbuh menyebar dan menyerbuk sendiri. Mahkota bunga berwarna kuning muda, kuning tua kemerah-merahan dan ada pula yang berwarna merah gelap. Panjang tangkai bunga tidak lebih dari 1,5 cm. Saat telah terjadi penyerbukan, tangkai bunga nantinya ikut memajang dan masuk ke dalam tanah yang disebut ginofora.

Buah berbentuk polong bulat dan waktu untuk perkembangan polong terjadi paling lama 30 hari setelah terjadi penyerbukan. Polong yang masak atau tua dalam keadaan yang segar berwarna putih dan halus, namun jika kering, berubah menjadi kecokelat-cokelatan dan berkerut. Polong tersebut nantinya berisi satu sampai dua biji dengan bentuk agak bulat, licin, dan keras. (Fachruddin, 2000). Biji kacang bogor berbentuk bulat dan mempunyai struktur yang terdiri atas kulit biji (*spermodermis*), tali pusat (*funiculus*), dan inti biji (*nucleusseminis*). Kulit luar pada polong sangat tipis, berwarna putih susu pada stadium muda, yang kemudian berubah menjadi merah sampai kehitaman saat stadium tua. Pusat biji (hilus) tampak jelas secara visual, berbentuk bulat dan berwarna keputih-putihan. Inti biji merupakan lembaga, yaitu jaringan yang berisi cadangan makanan. Polong kacang bogor merupakan biji



yang berkeping dua. Polong kacang bogor mempunyai warna bervariasi seperti warna krim, coklat, merah, berbintik-bintik, dan hitam (Stephens, 1994).

2.4 Kualitas dan Kuantitas Pollen

Keberhasilan penyerbukan tidak hanya bergantung pada kualitas dan kuantitas serbuk sari, tetapi juga pada lingkungan tempat proses berlangsung, waktu dan interaksi antara pollen dan permukaan stigmatik. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat keberhasilan polinasi diantaranya tingkat viabilitas serbuk sari (Widajati *et al.*, 2013), penyesuaian waktu berbunga, waktu emaskulasi dan penyerbukan (Syukur *et al.*, 2015), kondisi lingkungan seperti curah hujan, cahaya matahari, dan suhu selain itu diperlukan keahlian dan keterampilan polinator (Pratiwi *et al.*, 2017).

Menurut Puspaningrum (2008), pollen atau serbuk sari merupakan bagian bunga yang berupa kantung berisi gametofit jantan pada tumbuhan berbunga Anthophyta ataupun Gymnospermae (Pinophyta) maupun Angiospermae (Magnoliophyta). Keberhasilan penyerbukan tampak dari jumlah buah dan kualitas benih yang dihasilkan (Buanaet *et al.*, 1994). Jumlah serbuk sari yang digunakan harus tepat apabila serbuk sari terlalu sedikit mengakibatkan tidak semua bakal biji akan dibuahi dan tidak akan mendapatkan set benih yang optimal, sedangkan serbuk sari yang digunakan terlalu banyak menyebabkan terbuangnya serbuk sari dan dengan kelebihan tersebut menyebabkan berkurangnya jumlah benih karena adanya persaingan seperti mendapatkan air. Berdasarkan ukurannya, secara umum ukuran fosil pollen dan spora bervariasi dari sangat kecil ($<10 \mu\text{m}$) sampai dengan ukuran raksasa ($>200 \mu\text{m}$), namun yang umum ditemukan berukuran antara $20\text{-}50 \mu\text{m}$ (Erdtman, 1952)

Jumlah serbuk sari yang akan dilakukan penyerbukan jumlahnya harus lebih banyak dibandingkan dengan bakal polong yang terbentuk hal ini dikarenakan banyak butir serbuk sari tidak berhasil membuahi bakal biji. Hal ini disebabkan oleh banyak hal seperti tidak ada akses ke permukaan stigmatik, serbuk sari tidak dapat berkecambah, kegagalan dalam pertumbuhan tabung dan menemukan ovarium, target bakal biji sudah dibuahi, dan kegagalan dalam proses pembuahan. Menurut Kelly *et al.* (2002) menyatakan bahwa kualitas serbuk sari dapat ditentukan dari tingkat viabilitasnya. Semakin tinggi tingkat viabilitasnya, maka kualitas serbuk sari semakin



tinggi. Kepala putik merupakan permukaan yang lengket yang dapat menyerap serbuk sari. Jika serbuk sari hanya sedikit, permukaan stigmatik tidak akan terisi banyak. Semakin banyak serbuk sari terserap ke permukaan putik, semakin sulit bagi butiran serbuk sari tambahan untuk menemukan tempat bebas.

Jumlah serbuk sari yang ada (layak), nantinya hanya sedikit biji yang dapat diproduksi. Hal ini dikarenakan serbuk sari adalah faktor pembatas. Jika jumlah serbuk sari ditingkatkan maka lebih banyak benih yang dapat diproduksi. Faktor lain yang menyebabkan rendahnya viabilitas serbuk sari adalah tingkat kemasakan serbuk sari. Makin tinggi tingkat kemasakan serbuk sari maka persentase perkecambahan makin tinggi (Bhojwani dan Bahtnagar, 1999). Pada titik tertentu jumlah bakal biji dan luas permukaan stigmatik menjadi faktor pembatas dan penambahan serbuk sari tidak akan menambah set benih lagi yang disebut saturasi. Hal tersebut dapat dikategorikan pada tiga model kompatibilitas (Hartati, 2015) yaitu kompatibilitas rendah yaitu kumpulan benih maksimum tidak dapat dicapai. Semakin tinggi kualitas serbuk sari maka semakin tinggi dan berkualitas benihnya yang dihasilkan.

Persilangan kompatibilitas menengah, kumpulan benih lengkap dapat dicapai jika serbuk sari berkualitas tinggi telah dicapai dan jumlah ketersediaan serbuk sari terkendali dengan baik untuk mencegah penurunan kualitas serbuk sari yang substansial. Kompatibilitas tinggi, kualitas serbuk sari sudah cukup untuk satu set benih lengkap.

2.5 Persilangan Kacang Bogor

Pemuliaan kacang bogor di Indonesia masih belum banyak diteliti dikarenakan tanaman tersebut masih belum banyak dibudidayakan serta masih belum banyak yang mengenal tanaman kacang bogor. Kacang bogor merupakan tanaman yang menyerbuk sendiri. Pada tanaman menyerbuk sendiri, hibridisasi suatu langkah awal pada kegiatan pemuliaan setelah dilakukan pemilihan tetua yang akan disilangkan.

Pemilihan tetua merupakan suatu langkah awal sebelum dilakukannya kegiatan hibridisasi (Syukur *et al.*, 2015). Selain itu, hibridisasi juga dimaksudkan untuk memperluas keragaman genetik, keragaman tersebut nantinya akan diseleksi untuk mendapatkan varietas yang memiliki sifat unggul.



Kacang bogor tergolong tanaman menyerbuk sendiri yang memiliki bunga lengkap dimana serbuk sari dan kepala putik terdapat pada satu bunga. Pembuangan bagian tanaman yang akan diemaskulasi dari kotoran, serangga, dan kuncup-kuncup bunga yang tidak terpakai disebut kastrasi. Sedangkan menurut Alia dan Willia (2010), emaskulasi merupakan pembuangan alat kelamin jantan pada tetua betina sebelum bunga mekar (terjadi penyerbukan sendiri. Hasil persilangan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu tempat, pemeliharaan tanaman sejak tanam sampai panen, pemrosesan hasil, waktu pelaksanaan persilangan, dan keterampilan yang dimiliki pemulia (Karono, 2005). Persentase polong yang jadi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor biologi bunga, ketersediaan polen, curah hujan, suhu, kelembababan, dan faktor pemeliharaan (Alia dan Willia, 2010). Kualitas serbuk sari juga akan sangat mempengaruhi kemampuan serbuk sari dalam membuahi ovarium.

Besarnya persentase keberhasilan ditentukan oleh pembuahan serbuk sari pada kepala putik. Persilangan yang tidak diikuti pembuahan menyebabkan bunga gugur sebelum menjadi buah sehingga memiliki presentase keberhasilan yang rendah (Setyaningsih, 2011).

Hasil penelitian yang telah dilakukan Suwanprasert *et al.* (2006), emaskulasi dan waktu persilangan kacang bogor yang tepat adalah antara pukul 02.30 pagi sampai 03.00 pagi sehingga lebih terbentuknya polong lebih tinggi dibandingkan dengan emaskulasi pada pukul 04.00 - 05.00 pagi dan 07.00 - 09.00 pagi. Oleh sebab itu, persilangan sangat membutuhkan ketepatan waktu dalam hal melakukannya.

2.6 Kompatibilitas pada Kacang Bogor

Kompatibilitas adalah kemampuan tanaman dalam membentuk pollen dan ovul sehingga menghasilkan pembuahan (Widyasoety, 2003). Persilangan yang berhasil disebut kompatibel, sedangkan yang mengalami ketidakberhasilan dalam persilangan disebut inkompatibel. Tanaman dikatakan bersifat kompatibel jika terjadi pembuahan setelah penyerbukan. Sisi lain, inkompatibilitas adalah ketidaksesuaian antara bunga jantan dengan betina atau dengan kata lain ketidaksuburan yang disebabkan oleh ketidakmampuan tanaman dalam membentuk pollen dan ovul dalam keadaan normal



(Borojevic, 1990). Kompatibilitas ditentukan berhasil tidaknya pollen berkecambah di stigma dan keberhasilan terbentuknya polong. Kompatibilitas dipengaruhi oleh waktu persilangan hal ini dikarenakan kesesuaian antara bunga jantan dengan bunga betina harus diperhatikan agar dalam kegiatan polinasi dapat berhasil sehingga menghasilkan buah. Menurut Allard (1992), masalah utama dalam polinasi adalah menempatkan pollen dari strain jantan yang dikehendaki ke dalam stigma pada waktu yang tepat. Kompatibilitas kacang bogor ditentukan dengan kesinkronan antara bunga jantan dan betina sehingga perlu memperhatikan waktu persilangan sehingga persilangan tersebut berhasil dan menghasilkan polong (Suwanprasert *et al.* 2006).

Terdapat beberapa tingkatan inkompatibilitas dari suatu kombinasi persilangan yang diketahui, berdasarkan pada klasifikasi kompatibilitasnya suatu persilangan yaitu: kompatibel, jika hasil persilangan menghasilkan buah diatas 20%; kompatibilitas sebagian, jika hasil persilangan menghasilkan buah diantara 10-20%; dan inkompatibel penuh, jika hasil persilangan menghasilkan buah dibawah 10% (Wang, 1963 dalam Haryanti, 2004). Inkompatibilitas dapat disebabkan oleh ketidakmampuan tabung pollen dalam menembus kepala putik dan tumbuh normal sepanjang tangkai putik namun tidak mampu mencapai ovule karena pertumbuhan yang terlalu lambat. Hal ini sesuai dengan pendapat Darjanto dan Satifah (1987) bahwa inkompabilitas terjadi disaat butir pollen jatuh ke stigma tetapi pollen tersebut tidak dapat terjadi perkecambahan meskipun keadaan pollen tersebut normal seperti fertiledan juga tidak rusak. Hal ini terjadi karena adanya sifat cross incompatible dengan galur yang disilangkan yaitu terjadi karena pollen gagal berkecambah atau penetrasi yang dilakukan untuk menembus stigma gagal (Susanto, 2012).

III. Bahan dan Metode

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan di *Screenhouse* Lahan Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Kelurahan Jatimulyo, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur dengan ketinggian berkisar 460 mdpl dengan suhu minimum 20° C dan suhu maksimum 28° C (Veronica *et al.*, 2019). Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain meteran, raffia, polybag, spidol, alat tulis, selotip, forceps label, kamera, thermohyrometer, dan timbangan analitik. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ialah galur TVSU 8.6 berasal dari Thailand sebagai jantan sedangkan galur dari Malang (BBL 1.1 dan SS 3.4.2) dan galur dari Madura (JLB dan TKB) sebagai betina. Selain itu menggunakan pupuk SP-36, Urea, KCL pupuk kandang sapi, ethanol 70%, dan insektisida untuk pengendalian hama.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan untuk mengetahui nilai kompatibilitas dari persilangan dengan metode Rancangan Petak Terbagi (*Split Plot*) dengan faktor utama adalah waktu persilangan dan faktor atau petak anakan genotipe yang digunakan yaitu galur TVSU 8.6 (G1) berasal dari Thailand sebagai jantan sedangkan galur BBL 1.1 (G2) berasal dari Lamongan, galur SS 3.4.2 (G3) berasal dari Sumedang dan galur dari Madura (JLB (G4) dan TKB (G5)) sebagai betina. Perlakuan pertama adalah kombinasi waktu persilangan yang dijadikan sebagai petak utama dengan taraf sebagai berikut:

W1: 05.00-06.00 WIB

W2: 06.00-07.00 WIB

W3: 07.00-08.00 WIB

W4: 08.00-09.00 WIB



Pada perlakuan kedua yang digunakan adalah kombinasi persilangan genotip yang dijadikan sebagai anak petak dengan taraf sebagai berikut:

G21: G2 x G1

G31 : G3 x G1

G41 : G4 x G1

G51 : G5 x G1

Setiap interaksi antar perlakuan diulang sebanyak 2 kali sehingga terdapat 16 sub-petak dengan total populasi tanaman sebanyak 64 tanaman. Berikut merupakan tabel bagan pengacakan unit penelitian :

Tabel 1. Bagan Pengacakan Penelitian

Blok 1				Blok 2			
G5	G3	G2	G4	G5	G2	G4	G2
G3	G5	G4	G2	G4	G3	G2	G4
G4	G4	G5	G3	G3	G5	G3	G5
G2	G2	G3	G5	G2	G4	G5	G3
W3	W1	W4	W2	W2	W4	W1	W3

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan budidaya kacang bogor dilakukan dengan beberapa tahap yang meliputi:

3.4.1 Persiapan Benih

Benih yang digunakan dalam percobaan ini adalah galur yang diperoleh dari koleksi Program Studi Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan berasal dari Thailand, Madura, Sumedang, dan Lamongan. Benih yang disiapkan adalah benih yang bernas, sehat dan seragam.

3.4.2 Persiapan Media Tanam

Persiapan media tanam dilakukan dengan cara penyediaan tanah yang diambil dari daerah batu dengan tekstur tanah berpasir yang dicampur dengan pupuk kandang



sapi. Media tanam yang telah disiapkan dan digemburkan kemudian dikeringkan, dicampur secara merata dan dimasukkan kedalam polibag sampai penuh secara merata, antar polibag yang satu dengan polibag yang lain dengan jumlah 64 polybag. Setelah dilakukan pengisian polibag secara merata, kemudian polibag diletakkan di petak percobaan secara teratur sebanyak 4 baris. Media tanam didiamkan selama 4 hari sebelum melakukan penanaman.

3.4.3 Penanaman

Penanaman benih dilakukan secara seluruhan dengan cara ditugal. Setiap polibag dibuat sebanyak 2 lubang dengan kedalaman 3 cm dengan jarak tanam 30x30 cm, dimana lubang satu ditanami benih dan dua tempat menaruh pupuk, setiap lubang berjarak 5 cm. Setiap lubang tanam ditanami sebanyak dua benih dan dilakukan secara bersamaan dengan pemberian pupuk dasar disamping lubang tanam dengan menggunakan pupuk KCl dengan dosis 1,6562 gram tanaman⁻¹ dan SP-36 sebesar 1,6562 gram tanaman⁻¹ kemudian ditutup atau ditimbun dengan tanah. Pupuk Urea diberikan sebanyak 3 kali yaitu saat penanaman, 21 HST, dan 40 HST (fase vegetatif) sebanyak 1,6562 gram tanaman⁻¹ selain itu pupuk kandang diberikan sebanyak 2,6547 gram tanaman⁻¹.

3.4.4 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penjarangan, penyulaman, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit yang dapat dijelaskan dibawah ini:

a. Penyiraman

Penyiraman dilakukan sehari sekali pada sore hari atau tergantung kondisi lingkungan dan menggunakan air bersih dengan menggunakan ember.

b. Penyulaman

Penyulaman dilakukan dalam waktu 1 minggu setelah tanam jika tanaman tidak menunjukkan pertumbuhan normal. Penyulaman dilakukan dengan cara tanaman dicabut beserta akarnya, kemudian disulam menggunakan bibit/tanaman yang sejenis dan umurnya sama.

c. Penyiangan



Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut rumput atau gulma yang ada di sekitar tanaman untuk tetap memelihara kebersihan.

d. Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama pada tanaman kacang bogor dilakukan dengan menggunakan insektisida Mipcinta 50 WP dengan konsentrasi 2,5 g/l dan pengendalian penyakit dilakukan dengan menggunakan fungisida Antracol 70 WP 50 %. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan pada saat terlihat gejala-gejala yang timbul pada tanaman.

3.4.5 Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada saat tanaman sudah memasuki kriteria panen yaitu saat polong berwarna hitam kecoklatan, sebagian daun menguning dan gugur menggunakan garpu, cangkul, kemudian dibuang akar dan tanah yang menempel dibersihkan lalu ditimbang menggunakan timbangan analitik.

3.5 Kegiatan Persilangan

Persilangan dilakukan dengan peralatan sepasang forceps yang sudah disterilkan dengan ethanol 70%. Sarung tangan digunakan untuk menghindari kontaminasi. Kuncup bunga terpilih berwarna hijau muda kekuningan, panjang kuncup 6-7 mm untuk galur yang akan digunakan. Kuncup bunga yang siap menjadi bunga betina kemudian diremas-remas hati-hati dengan forceps (squeezing), kemudian dibuka banner petal dan dicabut secara hati-hati di kepala sari (anthers) secara sempurna. Satu dari tangkai sari melekat erat pada stigma. Selanjutnya penyerbukan buatan dilakukan dengan mengambil kepala sari bunga yang baru mekar dan ditaburkan di atas kepala putik bunga betina. Kemudian persilangan ditutup dengan potongan kertas sungkup untuk menghindari kontaminasi (air dan cahaya). Label berisi nama tetua betina dan jantan, tanggal persilangan, jam hingga detik.

Label diikatkan pada peduncle atau tangkai dengan daun yang bersangkutan.

Pencatatan dalam log book dilakukan segera untuk menghindari kesimpangsiuran data dan dilakukan untuk semua kombinasi persilangan. Penyiraman dilakukan dengan hati-hati selama persilangan tanaman sehingga hasil persilangan memperlihatkan ciri-ciri kering dan keras dengan memperlihatkan pola tertentu pada



kulit polong. Penyerbukan pada awal musim hujan dilakukan selama 4 periode pada pagi hari, yaitu pukul 05.00-06.00, 06.00-07.00, 07.00-08.00, dan 08.00-09.00.

3.6 Pengamatan

Pengamatan penelitian kacang bogor meliputi karakter kualitatif dan kuantitatif yang terdiri atas:

3.6.1 Variabel Kualitatif

a. Warna Bunga

Warna bunga diamati pada saat tanaman sudah mulai berbunga. Pengamatan warna bunga dimulai sejak tanaman kacang bogor mulai membentuk bunga sekitar 30-55 HST.

b. Warna Batang

Warna batang kacang bogor dapat diamati pada saat menjelang panen.

c. Bentuk Polong

Bentuk polong kacang bogor diamati saat polong sudah terbentuk sempurna atau menjelang waktu panen tiba.

d. Warna Polong

Warna polong diamati setelah terbentuknya polong sampai polong sudah tua yang sebelumnya sudah dilakukan pemanenan.

e. Warna Biji

Pengamatan warna biji untuk kacang bogor dapat dilihat setelah melakukan pemanenan atau setelah biji terpisah dari polongnya.

3.6.2 Variabel Kuantitatif

a. Jumlah Bunga

Perhitungan jumlah bunga dilakukan secara kumulatif setelah munculnya bunga sampai dengan panen.

b. Jumlah Bunga yang Diemaskulasi

Jumlah bunga yang diemaskulasi untuk kacang bogor ditentukan dengan cara menyeleksi bunga yang bagus dan sehat serta bunga belum mekar dan diperkirakan besok harinya akan mekar.

c. Jumlah Bunga yang Disilangkan



Jumlah bunga yang disilangkan ditentukan pada saat bunga sudah jadi sempurna.

d. Jumlah Bunga yang Terjadi Pembuahan (Set Terbentuk)

Jumlah bunga yang terjadi pembuahan ditentukan dengan cara menghitung jumlah bunga yang menghasilkan polong dari kegiatan persilangan yang telah dilakukan. Semakin tinggi jumlah bunga yang terjadi pembuahan dihasilkan maka semakin banyak jumlah polong terbentuk.

e. Jumlah Polong Terbentuk

Jumlah polong terbentuk kacang bogor dihitung pada saat berumur 51-54 hst atau saat sudah terbentuknya polong dan menjelang panen.

3.7 Analisis Data

Penelitian ini menghasilkan data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif dianalisis secara diskriptif. Sedangkan data kuantitatif dengan ANOVA. Hasil analisis kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (Uji F) pada taraf 5%. Perlakuan yang memiliki pengaruh nyata pada nilai kompatibilitas diuji menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Hasil Karakter Kualitatif

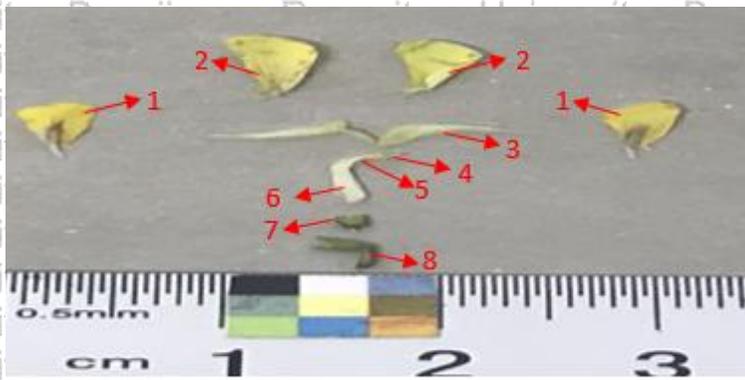
Tabel 2 merupakan deskripsi dari karakter kualitatif kacang bogor seperti warna bunga, warna batang, bentuk polong, warna polong, dan warna biji dari kelima galur kacang bogor yang digunakan, dapat dilihat melalui tabel yang sudah disajikan dibawah ini.

Tabel 2. Deskripsi Karakter Kualitatif Kacang Bogor

No	Galur Kacang Bogor	Warna Bunga	Warna Batang	Bentuk Polong	Warna Polong	Warna Biji
1.	TVSU	Kuning Kehijauan	Hijau Muda Cerah	Membulat dan meruncing	Kuning kecoklatan	Ungu
2.	BBL 1.1	Kuning Tua	Hijau Kekuningan Cerah	Oval dan meruncing	Coklat kehitaman	Ungu kehitaman
3.	SS 3.4.2	Kuning Muda	Hijau Kekuningan Cerah	Oval dan meruncing	Coklat	Hitam
4.	JLB	Kuning Muda	Hijau Muda Cerah	Membulat dan meruncing	Kuning kecoklatan	Ungu
5.	TKB	Kuning Tua	Hijau Muda Cerah	Oval	Coklat	Ungu kehitaman

Kacang bogor dengan galur TVSU, BBL 1.1, SS 3.4.2, JLB, dan TKB dari sampel yang sudah diamati, menunjukkan warna yang hampir serupa, yang membedakannya hanya dari kepekatan warna kuning pada masing-masing bunga kacang bogor antar galur. Galur TVSU memiliki bunga kuning kehijauan, galur BBL

1.1 dan TKB memiliki warna bunga yang cenderung kuning tua, sedangkan galur SS 3.4.2 dan JLB memiliki warna bunga yang kuning muda atau sedikit terdapat warna putih pada kelopak bunganya (Lampiran 3). Berikut merupakan bagian - bagian dari bunga kacang bogor.



Gambar 3. Bagian bunga kacang bogor. 1. Kelopak, 2: Mahkota, 3: Fused petals, 4: Stigma, 5: Stamen, 6: Putik, 7: Dasar bunga, 8: Tangkai bunga (Dokumentasi Pribadi, 2021).

Warna batang dari kelima galur kacang bogor yang digunakan pada penelitian ini yang memiliki warna batang yang beragam antar galurnya yang dapat dilihat pada Tabel 2. Kacang bogor dengan galur TVSU, BBL 1.1, SS 3.4.2, JLB, dan TKB dari sampel yang sudah diamati memiliki warna batang yang hampir serupa, yang membedakannya hanya dari kepekatan warna hijau pada masing-masing batang kacang bogor antar galurnya (Lampiran 4). Galur TVSU, TKB, dan JLB memiliki batang hijau muda cerah, sedangkan galur BBL 1.1 dan SS 3.4.2 memiliki warna batang yang cenderung hijau kuning muda atau cerah.

Bentuk polong yang dihasilkan dari berbagai galur yang digunakan menunjukkan hasil yang beragam dan terbagi menjadi tiga yaitu galur TVSU dan JLB memiliki bentuk polong yang membulat pada satu sisi dan meruncing pada sisi lain, galur BBL 1.1 dan SS 3.4.2 memiliki bentuk polong oval dengan sisi lainnya yang meruncing, dan galur TKB memiliki bentuk polong yang oval (Lampiran 5).

Warna polong dari kelima galur yang digunakan menampilkan warna polong yang berbeda-beda (Lampiran 6). Warna polong dikelompokkan menjadi tiga yaitu coklat, kuning kecoklatan, dan coklat kehitaman. Polong dengan warna coklat dimiliki oleh galur SS 3.4.2 dan TKB, kuning kecoklatan dimiliki oleh galur TVSU dan JLB, dan coklat kehitaman dimiliki oleh galur BBL 1.1.

Warna biji pada masing-masing galur menunjukkan warna yang berbeda yaitu warna hitam, ungu kehitaman, dan ungu (Lampiran 7). Warna hitam terdapat pada



galur SS 3.4.2, warna ungu kehitaman terdapat pada galur BBL 1.1 dan TKB, sedangkan warna ungu terdapat pada galur TVSU dan JLB.

4.1.2 Karakter Kuantitatif Bunga Kacang Bogor

Tabel 3 dibawah ini menunjukkan hasil uji lanjut BNJ yang telah dilakukan pada karakter jumlah bunga dan bunga yang diemaskulasi.

Tabel 3. Nilai Rerata Jumlah Bunga dan Bunga Diemaskulasi

Perlakuan	Jumlah Bunga	Bunga Diemaskulasi
Genotipe		
G2	17,13 c	14,88 d
G3	15,63 a	13,75 b
G4	16,5 b	14,38 c
G5	15,5 a	12,88 a
BNJ 5%		
KK	10,95	6,08
Waktu Persilangan		
W1	15,88	14,88
W2	17	13,75
W3	15,13	14,38
W4	16,75	12,88
BNJ 5%		
KK	0,07	9,17

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) 5%, tn: tidak nyata

Bunga pada tanaman kacang bogor muncul pada saat tanaman berumur 46 HST. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara waktu persilangan dengan galur yang digunakan terhadap banyaknya jumlah bunga. Secara terpisah, perbedaan galur yang digunakan memberikan pengaruh nyata terhadap total bunga yang dihasilkan. Jumlah bunga yang muncul pada keempat galur betina yang akan disilangkan memperoleh hasil yang berbeda-beda pada setiap ulangnya.

Jumlah bunga tidak dipengaruhi oleh adanya waktu persilangan, sedangkan jenis galur yang digunakan memberikan pengaruh terhadap banyaknya jumlah bunga yang dihasilkan. Pada jumlah bunga diperoleh rerata bunga sekitar 15,5 – 17,13 bunga.

Galur G2 diperoleh bunga terbanyak yaitu rerata 17,13 bunga sedangkan pada G5 memperoleh jumlah bunga paling sedikit yaitu dengan 15,5 bunga. Jumlah bunga



yang semakin banyak merupakan suatu indikator dalam hal keberhasilan persilangan, semakin banyak bunga yang dihasilkan maka semakin besar juga kemungkinan keberhasilan yang akan dihasilkan.

Bunga yang sebelumnya sudah diperoleh, harus dilakukan emaskulasi terlebih dahulu sehingga diperoleh data jumlah bunga yang diemaskulasi pada keempat galur betina yang akan dilakukan persilangan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara waktu persilangan dan galur yang digunakan. Secara terpisah, waktu persilangan menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah bunga yang diemaskulasi, hal ini bersamaan dengan galur yang digunakan menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah bunga yang diemaskulasi. Jumlah bunga yang akan diemaskulasi lebih sedikit apabila dibandingkan dengan jumlah bunga yang dihasilkan sebelumnya. Hal ini disebabkan, adanya bunga yang rusak yang dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Faktor internal disebabkan oleh bunga itu sendiri seperti struktur bunga yang tidak sempurna dan juga tidak layak untuk diemaskulasi, sedangkan faktor eksternal dapat dari lingkungan maupun dari keahlian pemulia. Rerata jumlah bunga yang diemaskulasi berkisar antara 12,88 – 14,88 bunga. Galur G5 memiliki rerata jumlah bunga paling sedikit untuk dilakukan emaskulasi yaitu 12,88 bunga sedangkan Galur G2 memiliki rerata jumlah bunga yaitu sebanyak 14,88 bunga kacang bogor. Bunga yang akan diemaskulasi ditentukan dengan cara menyeleksi bunga yang bagus dan sehat serta bunga belum mekar dan diperkirakan dapat dilakukan persilangan.

4.1.3 Karakter Kuantitatif Jumlah Bunga Disilangkan

Berdasarkan uji lanjut yang sudah dilakukan diperoleh hasil BNJ dari jumlah bunga yang akan disilangkan, diperoleh hasil bahwa terdapat interaksi antara genotipe yang digunakan dengan waktu persilangan. Dapat dilihat dari Tabel.4 yang sudah disajikan dibawah ini.



Tabel 4. Nilai Rerata Jumlah Bunga Disilangkan

Waktu Persilangan	Genotipe	Bunga Disilangkan	
W1	G2	14,5	f
	G3	12,5	bc
	G4	14	ef
	G5	12	b
	G2	14,5	f
W2	G2	14,5	f
	G3	14	ef
	G4	14,5	f
	G5	13	cd
	G2	13,5	de
W3	G2	13,5	de
	G3	12	b
	G4	12,5	bc
	G5	10,5	a
	G2	13,5	de
W4	G2	13,5	de
	G3	14	ef
	G4	14	ef
	G5	13,5	de
	BNJ 5%		0,89 *
KK (%)		7,6	

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) 5%.

Setelah dilakukan emaskulasi selanjutnya diperoleh jumlah bunga yang disilangkan dari keempat galur yang akan disilangkan. Jumlah bunga yang siap dilakukan persilangan pada keempat galur betina berkisar 10,5 – 14,5 bunga.

Perlakuan W3G5 memiliki jumlah bunga yang disilangkan paling sedikit yaitu 10,5 bunga yang disilangkan pada pukul 07.00-08.00 WIB sedangkan W1G2 yang disilangkan pada pukul 05.00-06.00 WIB, W2G2 dan W2G4 disilangkan pada pukul 06.00-07.00 WIB memiliki bunga yang disilangkan paling tinggi yaitu 14,5 bunga.

4.1.4 Karakter Kuantitatif Polong Kacang Bogor

Berdasarkan analisis ragam diketahui bahwa terdapat interaksi antara galur yang digunakan dengan waktu persilangan pada bunga yang telah terjadi pembuahan (set persilangan) dan jumlah polong yang terbentuk. Dapat dilihat dari Tabel.5 yang sudah disajikan dibawah ini.



Tabel 5. Nilai Rerata Hasil Persilangan

Waktu Persilangan	Genotipe	Set Persilangan Terbentuk	Polong Terbentuk	Persentase Keberhasilan Persilangan (%)		
W1	G2	4,5	c	4	c	31,03
	G3	5,5	de	5	de	44,00
	G4	5,5	de	5	de	39,29
	G5	5	cd	4,5	cd	41,67
W2	G2	6,5	f	6	f	44,83
	G3	7	g	6,5	g	50,00
	G4	6,5	f	6	f	44,83
	G5	6	ef	5,5	ef	46,15
W3	G2	2,5	a	2	a	18,52
	G3	5,5	de	5	de	45,83
	G4	5	cd	5	de	40,00
	G5	5,5	de	5,5	ef	52,38
W4	G2	3,5	b	3	b	25,93
	G3	4,5	c	4	c	32,14
	G4	4,5	c	4,5	cd	32,14
	G5	3	ab	3	b	22,22
BNJ 5%		0,66**		0,714**		
KK (%)		17,3		17,44		

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) 5%.

Berdasarkan Tabel 5, nilai rerata set persilangan tanaman kacang bogor berkisar 2,5 set (W3G2) – 7 set (W2G3). Pada waktu persilangan W2 dapat dilihat bahwa kacang bogor yang disilangkan pada waktu tersebut memiliki rerata set persilangan tertinggi dibandingkan dengan waktu yang lainnya. Sedangkan pada galur W3G3 menunjukkan hasil terendah dengan rerata set persilangan sebanyak 2,5 set. Sedangkan pada hasil terbentuknya polong diperoleh adanya interaksi pada hasil uji lanjut jujur (BNJ). Polong terbentuk berkisar 2 polong (W3G2) – 6,5 polong (W2G3).

Persentase keberhasilan persilangan dihitung dengan membandingkan jumlah set terbentuk dibandingkan dengan jumlah bunga yang akan disilangkan sehingga diperoleh hasil yang memiliki nilai persentase terendah yaitu W3G2 dengan nilai 18,52% yang termasuk kedalam kompatibilitas sebagian sedangkan dengan perlakuan lainnya termasuk kompatibel dengan persentase diatas 20% secara khusus kompatibel



tertinggi pada perlakuan W3G5 dengan persentase tertinggi dengan nilai 52,38 % dan kompatibel terendah W4G5 dengan nilai 22,22%.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Karakter Kualitatif

Karakter kualitatif merupakan penampakan fenotipe yang berbeda antara satu dengan lainnya secara kualitatif dan dapat dimasukkan kedalam suatu kelompok atau kategori tertentu dan karakter ini dikendalikan oleh satu atau beberapa gen. Karakter kualitatif dikendalikan oleh beberapa gen atau gen sederhana dan sedikit dipengaruhi oleh adanya faktor lingkungan yang mengakibatkan fenotipe yang akan ditampilkan akan tetap sama (Syukur *et al.*, 2012). Pengamatan ini dengan memperhatikan dan membandingkan bentuk fisik dari beberapa organ tanaman kacang bogor yang dipengaruhi oleh beberapa gen sederhana. Galur TVSU digunakan sebagai galur jantan dalam persilangan tanaman kacang bogor hal ini dikarenakan galur tersebut memiliki tingkat ketahanan terhadap kekeringan dan hasil produksi yang tinggi (Kuswanto, 2020) selain itu galur tersebut berasal dari introduksi dari Thailand. Sedangkan galur betina digunakan merupakan galur yang berasal dari Indonesia, sehingga persilangan ini dilakukan dengan menyilangkan galur yang berasal dari Indonesia sebagai betina dan jantan berasal dari Thailand dan melihat respon terhadap beberapa karakter yang diamati. Galur betina memiliki genetik yang berbeda-beda. Galur BBL 1.1 memiliki tingkasi produksi yang lebih tinggi dibandingkan TVSU, galur SS 3.4.2 secara genetik memiliki ketahanan kekeringan yang tinggi dan proses pembungaan yang cepat, dan galur JLB dan TKB memiliki keragaman yang luas pada karakter fenotip polong. Pengamatan secara kualitatif dilakukan secara visual dengan memperhatikan karakter dari masing-masing galur yang digunakan. Karakter kualitatif yang diamati berupa warna bunga, warna batang, bentuk polong, warna polong, dan warna biji.

Bunga kacang bambara terletak dekat dengan permukaan tanah. Peduncle merupakan tempat meletaknya bunga dan biasanya berbulu. Setiap peduncle menghasilkan sepasang bunga. Bunga kacang bambara umumnya berwarna kuning



terang dan warnanya menjadi kuning tua setelah terjadi pembuahan. Setelah pembuahan akan terbentuk ginofor yang memanjang membawa serta bakal polong masuk kedalam tanah (Goli, 1995).

Karakter warna bunga menunjukkan perbedaan warna yang sedikit berbeda, pada umumnya warna masing-masing bunga kacang bogor berwarna kuning dan yang membedakan warnanya hanya dari kepekatan warna kuning pada masing-masing galur. Galur TVSU berwarna kuning kehijauan, galur BBL 1.1 dan TKB berwarna kuning tua atau pekat sedangkan galur SS 3.4.2 dan JLB berwarna kuning muda atau cerah. Hal ini disebabkan adanya perbedaan kadar pigmen pada masing-masing galur khususnya pigmen antosianin yang berperan dalam pembentukan pigmen warna kuning pada bunga (Samsudin dan Khoiruddin, 2008). Perbedaan karakter warna bunga ini menunjukkan adanya perbedaan genetik dari masing-masing galur merespon lingkungan dengan bervariasi sehingga fenotip yang muncul menunjukkan perbedaan warna pada bunga kacang bogor. Antosianin pada tanaman kacang bogor berfungsi sebagai indikator ketahanan terhadap penyakit seperti bercak pada bunga dan polong, semakin tinggi tingkat antosianin pada tanaman dapat meningkatkan ketahanan terhadap penyakit. Bercak penyakit pada tanaman kacang bogor juga akan mengganggu sistem fotosintesis daun sehingga mengganggu pertumbuhan dan bobot polong kacang bogor.

Batang kacang bogor muncul pada saat tanaman berusia sekitar 7 hari setelah tanam dengan jumlah batang dapat mencapai 20 batang. Pengamatan warna batang kacang bogor yang diamati dari kelima galur terdapat dua fenotip yang berbeda. Batang kacang bogor memiliki bulu yang dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok yaitu tanpa bulu, tipis, dan tebal (IPGRI, 2000). Galur TVSU, TKB, dan JLB menunjukkan warna batang hijau muda cerah berbulu tipis, sedangkan galur BBL 1.1 dan SS 3.4.2 memiliki warna batang yang hijau kuning muda atau cerah dengan bulu batang yang tipis. Warna batang kacang bogor memiliki tiga kategori yaitu hijau, kemerahan, dan bergaris (Gbaguidi *et al.*, 2018). Perbedaan karakter pada warna batang kacang bogor disebabkan adanya perbedaan genetik antar kelima galur digunakan. Selain genetik, lingkungan juga dapat memicu adanya respon berbeda



dalam ekspresi fenotip warna batang walaupun dalam penelitian ini dilakukan di dalam *green house* tetap memberikan pengaruh walaupun hanya sebagian kecil. Hal ini sesuai dengan Redjeki (2007), penampilan suatu tanaman ditentukan adanya pengaruh antara genetik dan lingkungan sehingga terjadi interaksi antar keduanya. Sedangkan karakter kualitatif seperti warna batang dan warna daun umumnya memiliki variasi genetik yang tinggi (Wicaksana *et al.*, 2013).

Bentuk polong menurut IPGRI (2000) memiliki beberapa bentuk polong kacang bogor pada umumnya bulat dengan beberapa tipe seperti bulat tanpa titik, mengakhiri suatu titik dan berputar disisi lain, mengakhiri sebuah titik dengan sudut disisi lain, mengakhiri dua titik disetiap sisi, dan lainnya. Galur yang digunakan memiliki bentuk polong yang beragam. Bentuk galur yang meruncing memiliki bentuk yang paling dominan. Galur TVSU dan JLB memiliki bentuk polong yang membulat dan meruncing pada salah satu sisinya sedangkan BBL 1.1 dan SS 3.4.2 memiliki bentuk yang oval dan sisi lainnya meruncing sedangkan gaktur TKB hanya berbentuk oval tanpa meruncing pada salah satu sisinya. Bentuk polong yang beragam dapat menjadi informasi penting dalam proses budidaya tanaman kacang bogor sampai tahap pemanenan dan pasca panen (Baryeh, 2001). Adanya perbedaan karakter yang beragam ini memudahkan pemulia dalam merakit tanaman dengan karakter baru yang diinginkan. Setiap tanaman memiliki gen yang berbeda sehingga dalam kegiatan pemuliaan tanaman dapat memudahkan pemulia dalam merakit tanaman yang diinginkan (Rommahdi *et al.*, 2015).

Karakter warna polong diamati dengan cara mengambil sampel dari kelima galur yang digunakan lalu sampel disusun kemudian disesuaikan dengan kriteria pada IPGRI kacang bogor (2000). Berdasarkan IPGRI (2000) warna polong kacang bogor terdiri dari berbagai warna seperti coklat kekuningan, coklat, coklat kemerahan, ungu, hitam, dan lainnya. Warna polong dari kelima galur yang digunakan menunjukkan fenotip yang berbeda-beda. Menurut Syukur *et al.*, (2012) karakter kualitatif dapat dipengaruhi oleh adanya pengaruh genetik sehingga karakter seperti warna polong dikendalikan oleh gen sederhana dan tidak atau hanya sedikit yang dipengaruhi oleh adanya lingkungan. Tingkat warna yang semakin gelap menandakan memiliki



kandungan anthosianin dan antioksidan yang tinggi pula. Semakin pekat atau gelap warna polong maka kandungan anthosianin dan antioksidan juga tinggi (Lisbona *et al.*, 2014). Warna polong pada kacang bogor yang belum siap panen yaitu berwarna hijau keputihan dan yang sudah siap panen berwarna kecoklatan. Warna polong merupakan salah satu dasar pertimbangan konsumen dalam memilih kacang bogor.

Warna biji diamati ketika polong sudah dipanen dan dilakukan pengamatan terhadap biji kacang bogor. Penentuan karakter dilakukan berdasarkan karakter dominan dari masing-masing galur. Pada galur yang diamati terlihat warna biji ungu hingga hitam. Kacang bogor memiliki tujuh tipe kultivar berdasarkan warna kulit biji yaitu hitam, merah, krim/mata hitam, krim/mata coklat, krim/mata putih, bercak, dan coklat (Departement of Agriculture, Forestry and Fishery Republic of South Africa, 2016). Perbedaan warna biji dapat disebabkan oleh faktor genetik, namun juga dapat disebabkan oleh fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Di daerah asalnya Afrika, kacang bogor memperlihatkan variasi warna biji yang sangat tinggi. Namun, umumnya galur yang ditanam petani Indonesia khususnya Gresik maupun Bogor adalah kultivar berwarna gelap, yaitu hitam, merah, dan coklat. Menurut Gqaleni (2014) biji kacang bambara berwarna gelap mengandung anti nutrisi yaitu tannin yang lebih tinggi daripada biji dengan warna kulit yang lebih terang. Kandungan tannin pada kacang bambara masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan kacang-kacangan yang lain. Kandungan tannin dalam jumlah rendah mempunyai manfaat bagi manusia.

4.2.2 Karakter Kuantitatif

Pengamatan jumlah bunga dilakukan sebelum memasuki fase generatif dengan menghitung jumlah bunga yang muncul pada setiap perlakuan yang dilakukan dan diakumulasi dari awal munculnya bunga sampai sebelum dilakukannya persilangan. Fase generatif umumnya metabolisme tanaman tidak lagi difokuskan pembentukan batang, cabang, daun, dan bunga tetapi terfokus pembentukan polong dan biji. Berdasarkan pengamatan telah diperoleh hasil dengan rerata jumlah bunga berkisar 15,5 bunga (G5) – 17,13 bunga (G2). Berdasarkan hasil analisis ragam yang dilakukan jumlah bunga hanya berbeda nyata terhadap galur yang digunakan. Hal ini



mengindikasikan bahwa perbedaan jumlah bunga disebabkan penggunaan galur yang berbeda sehingga diperoleh hasil jumlah bunga yang berbeda pula. Perbedaan jumlah bunga ini tidak hanya dikarenakan adanya pengaruh dari internal seperti genetik dapat juga disebabkan karena adanya faktor eksternal meliputi lingkungan seperti suhu, kelembaban, nutrisi, air, dan hama penyakit. Selain itu, waktu penanaman juga dapat menentukan jumlah dan waktu bunga yang muncul. Menurut Nishitani *et al.*, dalam Ratih (1991) melaporkan bahwa kacang bogor bila ditanam pada kondisi banyak hujan akan berbunga pada umur 55 HST, bila ditanam pada saat kering maka akan berbunga pada 45 HST. Jumlah bunga yang semakin banyak dapat meningkatkan keberhasilan suatu persilangan. Selain itu, kebutuhan air yang cukup akan mempengaruhi terbentuknya bunga. Kelebihan dan kekurangan air akan mempengaruhi pertumbuhan kacang bogor. Kelebihan penyiraman akan menyebabkan cekaman aerasi sedangkan pada kekeringan akan mengakibatkan cekaman kekeringan pada tanaman. Kebutuhan air pada fase generatif lebih tinggi dibandingkan fase vegetatif sehingga tanaman lebih peka apabila tanaman mengalami kekeringan pada fase generatif khususnya saat terbentuknya bunga dan polong. Tanaman yang kekurangan air akan mempengaruhi metabolisme tanaman dan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan kacang bogor. Saat proses pembentukan bunga tanaman cekaman kekeringan akan mengurangi jumlah bunga yang terbentuk sehingga jumlah polong juga akan berkurang secara nyata. Selain itu, suhu dan kelembaban berperan penting dalam terbentuknya bunga pada tanaman kacang bogor. Suhu yang tinggi dan kelembaban yang rendah mengakibatkan terganggunya hormon pada tanaman kacang bogor dalam membentuk bunga. Madhuvanthi *et al.*, (2014) menyatakan GA3 dalam tanaman berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan seperti merangsang pembentukan bunga dan buah. Lama penyinaran di Indonesia juga termasuk peranan penting dalam menentukan jumlah bunga pada umumnya penyinaran selama 12 jam. Lama penyinaran optimal adalah 10 –12 jam, penyinaran kurang dari 10 jam atau lebih dari 12 jam menyebabkan pembungaan lambat, penurunan jumlah bunga, polong, dan hasil, tetapi ukuran biji tidak terpengaruh dan menjadi lebih kecil bila penyinaran < 6 jam (Ariffin



2008). Stadia pembungaan lebih sensitif terhadap cekaman suhu tinggi dibandingkan stadia sebelum berbunga.

Bunga yang akan disilangkan sebelumnya akan dilakukan emaskulasi terlebih dahulu. Emaskulasi dilakukan dengan membuang semua benang sari yang masih muda atau yang belum masak dari kuncup bunga betina dengan menggunakan pinset (*clipping method*), dengan maksud agar bunga tersebut tidak mengalami penyerbukan sendiri yang dilakukan pada pagi harinya. Bunga yang akan diemaskulasi ditentukan dengan cara menyeleksi bunga yang bagus dan sehat serta bunga belum mekar dan diperkirakan persilangan dapat berhasil. Menurut Supartopo (2006), emaskulasi yang optimal dilakukan apabila kondisi stadia bunga berada diujung benang sari tepatnya pada pertengahan bunga. Emaskulasi dilakukan pada pukul 04.00 WIB hal ini dilakukan agar tetap menjaga kondisi bunga dalam kondisi optimum atau bunga masih dalam keadaan segar, hal tersebut dapat terjadi apabila suhu dan kelembaban sesuai. Hal ini sesuai dengan Mohammad (2014) emaskulasi dapat dilakukan dipagi hari yaitu jam 04.00 – 05.00 pagi dan waktu polinasi 08.00- 09.00 pagi. Pukul 04.00 - 05.00 pagi memiliki suhu 25,6° C dengan kelembaban 76% sehingga waktu tersebut waktu yang tepat dalam dilakukannya proses emaskulasi. Suhu yang tinggi dan kelembaban yang tidak sesuai dapat mengganggu kesegaran dan kualitas bunga kacang bogor, hal ini dikarenakan morfologi bunga kacang bogor yang sangat sensitif terhadap suhu apabila terlalu lama dibiarkan pada suhu yang tidak ideal dapat merusak fisiologis dan mekanisme pollen untuk membuahi putik. Perbedaan jumlah bunga yang diemaskulasi disebabkan perbedaan dari kesinkronan antar bunga jantan dan betina pada setiap galur yang digunakan. Menurut Onwubiko *et al.*, (2011) interval antara waktu kuncup dan bunga mekar merupakan suatu hal yang sangat penting dalam kegiatan hibridisasi.

Jumlah bunga yang disilangkan diperoleh dari bunga yang sudah dilakukan emaskulasi sebelumnya, pada bunga yang disilangkan ini lebih sedikit dari jumlah bunga yang akan disilangkan hal ini dikarenakan banyak faktor salah satunya *human error* dari pemulia dalam melakukan persilangan selain itu terjadinya kerusakan pada bunga yang telah diemaskulasi seperti bunga yang sudah layu atau rontok sehingga



terjadi pengurangan jumlah bunga yang akan disilangkan. Pengamatan jumlah bunga terdapat interaksi antara galur yang digunakan dengan waktu persilangan. Perlakuan W1G2, W2G2, dan W2G4 merupakan perlakuan yang tertinggi pada jumlah bunga yang disilangkan dengan waktu persilangan 05.00-06.00 pagi pada W1 dan 06.00-07.00 pagi pada W2. Hal ini dipengaruhi oleh adanya perbedaan suhu dan kelembaban pada dilakukannya persilangan. Pada W1 suhu udara saat dilakukannya persilangan 26,6 °C dan kelembaban udara 78% sedangkan pada W2 suhu berada di 25,7 °C dengan kelembaban 81 %. Hal ini sesuai dengan Suwanprasert *et al.*, (2006) bahwa suhu harian terbaik dalam melakukan persilangan antara 22 - 26 °C dengan kelembaban relatif rata-rata 70-80%. Sedangkan pada persilangan yang dilakukan pada W3 memiliki suhu yang lebih tinggi yaitu 26,2 °C dan kelembaban udara 87% dan W4 memiliki suhu 29,4 °C dan kelembaban udara 75%. Suhu dan kelembaban yang kurang sesuai dapat merusak kondisi bunga yang akan dilakukan persilangan seperti rusaknya serbuk sari yang sudah tersedia dan juga membuat bunga pada galur betina lebih rentan rontok saat dilakukan persilangan. Hal ini dikarenakan apabila suhu yang tinggi dan kelembaban yang rendah akan mengganggu proses fisiologis dari tanaman kacang bogor seperti berdampak pada pembungaan sehingga bunga akan rentan rontok atau bunga kacang bogor yang dihasilkan hanya sedikit. Kelembaban udara yang tinggi dapat mengakibatkan proses persilangan terganggu sehingga keberhasilan persilangan menurun. Selain itu tanaman kacang bogor merupakan tanaman *short day plant* sehingga memungkinkan dilakukannya persilangan yang paling tepat berkisar antara 05.00-07.00 pagi agar menghindari terjadinya kerusakan pada bunga yang disebabkan oleh perubahan suhu dan kelembaban, hal ini disebabkan periode gelap lebih dominan daripada periode kritis dalam proses pembungaan. Menurut Bahar dan Zein (1993) gen yang terdapat pada setiap tanaman khususnya pada karakter kuantitatif sangat dipengaruhi adanya faktor lingkungan. Meskipun beberapa faktor lingkungan dapat dikontrol seperti suhu, air, nutrisi dan sinar matahari. Terdapat faktor lain seperti interaksi gen dan lingkungan yang kompleks untuk dijelaskan karena hal tersebut melibatkan faktor-faktor dalam sel yang tidak mudah untuk diamati. Selain lingkungan dan genetik menurut



Suwanprasert *et al.*, (2006) bunga betina yang akan disilangkan perlu diseleksi dengan panjang sekitar 8 mm adalah suatu kunci keberhasilan, karena waktu ketika stigma menerima harus disinkronkan dengan waktu pelepasan serbuk sari dari tetua jantan. Ukuran bunga galur jantan BBL 1.1 dan SS 3.4.2 memiliki ukuran 11,8 – 15,72 mm (Kuswanto, 2020). Bunga yang sangat mudah rapuh juga menjadi alasan mengapa persilangan kacang bogor memerlukan kehati-hatian yang lebih dan morfologi bunga kacang bogor yang kecil juga menyulitkan dalam kegiatan persilangan. Selain itu kesesuaian bunga galur jantan dan betina juga diperhatikan, hal ini terkait dengan kesiapan dan kondisi serbuk sari dari galur jantan dan kualitas putik galur betina. Serbuk sari yang siap didonorkan adalah serbuk sari yang sudah masak sehingga siap dan serbuk sari akan menempel sempurna ke putik galur betina. Penyerbukan dilakukan ketika bunga belum mekar atau masih dalam keadaan tertutup atau disebut kleistogami.

Set persilangan terbentuk atau bunga yang berhasil tersilangkan ditentukan dengan menghitung jumlah bunga yang berhasil tersilangkan dan akan menghasilkan polong dari setiap perlakuan. Semakin tinggi set terbentuk maka semakin banyak jumlah polong yang akan dihasilkan. Pengamatan karakter set persilangan yang telah diuji lanjut dengan BNJ diperoleh bahwa terdapat interaksi antara waktu persilangan dengan galur yang digunakan. Perlakuan dengan W2G3 memiliki jumlah set persilangan tertinggi dan terendah adalah W3G2. Pada W2G3 dilakukan persilangan pada pukul 06.00-07.00 pagi dengan set yang terbentuk sebanyak 7 set. Set persilangan ini nantinya digunakan untuk menghitung jumlah keberhasilan persilangan dan nantinya akan menentukan nilai kompatibilitas kacang bogor. Set persilangan dipengaruhi oleh keserasian dan kualitas pollen yang disilangkan ke galur betina. Menurut Beyhan & Odabas (1995), kualitas pollen akan mempengaruhi keberhasilan polinasi dan fertilisasi, yang meliputi viabilitas dan kemampuan pollen untuk berkecambah dan menghasilkan polong. Ketidakserasian sendiri terjadi apabila butir-butir pollen tidak menempel sempurna ke kepala putik galur betina atau dengan kata lain tabung pollen gagal melakukan penetrasi stigma. Ketidakserasian ini juga dapat disebabkan adanya penyerbukan tunas, pengaruh pollen utama, temperatur yang



tidak sesuai, dan penghambat dari biologis galur yang digunakan (Warid, 2013). Sehingga dalam melakukan persilangan kacang bogor ini lebih tepat apabila memperhatikan waktu dalam persilangannya yaitu dengan melakukan persilangan pada pukul 06.00-07.00 pagi agar mengoptimalkan keberhasilan suatu persilangan dengan suhu berada di 25,7 °C dengan kelembaban 81 %. Suhu yang tepat tersebut akan meningkatkan keberhasilan perkecambahan persilangan kacang bogor. Kenaikan suhu dan kelembaban yang lebih rendah dapat meningkatkan penurunan proses perkembangan bunga yang sudah berhasil disilangkan sehingga mempengaruhi produktifitas tanaman dalam menghasilkan polong. Suhu yang tinggi dapat mengakibatkan bunga yang sudah disilangkan akan mengering lalu rontok selain itu bunga pada keadaan suhu tinggi dapat mengakibatkan serbuk sari yang dihasilkan lebih sedikit.

Jumlah polong yang terbentuk ditentukan dengan menghitung jumlah polong yang dihasilkan dari setiap perlakuan yang dilakukan persilangan sebelumnya. Pengamatan jumlah polong yang telah dilakukan dilakukan uji lanjut BNJ yang menunjukkan adanya interaksi antara waktu persilangan dengan galur yang digunakan. Jumlah polong terbanyak diperoleh W2G3 dengan jumlah polong sebanyak 6,5 polong atau dengan kata lain persilangan yang dilakukan pada 06.00-07.00 pagi dengan menggunakan galur SS 3.4.2 memiliki jumlah polong terbanyak. Jumlah polong terbanyak ini menandakan bahwa pollen dari tetua jantan dapat berpenetrasi ke stigma galur betina SS 3.4.2 dan menghasilkan pembuahan tertinggi sehingga diperoleh rerata jumlah 6,5 polong. Hal tersebut juga mengindikasikan bahwa terdapat kesesuaian kematangan bunga antara anthesis dari pollen dan reseptifitas dari putik bunga kacang bogor. Selain itu pollen yang disilangkan pada galur SS 3.4.2 menandakan bahwa pollen memiliki kualitas yang tinggi sehingga memudahkan fisiologis dari bunga kacang bogor untuk menghasilkan pembuahan.

Penyeleksian bunga yang telah dilakukan sebelumnya merupakan kunci utama dalam kegiatan persilangan. Hal ini dikarenakan dalam meletakkan pollen ke kepala putik harus dilakukan secara tepat dalam hal ini tepat waktu dan juga diperlukan kemampuan pemulia. Jumlah polong terbentuk dari persilangan yang dipengaruhi



tinggi rendahnya kualitas serbuk sari dan hal ini akan menentukan juga kemampuan serbuk sari dalam membuahi ovarium (Sitepu *et al.*, 2015). Sedangkan jumlah polong terendah diperoleh W3G2 yang disilangkan pada 08.00-09.00 pagi dengan jumlah rerata 2 polong. Hal ini disebabkan tidak terbentuknya polong meskipun penyerbukan berhasil dilakukan terdapat faktor penghambat yang mengakibatkan polong gagal terbentuk seperti kegagalan perkecambahan dan serbuk sari yang tidak menempel sempurna saat dilakukan persilangan. Selain itu juga tanaman kacang bogor yang terkena penyakit akan menurunkan hasil jumlah polong terutama disaat memasuki musim penghujan. Tingkat keberhasilan persilangan juga bergantung pada infeksi cendawan *Cercospora* sp. dan *Rhizoctonia* sp. Kacang bambara sangat rentan terhadap infeksi patogen ini selama berbunga dan memasuki pengisian polong (Suwanprasert *et al.* (2006).

Keberhasilan persilangan ditentukan dengan membandingkan jumlah set yang terbentuk dengan jumlah bunga yang disilangkan. Pada persilangan yang dilakukan pada W1 pada setiap galurnya diperoleh rerata keberhasilan persilangan kacang bogor 39%, pada W2 diperoleh rerata keberhasilan persilangan kacang bogor sebesar 46,5%, pada W3 diperoleh rerata keberhasilan persilangan kacang bogor sebesar 39,18%, dan W4 diperoleh rerata keberhasilan persilangan kacang bogor sebesar 28,1%. Bunga yang disilangkan dikatakan berhasil apabila bunga telah terjadi pembuahan dan apabila gagal disilangkan bunga yang disilangkan akan gugur dalam waktu 3 hari (Doku dan Karikari, 1970; Nishitani, 1989).



Gambar 4. Bunga Berhasil Disilangkan (Kiri) dan Bunga Gagal Disilangkan (Kanan)
(Dokumentasi Pribadi, 2021)

Rerata keberhasilan persilangan yang tertinggi terdapat pada waktu persilangan W2 yang dilakukan pada 06.00-07.00 pagi. Sedangkan dari nilai kompatibilitas dari



masing-masing persilangan didapatkan bahwa secara keseluruhan memiliki nilai yang kompatibel dimana polong yang dihasilkan dari persilangan menghasilkan lebih dari 20%. Menurut Massawe *et al.*, (2003) memperoleh hasil persilangan menghasilkan 46% ovarium telah terjadi pembuahan. Tinggi rendahnya keberhasilan persilangan sangat ditentukan oleh tetua yang digunakan dikarenakan kesalahan dalam memilih parental yang digunakan akan meningkatkan kegagalan dalam melakukan persilangan kacang bogor. Belanger *et al.*, (2003) mengemukakan bahwa sebagian besar pemulia tanaman lebih menyukai tetua-tetua yang digunakan berasal dari spesies yang sama, karena mewakili spesies yang sama biasanya persilangan dapat menghasilkan persilangan yang fertil dan sedikit atau tidak ada hambatan untuk kombinasi genetiknya. Oleh karena tetua yang digunakan berasal dari spesies yang sama sehingga diperoleh nilai kompatibilitas diatas 20%. Kosmiatin dan Mariska (2005) juga menambahkan bahwa terjadinya fertilisasi sangat dipengaruhi oleh hambatan genetik yang berbeda. Gugurnya polong muda dapat disebabkan oleh terjadinya gangguan setelah fertilisasi, karena endosperma gagal berkembang sehingga tidak dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan embrio.

Kesesuaian antara bunga jantan dan betina akan mempengaruhi kompatibilitas dari suatu persilangan. Kesesuaian ini berupa ketepatan waktu pematangan organ reproduksi antara serbuk sari dari galur jantan sudah matang dan telah siap dilakukan persilangan, selain itu reseptivitas putik juga memegang peran penting dalam proses polinasi. Kondisi fisik dari bunga yang akan disilangkan harus berkualitas dan fase anthesis dan reseptif bunga berada pada waktu yang sama, dapat meningkatkan keberhasilan persilangan dan menghasilkan pembuahan. Kompatibilitas terjadi karena adanya kemampuan organ reproduksi jantan dan betina menghasilkan polong akibat faktor fisiologi, serta mampu menghasilkan pollen dengan cepat sampai ke ovul. Kesesuaian ini dikendalikan oleh faktor lingkungan, genetik, dan fisiologis (Poespodarsono, 1998 dalam Widhiastuti, 2006). Polong yang jadi merupakan salah satu bukti keberhasilan persilangan terhadap bunga-bunga yang disilangkan karena tidak semua bunga yang disilangkan atau dipolinasi dapat terbentuk menjadi polong. Bunga dapat dikatakan berhasil dibuahi apabila bunga akan menguning dan



mengering lalu diikuti dengan munculnya ginofor dalam waktu 3-4 setelah dilakukan persilangan. Kegagalan pertumbuhan endosperma dapat disebabkan oleh rendahnya atau terhentinya laju pembelahan sel sehingga mengakibatkan degradasi jaringan endosperma yang sudah terbentuk. Ginofor yang gagal menghasilkan polong disebabkan ada tidaknya kegiatan pembumbunan. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Arfian (1992) yang menyatakan bahwa pembumbunan terbukti dapat menurunkan jumlah polong hampa disebabkan pembumbunan membuat struktur tanah dan drainase menjadi lebih baik untuk perkembangan ginofor. Ginofor yang jauh dari permukaan tanah tumbuh lebih panjang dan sebaliknya. Kelembaban tanah merupakan faktor kritis untuk pengembangan ginofor pada pembentukan polong, dan air tanah yang memadai di zona akar tidak dapat mengkompensasi kekurangan air pada zona polong untuk 30 hari pertama pengembangan polong. Pertumbuhan pembentukan ginofor terganggu selama adanya cekaman kekeringan dan mulai kembali setelah bebas dari cekaman kekeringan. Sehingga dalam fase generatif atau pengisian polong harus memperhatikan pemberian air agar menghindari terjadinya kekeringan pada saat pengisian polong (Trustinah, 2015). Keberhasilan persilangan juga dipengaruhi oleh adanya kesehatan tanaman dan terhindari dari hama dan penyakit. Kegiatan di lapang terdapat penyakit embun tepung dan layu fusarium saat memasuki pengisian polong sehingga dalam konteks ini akan mempengaruhi kompatibilitas dari persilangan kacang bogor. Selain itu, faktor ketelitian pemulia sangat harus berhati-hati dalam melakukan persilangan hal ini dikarenakan bunga dari kacang bogor sangat kecil dan rentan gugur sehingga akan mempengaruhi keberhasilan dari persilangan kacang bogor, begitu juga dalam melakukan penyiraman harus lebih hati-hati agar saat melakukan penyiraman bunga tidak ikut rontok. Fisiologis bunga juga dapat dijadikan indikator penting dalam kompatibilitas kacang bogor. Kematangan pollen juga perlu diperhatikan, pollen yang sehat dan berkualitas ditunjukkan dengan warna pollen yang berwarna kuning cerah yang menandakan bahwa pollen sudah dalam keadaan siap untuk didonorkan dan disilangkan ke galur betina sedangkan pollen yang kurang berkualitas dan kurang matang umumnya warna pollen akan berwarna putih susu. Sehingga dalam



kompatibilitas persilangan perlu memerhatikan pollen yang akan digunakan dan perlu dilakukan seleksi pollen agar dapat meningkatkan keberhasilan kacang bogor. Ukuran pollen dan putik juga harus diperhatikan hal ini bertujuan agar pollen dapat berpenetrasi dengan optimal untuk menembus putih sehingga pembuahan dapat terjadi. Iklim mikro dari penanaman kacang bogor juga berperan sentral dalam keberhasilan dan kompatibilitas persilangan. Iklim mikro yang perlu diperhatikan seperti suhu, kelembaban, lama penyinaran, intensitas matahari, ketersediaan air bagi tanaman. Iklim mikro ini akan mempengaruhi fisiologis dari bunga kacang bogor. Hal ini disebabkan bunga yang rapuh dan juga sensitif terhadap perubahan iklim mikro meskipun hanya dalam waktu yang singkat, kualitas dari pollen akan berubah seiring dengan perubahan iklim mikro pada saat akan dilakukan persilangan sehingga akan mempengaruhi keberhasilan persilangan dan kompatibilitas kacang bogor.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Waktu persilangan akan mempengaruhi kompatibilitas pada tanaman kacang bogor. Persilangan kacang bogor dapat dilakukan dengan waktu persilangan saat 06.00-07.00 pagi dengan syarat suhu udara 22 °C - 26 °C dan kelembaban udara 70-80 %. Galur SS 3.4.2 (G3) merupakan galur yang tertinggi tingkat kompatibilitas dan keberhasilannya dalam kegiatan persilangan kacang bogor.

5.2 Saran

Pengetahuan tentang persilangan kacang bogor seperti karakter kualitatif dan kuantitatif pada penelitian dapat dijadikan landasan lanjut untuk dijadikan penelitian lebih lanjut. Nilai keberhasilan dan kompatibilitas dari persilangan kacang bogor ini dapat dijadikan bahan landasan baru untuk memperoleh varietas baru yang lebih bermutu sehingga dari penelitian ini diharapkan adanya pembahasan dan penelitian lebih mendalam untuk menyempurnakan varietas yang akan dihadirkan dikemudian hari.



DAFTAR PUSTAKA

- Alia Y & W Wilia. 2010. Persilangan Empat Varietas Kedelai dalam Rangka Penyediaan Populasi Awal untuk Seleksi. *J. Penelitian Universitas Jambi Seri Sains* 13 (1): 39-42.
- Allard, R.W. 1992. *Pemuliaan Tanaman I. Rineka Cipta*. Jakarta.
- Arfian, D. 1992. Pengaruh Jarak Tanam dan Waktu Pembumbunan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Bogor (*Vigna subterranea* L.). IPB. Bogor.
- Ariffin. 2008. Respons Tanaman Kedelai terhadap Lama Penyinaran. *Agrivita*. 30(1): 61–66.
- Astawan, Made. 2009. Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-bijian. Penebar Swadaya. Jakarta
- Bahar, M., and A. Zein. 1993. Genetic Parameters of Plant Growth, Yield and Corn Yield Component. *Zuriat*. 4(1):4-7.
- Baryeh, E.A. 2001. Physical Properties of Bambara Groundnuts. *J. of Food Engineering*. 47: 321- 326.
- Belanger, F. C., Plumley, K.A. Day, P.R. and Meyer, W.A. 2003. Interspecific hybridization as a Potential Method for Improvement of *Agrostis* Species. 43 (6):2172-2176.
- Beyhan, N. and F. Odabas. 1995. A Research on the Germination and the Viability of Pollen of Some Important Hazelnut Cultivars. II. National Horticultural Congress of Turkey. 3(1): 484–488.
- Bhojwani SS, Bhatnagar SP, 1999. The embryology of angiosperms. 4th revised and enlarged edition. Vikas Publishing House PVT. LTD. Pp: 308-321.
- Brink M, Ramolemana GM and Sibuga KP. 2006. In: Brink M. Belay G. Editors. *Vigna subterranean* L.) Verdcourt. Plant Resources of Tropical African Cereals and Pulses. Wagenigen: Netherlands. Wagenigen (NL): PROTA Foundat. Pp: 213-218
- Brough, S.H., S.N. Azam-Ali, A.J. Taylor. 2003. The Potential of Bambara groundnut in Vegetable Milk Production and Basic Protein Functionality System. *Food Chemistry* (47): 277-283.
- Buana, L., T. Hutomo, dan M. Chairani. 1994. Faktor penentu viabilitas benih kelapa sawit. *Bulletin PPKS*. 2 (2): 71- 76.
- Darjanto dan Siti Satifah. 1984. *Pengetahuan Dasar Biologi Bunga dan Teknik Penyerbukan Silang*. Gramedia. Jakarta
- Department of Agriculture, Forestry and Fishery Republic of South Africa. 2016. *Production Guidelines of Bambara Groundnut (Vigna subterranea)*. Directorate of Plant Production, Pretoria



Doku, E. V. and S.K.Karikari. 1970. Fruit Development in Bambara Groundnut (*Voandzeia subterranea*). Ann. Bot. 34: 951–956.

Erdtman, G. 1952. Morphology and Taxonomy Angiospermae: An Introduction to Palynology. The Botanical Company Wether, Massachusetts. USA

Fachrudin, L. 2000. Budidaya Kacang-Kacangan. Kanisius. Yogyakarta. Pp: 115

Gbaguidi, A.A. Dansi, A.; Dossou-Aminon, I. Gbemavo, D.S.J.C. Orobiyi, A. Sanoussi, F. Yedomonhan, H. 2018. Agromorphological diversity of local Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] Collected in Benin. Genet. Resour. Crop Evol.

Goli, A.E. 1995. Bibliographical Review. Bambara Groundnut. *Vigna subterranea* (L.) Verdc. Proceedings of the workshop on Conservation and Improvement of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.). Harare. Zimbabwe.

Gqaleni, P. 2014. Nutrition Value of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) : A Human and Animal Perspective. School of Agricultural, Earth and Environmental Science. University of KwaZulu-Natal. South Africa. Pp: 11.

Hamid, M.N. 2008. Menggali Potensi Genetik Tanaman Kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt). Makalah Seminar. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor. Bogor

Hartati, S. 2015. Analisis Keragaman Genetik Tetua dan Hasil Persilangan Anggrek Hitam (*Coelogyne pandurata* Lindl.) (Disertasi)

Haryanti, S. 2004. Pengaruh Radiasi Sinar Gamma Co-60 terhadap Pertumbuhan dan Kemampuan Silang Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill). Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.

IPGRI, IITA, BAMNET. 2000. Descriptors for Bambara Groundnut (*Vigna subterranea*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy; International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria; The International Bambara Groundnut Network, Germany. ISBN 92- 9043-461-9 Kartono. 2005. Persilangan Buatan Pada Empat Varietas Kedelai. Buletin Teknik Pertanian. Bogor. 10 (2): 49-52.

Kartono. 2005. Persilangan Buatan Pada Empat Varietas Kedelai. Buletin Teknik Pertanian. Bogor. 10 (2): 49-52.

Kosmiatin, M dan L. Mariska. 2005. Kultur Embrio dan Pengandaan Kromosom Hasil Persilangan Kacang Hijau dan Kacang Hitam. J. Bioteknologi Pertanian 10(1): 24-34.

Kuswanto dan Firli, R. S. 2020. Uji Daya Hasil Dan Penyusunan Deskripsi Tujuh Galur Harapan Kacang Bambara (*Vigna subterranea* L. Verdcourt) di Lahan Kering. J. Protan. 8(12): 1099-1107.

Lisbona, F. J. Y., A. M. Gonzales, C. Carmen, M. G. Alca, J. Capel, A.M. D. Ron, M.Santalla, and R. Lozano. 2014. Genetic Variation Underlying Pod Size and

Color Traits of Common Bean Depends on Quantitative Trait Loci with Epistatic Effects. J. Citte. 33(10): 939-952 .

Mabhaudhi, T., A.T. Modi, Y.G. Beletse. 2013. Growth, Phenological, and Yield Responses of a Bambara groundnut Accession to Imposed Water Stress: II. Rain Shelter Conditions. Water SA (39):191-198.

Madamba, R. 1995. Breeding Bambara groundnut Varieties Suitable for Zimbabwean Conditions. Proceedings of the Workshop on Conservation and Improvement of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) International Plant Genetic Resources Institutes. Zimbabwe. (9): 128-134.

Madhuvanathi Ramaiah, Ajay Jain, and Kashchandra G. Raghothama. 2014. Ethylene Response FACTOR070 Regulates Root Development and Phosphate Starvation-Mediated Responses1[C][W][OPEN]Plant Physiol. Vol. 164

Massawe, F.J., W.Schenkel, S.Basu and E.M.Temba. 2003. Artificial hybridisation in Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.). In "Proc. The International Bambara Groundnut Symposium" Botswana College of Agriculture, Botswana. p. 193-209.

Masindeni, D.R. 2006. Evaluation of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea*) For Yield Stability and Yield Related Characteristics. Thesis. University of the Free State.

Mohammad, M.S. 2014. Pre-Breeding of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* L.). Skripsi College of Agriculture, Engineering and Sciences. University of KwaZuluNatal. South Africa

Nishitani, T. 1989. Studies on Some Morphological, Physiological and Ecological Characteristics of Bambara Groundnut, *Vigna subterranea* (L.) Verdc. Bull. Inst. Agr. Kyushu Univ. 12: 10-62.

Onwubiko, N. C, M. I. Uguru, A. A. Ngwuta, E. T. Inyang and O. J. Nnajiemere. 2011. Floral Biology of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* L.). J. of Plant Breeding and Crop Science. 3(11): 293-295

Pratiwi, W., Kuswanto dan S. L. Purnamaningsih. 2017. Studi Viabilitas Polen melalui Silang Diri pada Tiga Genotipe Tanaman Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*). J. Produksi Tanaman. 5(3): 425-432.

Puspaningrum, M. R. 2008. Holocene Enviromental Change Interpreted Based On Pollen Records Of Air Pacah, West Sumatra. Final Project Report. Biology Program, School Of Life Sciences And Technology, Institut Teknologi Bandung, Bandung: Pp:49

Ratih, Sri. W. 1991. Pengaruh Umur Panen dan Populasi Tanaman terhadap Viabilitas Benih Kacang Bogor (*Voanzeia subterranea* (L.) Thouars). Skripsi. Jurusan Budi Daya Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Pp: 67





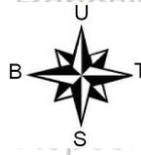
- Redjeki, E.S. 2003. Pengaruh Populasi dan Pemupukan NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Bogor (*Vigna subterranea* L.). J. Agrofisih 2(1): 67-77.
- Redjeki, E.S. 2007. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Bogor (*Vigna subterranea* L.) Galur Gresik dan Bogor pada Berbagai Warna Biji. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian. Bogor. Pp: 114-118.
- Rommahdi, M., Andy, S., dan Nur, B. 2015. Keragaman Fenotipik Generasi F2 Empat Cabai Hibrida Pada Lahan Organik (*Capcicum annum* L.). Malang. J. Protan 3(4): 259-368.
- Rukmana, R dan Yuniarsih, Y. 1996. Kedelai Budidaya dan Pasca Panen. Kanisius. Yogyakarta
- Samsudin, A.M., dan Khoiruddin. 2008. Ekstraksi, Filtrasi Membran dan Uji Stabilitas Zat Warna dari Kulit Manggis (*Garcinia mangostana*). Jurusan Teknik Kimia. Universitas Diponegoro.
- Stephens, J. M. 1994. Bambara Groundnut. Fact Sheet HS-574, a Series of the Horticultural Sciences Departemen, Florida Cooperative Extension Service, Institut of Food and Agricultural Sciences. University of Florida.
- Setyaningsih, F. H. 2011. Persilangan Diallel pada Enam Varietas untuk Peningkatan Hasil Kedelai (*Glycine Max* (L) Merrill). Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sitepu, M.B, Rosmayati, Mbue kata Bangun. 2015. Persilangan Genotipe-Genotipe Kedelai (*Glycine max* L. Merrill.) Hasil Seleksi pada Tanah Salin dengan Tetua Betina Varietas Anjasmoro. J. Online Agroekoteknologi. 3(1): 257-263
- Supartopo. 2006. Teknik Persilangan Padi (*Oryza sativa* L.) untuk Perakitan Varietas Unggul Baru. J. Buletin Teknik Pertanian. 11(2): 76-80.
- Susanto. 2012. Morfologi Polen dan Pemberian Sukrosa pada Stigma Kaitannya dengan Inkompatibilitas Ubijalar (*Ipomoea batatas* (L.) L.). J. Ilmu-Ilmu Hayati. 1(1): 123-140
- Suwanprasert, J., T. Toojinda, P. Srivines and S. Chanprame. 2006. Hybridization Technique for Bambara Groundnut. Breeding Science (56): 125 – 129.
- Swanevelde, C.J., 1998. Bambara – Food for Africa: (*Vigna subterranea*- Bambara groundnut). National Department of Agriculture. South Africa.
- Syukur, M., S. Suprihati dan R. Yuniati. 2012. Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yuniati. 2015. Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Trustinah. 2015. Morfologi dan Pertumbuhan Kacang Tanah. Kacang Tanah: Inovasi Teknologi dan Pengembangan Produk. Malang: Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Monograf Balitkabi. 13:40-59.



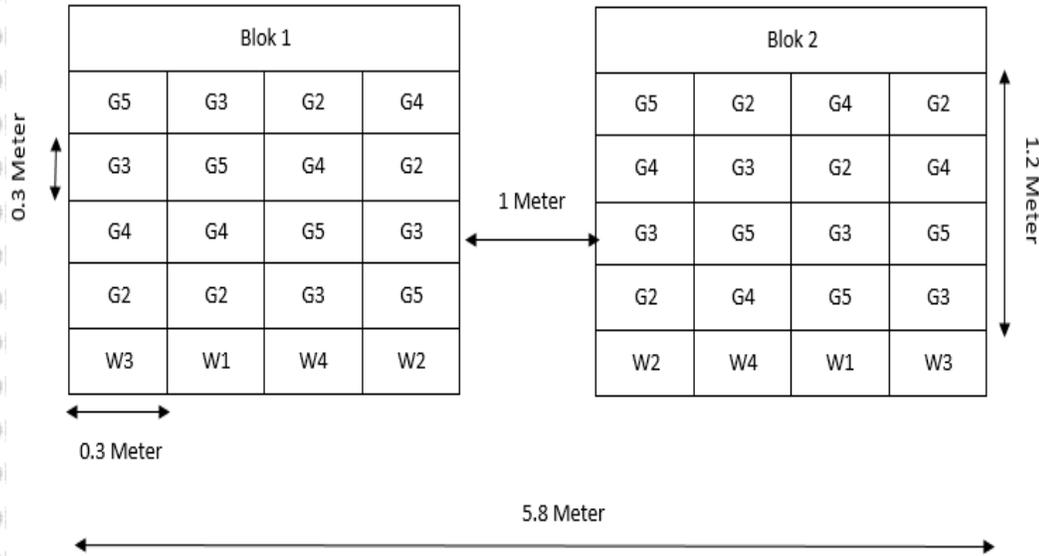
- Ujiyanto L. 2013. Pemuliaan Tanaman Kacang-Kacangan Melalui Hibridisasi Antar Spesies. Arga Puji Press, Mataram. Lombok Barat. Nusa Tenggara Barat.
- Veronica, T. N., Adi, S., Setyono, Y. T. 2017. Respon Varietas Lokal dan Varietas Unggul Nasional Terhadap Kombinasi Pupuk Organik dan Anorganik pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). J. Protan. 7(1): 164-172.
- Warid, A. Q. 2013. Mekanisme Self-Incompatibility Tipe Gametofitik dan Sporofitik dan Aplikasi dalam Pemuliaan Tanaman. J. Kultivasi. 12(1):21-27
- Wicaksana, N., Hindun, B. Waluyo, M.Rachmadi, A. Karuniawan, dan H. Kurniawan. 2013. Karakterisasi Morfo-agronomis Kacang Bambara (*Vigna subterranean* L. Verdc.) Asal Jawa Barat. Dalam Prosiding Seminar Nasional 3 in One Hortikultura, Agronomi dan Pemuliaan Tanaman. Peran Nyata Hortikultura, Agronomi dan Pemuliaan Tanaman dalam Ketahanan Pangan. Malang. Pp: 349-357
- Widajati, E., E. Murniati, E. R. Palupi, T. Kartika, M. R. Suhartanto dan A. Qadir. 2013. Dasar Ilmu dan Teknologi Benih. Bogor: IPB Press.
- Widhiastuti, M. 2006. Pengaruh Persilangan Intergenerik Dan Umur Mekar Bunga Terhadap Kemampuan Silang Anggrek *Doritis pulcherrima* var. *Champoenensis* Dengan *Phalaenopsis* sp. Skripsi S1 Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Widiastoety, D. 2003. Menghasilkan Anggrek Silangan. Penebar Swadaya. Depok.



Lampiran



Lampiran 1. Denah Percobaan



Keterangan:

Total populasi tanaman: 64

Petak Utama

W1 : Persilangan dilakukan 05.00-06.00 WIB

W2 : Persilangan dilakukan 06.00-07.00 WIB

W3 : Persilangan dilakukan 07.00-08.00 WIB

W4 : Persilangan dilakukan 08.00-09.00 WIB

Anak Petak:

G2 : G2 x G1

G3 : G3 x G1

G4 : G4 x G1

G5 : G5 x G1

Lampiran 2. Perhitungan Pupuk Dasar



$$\text{Luas Lahan} = 5,8 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 6,96 \text{ m}^2$$

$$\text{Jarak Tanam} = 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 0,09 \text{ m}^2$$

1. Kebutuhan pupuk urea, SP-36 dan KCL dengan dosis 100 kg ha^{-1}

$$\text{Volume polybag} = \pi \times (r)^2 \times \text{tinggi polybag}$$

$$= 3,14 \times (0,15 \text{ m})^2 \times 0,3 \text{ m}$$

$$= 0,0212 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat isi} = 1,1 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{HLO} = \text{KLO (Kedalaman lapisan olah)} \times \text{BI} \times \text{luas lahan}$$

$$= 0,3 \text{ m} \times 1,1 \text{ g/cm}^3 \times 6,96 \text{ m}^2$$

$$= 0,002 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan pupuk} = \frac{\text{Volume polybag}}{\text{HLO}} \times \text{dosis pupuk}$$

$$= \frac{0,0212}{0,002} \times 100 \text{ kg ha}^{-1}, 10,6 \text{ x}$$

$$= 0,106 \text{ kg petak}^{-1}$$

$$= 106 \text{ gram petak}^{-1}$$

$$\text{Kebutuhan urea, SP-36, KCL/tanaman} = \frac{106 \text{ gram/petak}}{64 \text{ tanaman}} = 1,6562 \text{ gram/tanaman}$$

2. Kebutuhan pupuk kandang sapi 5 ton ha^{-1}

$$\text{Pupuk kandang} = \frac{\text{Luas polybag}}{\text{Luas/ha}} \times \text{berat/ton (kg)}$$

$$= \frac{0,07 + 0,2826}{10000} \times 5000 \text{ kg petak}^{-1}$$

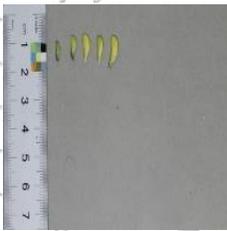
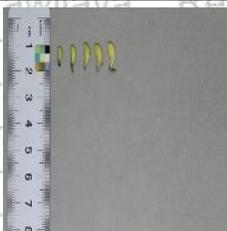
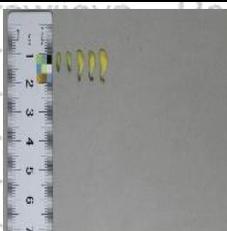
$$= 0,1763 \text{ kg petak}^{-1}$$

$$= 176,3 \text{ gram petak}^{-1}$$

$$= 2,6547 \text{ gram tanaman}^{-1}$$



Lampiran 3 Warna Bunga

No.	Galur Kacang Bogor	Sampel Bunga	Warna Bunga
1.	TVSU		Kuning Kehijauan
2.	BBL 1.1		Kuning Tua
3.	SS 3.4.2		Kuning Muda
4.	JLB		Kuning Muda
5.	TKB		Kuning Tua



Lampiran 4. Warna Batang

45

No.	Galur Kacang Bogor	Sampel Batang	Warna Batang
1.	TVSU		Hijau Muda Cerah
2.	BBL 1.1		Hijau Kekuningan Cerah
3.	SS 3.4.2		Hijau Kekuningan Cerah
4.	JLB		Hijau Muda Cerah
5.	TKB		Hijau Muda Cerah



Lampiran 5. Bentuk Polong

No.	Galur Kacang Bogor	Sampel Polong	Bentuk Polong
-----	--------------------	---------------	---------------

1.	TVSU		Membulat dan meruncing
----	------	---	------------------------

2.	BBL 1.1		Oval dan meruncing
----	---------	---	--------------------

3.	SS 3.4.2		Oval dan meruncing
----	----------	--	--------------------

4.	JLB		Membulat dan meruncing
----	-----	---	------------------------

5.	TKB		Oval
----	-----	---	------



Lampiran 6. Warna Polong

No.	Galur Kacang Bogor	Sampel Polong	Warna Polong
1.	TVSU		Kuning kecoklatan
2.	BBL 1.1		Coklat kehitaman
3.	SS 3.4.2		Coklat
4.	JLB		Kuning kecoklatan
5.	TKB		Coklat



Lampiran 7. Warna Biji

No.	Galur Kacang Bogor	Sampel Biji	Warna Biji
1.	TVSU		Ungu
2.	BBL 1.1		Ungu kehitaman
3.	SS 3.4.2		Hitam
4.	JLB		Ungu
5.	TKB		Ungu kehitaman



Lampiran 8. Analisis Ragam ANOVA

Tabel 6. ANOVA Karakter Jumlah bunga

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					0,05	0,01	
Ulangan	1	8,000	8,000	1,433	10,128	34,116	tn
Waktu (W)	3	17,625	5,875	1,052	9,277	29,457	tn
Galat (W)	3	16,750	5,583				
Genotipe (G)	3	17,625	5,875	5,127	3,160	5,092	**
G x W	9	12,250	1,361	1,188	2,456	3,597	tn
Galat (G)	18	20,625	1,146				
Total	37						
KK	10,95						

Keterangan: db = derajat bebas, JK = Jumlah Kuadrat, KT = Kuadrat Tengah, Fhit = F hitung, KK = Koefisien Keragaman, tn= tidak nyata, dan * = berbeda nyata

Tabel 7. ANOVA Karakter Jumlah Bunga Diemaskulasi

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					0,05	0,01	
Ulangan	1	11,281	11,281	8,805	10,128	34,116	tn
Waktu (W)	3	18,094	6,031	4,707	9,277	29,457	tn
Galat (W)	3	3,844	1,281				
Genotipe (G)	3	18,094	6,031	3,672	3,160	5,092	*
G x W	9	16,094	1,788	1,089	2,456	3,597	tn
Galat (G)	18	29,563	1,642				
Total	37						
KK	6,08						

Keterangan: db = derajat bebas, JK = Jumlah Kuadrat, KT = Kuadrat Tengah, Fhit = F hitung, KK = Koefisien Keragaman, tn= tidak nyata, dan * = berbeda nyata

Tabel 8. ANOVA Karakter Bunga Disilangkan

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					0,05	0,01	
Ulangan	1	5,281	5,281	18,778	10,128	34,116	*
Waktu (W)	3	16,594	5,531	19,667	9,277	29,457	*
Galat (W)	3	0,844	0,281				
Genotipe (G)	3	16,594	5,531	7,622	3,160	5,092	**
G x W	9	16,094	1,788	2,464	2,456	3,597	*
Galat (G)	18	13,063	0,726				
Total	37						
KK	7,56						

Keterangan: db = derajat bebas, JK = Jumlah Kuadrat, KT = Kuadrat Tengah, Fhit = F hitung, KK = Koefisien Keragaman, tn= tidak nyata, dan * = berbeda nyata



Tabel 9. ANOVA Karakter Set Terbentuk

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					0,05	0,01	
Ulangan	1	0.781	0.781	2.143	10.128	34.116	tn
Waktu (W)	3	29.344	9.781	26.829	9.277	29.457	*
Galat (W)	3	1.094	0.365				
Genotipe (G)	3	29.344	9.781	24.929	3.160	5.092	**
G x W	9	17.344	1.927	4.912	2.456	3.597	**
Galat (G)	18	7.063	0.392				
Total	37						
KK	17,23						

Keterangan: db = derajat bebas, JK = Jumlah Kuadrat, KT = Kuadrat Tengah, Fhit = F hitung, KK = Koefisien Keragaman, tn= tidak nyata, dan * = berbeda nyata

Tabel 10. ANOVA Karakter Polong Terbentuk

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					0,05	0,01	
Ulangan	1	0.281	0.281	1.421	10.128	34.116	tn
Waktu (W)	3	23.594	7.865	39.737	9.277	29.457	**
Galat (W)	3	0.594	0.198				
Genotipe (G)	3	23.594	7.865	17.030	3.160	5.092	**
G x W	9	20.844	2.316	5.015	2.456	3.597	**
Galat (G)	18	8.313	0.462				
Total	37						
KK	17,44						

Keterangan: db = derajat bebas, JK = Jumlah Kuadrat, KT = Kuadrat Tengah, Fhit = F hitung, KK = Koefisien Keragaman, tn= tidak nyata, dan * = berbeda nyata



Lampiran 9. Dokumentasi Kegiatan Budidaya



Gambar 5 Penanaman dan Perawatan Kacang Bogor



Gambar 6. Pengambilan Data



Gambar 7. Penyilangan Kacang Bogor

Lampiran 10. Tahapan Kacang Bogor setelah Disilangan

No	MSS (Minggu Setelah Silang) Ke -	Dokumentasi
1	1 Minggu	
2	2 Minggu	
3	3 Minggu	



4. 4 Minggu



5. 5 Minggu



6. 6 Minggu



7. 7 Minggu



8. 8 Minggu





Lampiran 11. Deskripsi Galur

1. SS 3.4.2

Nama galur	: SS 3.4.2
Asal	: Lokal Sumedang
Umur panen	: ±138-142 hari
Tipe tumbuh	: Tegak (<i>Bunch</i>)
Tinggi tanaman	: ±36 cm
Bentuk daun	: Lonjong (<i>Lanceolate</i>)
Warna daun	: Hijau
Bulu pada batang	: Jarang
Warna bunga	: Kuning
Bentuk polong	: Meruncing pada satu sisi dan bulat pada sisi lain
Warna polong	: Coklat
Tekstur polong	: Banyak alur
Bentuk biji	: Oval
Warna biji	: Hitam
Jumlah polong/tanaman	: ±92-115 polong
Jumlah biji/polong	: 1-2 biji
Jumlah biji/tanaman	: ±95-115 biji
Berat 100 biji	: ±80-95 gram
Potensi hasil	: ±2,3-3 ton/ha polong kering
Panjang biji	: ±15 mm
Lebar biji	: ±10 mm
Tebal biji	: ±11 mm
Kadar protein	: ±18,38%
Kadar lemak	: ±6,22%
Kadar karbohidrat	: ±57,60%



A. Fase kecambah



B. Fase awal pertumbuhan



C. Fase Vegetatif





D. Fase Generatif



E. Fase Berpolong dan berbunga



F. Polong kering dan biji



**2. BBL 1.1**

Nama galur	: BBL 1.1
Asal	: Lokal Lamongan
Umur panen	: 134-141 hari
Tipe tumbuh	: Menyebarkan (<i>Spreading</i>)
Tinggi tanaman	: ±36 cm
Bentuk daun	: Elips (<i>Elliptic</i>)
Warna daun	: Hijau
Bulu pada batang	: Jarang
Warna bunga	: Kuning
Bentuk polong	: Meruncing pada satu sisi dan bulat pada sisi lain
Warna polong	: Coklat kekuningan
Tekstur polong	: Sedikit alur
Bentuk biji	: Oval
Warna biji	: Hitam
Jumlah polong/tanaman	: ±128-170 polong
Jumlah biji/polong	: 1-2 biji
Jumlah biji/tanaman	: ±132-170 biji
Berat 100 biji	: ±54-66 gram
Potensi hasil	: ±2,3-2,7 ton/ha polong kering
Panjang biji	: ±12 mm
Lebar biji	: ±9 mm
Tebal biji	: ±9 mm
Kadar protein	: ±18,03%
Kadar lemak	: ±6,43%
Kadar karbohidrat	: ±58,49%

A. Fase kecambah



B. Fase awal pertumbuhan



C. Fase Vegetatif





D. Fase Generatif



E. Fase Berpolong dan berbunga



F. Polong kering dan biji





3. TVSU

Asal

: Thailand

Arah Pertumbuhan

: Menyebar

Bentuk dan warna daun

: Lancip dan hijau

Bulu pada batang

: Jarang

Pigmentasi bunga

: Ada

Bentuk, Tekstur dan warna polong

: Bulat tanpa point, halus dan coklat kekuningan

Bentuk dan warna biji

: Oval dan hitam

Umur tumbuh

: 9 HST

Tinggi tanaman

: 36,2 cm

Jumlah daun

: 258,53

Jumlah cabang

: 76,33

Umur berbunga

: 38,33 HST

Umur masak

: 124,33 HST

Lebar polong

: 12,16 mm

Panjang polong

: 14,21 mm

Panjang biji

: 13,75 mm

Lebar biji

: 10,18 mm

Tebal biji

: 10,64 mm

Jumlah polong/tanaman

: 141,4

Jumlah biji/tanaman

: 144,2

Berat biji/tanaman

: 53,94

Bobot 100 biji

: 61,98 g

Potensi hasil

: 2,38 ton ha⁻¹



Lampiran 12. Pengamatan Suhu dan Kelembaban

Waktu	Suhu (° C)	Kelembaban (%)	Dokumentasi
04.00 pagi (Emaskulasi)	25,6	76	
05.00-06.00 (W1)	26,6	78	
06.00-07.00 (W2)	25,7	81	
07.00-08.00 (W3)	26,2	87	
08.00-09.00 (W4)	29,5	75	

