

**KERAGAMAN GENETIK DAN HERITABILITAS TINGGI TANAMAN
DAN JUMLAH DAUN BEBERAPA GENOTIPE
SORGUM (*Sorghum bicolor* L. Moench)**

(Skripsi)

Oleh

**RIBKA MUNTHE
NPM 1414121200**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

KERAGAMAN GENETIK DAN HERITABILITAS TINGGI TANAMAN DAN JUMLAH DAUN BEBERAPA GENOTIPE SORGUM (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Oleh

Ribka Munthe

Sorgum merupakan salah satu tanaman serealia, seluruh bagian sorgum dapat dimanfaatkan. Batang dan daun sorgum dapat digunakan menjadi bioetanol dan pakan ternak. Tinggi tanaman sorgum beragam dan keragaman genetik merupakan modal penting dalam program pemuliaan tanaman. Tanaman sorgum yang tinggi diharapkan mampu menghasilkan bobot batang yang tinggi sehingga lebih banyak menghasilkan volume nira sebagai bahan baku bioetanol. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keragaman genetik dan nilai heritabilitas pada karakter vegetatif beberapa genotipe sorgum. Penelitian ini dilakukan di Lab. Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, pada bulan Februari – Mei 2019. Perlakuan disusun dengan Rancangan Acak Kelompok dengan 4 perlakuan yang diulang sebanyak 6 kali dan setiap ulangan terdiri dari 12 tanaman. Analisis data dilakukan dengan metode sidik ragam (5%), adapun proses analisis dilakukan menggunakan software SAS 9.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman genetik pada sifat tinggi tanaman tergolong luas, sementara itu tergolong sempit pada sifat jumlah daun. Hasil taksiran nilai heritabilitas menunjukkan bahwa sifat tinggi tanaman termasuk dalam kategori tinggi ($>0,5$), sementara itu taksiran nilai heritabilitas sifat jumlah daun tergolong rendah sampai sedang ($>0,2$; $0,2 \leq 0,5$).

Kata kunci : Heritabilitas , ragam genetik, ragam fenotipe

**KERAGAMAN GENETIK DAN HERITABILITAS TINGGI TANAMAN
DAN JUMLAH DAUN BEBERAPA GENOTIPE
SORGUM (*Sorghum bicolor* L. Moench)**

Oleh

RIBKA MUNTHE

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : KERAGAMAN GENETIK DAN
HERITABILITAS TINGGI TANAMAN DAN
JUMLAH DAUN BEBERAPA GENOTIPE
SORGUM (*Sorghum bicolor* L. Moench)

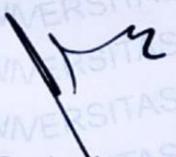
Nama Mahasiswa : Ribka Munthe

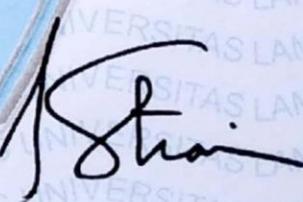
Nomor Pokok Mahasiswa : 1414121200

Program Studi : Agroteknologi

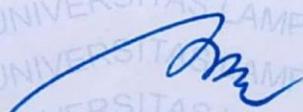
Fakultas : Pertanian




Ir. Ardian, M.Agr
NIP. 196211281987031002


Prof. Dr. Kukuh Setiawan, M.Sc.
NIP. 196102181985031002

2. Ketua Jurusan


Prof. Dr. Ir. Sri Yumnaini, M.Si.
NIP. 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Ir. Ardian, M.Agr

Sekretaris : Prof. Dr. Kukuh Setiawan, M.Sc.

Anggota : Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P.

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 28 Juni 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: “KERAGAMAN GENETIK DAN HERITABILITAS TINGGI TANAMAN DAN JUMLAH DAUN BEBERAPA GENOTIPE SORGUM (*Sorghum bicolor* L. Moench)” merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 15 Desember 2021
Penulis,



Ribka Munthe
NPM 1414121200

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan limpahan kasih-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “*Keragaman Genetik Dan Heritabilitas Tinggi Tanaman Dan Jumlah Daun Beberapa Genotipe Sorgum (Sorghum bicolor L. Moench)*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Skripsi ini telah penulis susun secara maksimal dengan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Ir. Dwi Utomo, M.Sc., selaku Ketua Bidang Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
4. Ir. Ardian, M.Agr., selaku pembimbing utama yang telah memberikan ilmu, bimbingan, motivasi, nasihat, saran, masukan serta perhatian selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Prof. Dr. Kukuh Setiawan, M.Sc., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, nasihat, masukan, dan saran selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.

6. Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P., selaku pembahas yang telah memberikan motivasi, nasihat, masukan, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. Tumiar K.B. Manik, Ir.,M.Sc., selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis dari awal sampai akhir dalam belajar.
8. Kedua orang tua Bapak D. Maruli Munthe dan Ibu Resdina b.r Sihombing yang telah memberikan banyak dorongan, kasih sayang, saran, masukan, nasihat, semangat, serta doa yang tak pernah putus sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dan dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.
9. Adik-adik tersayang Rian Agus Munthe dan Rudyanto Bakti Munthe yang tak pernah lelah dalam mendoakan dan memberi semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi.
10. Benardo Kristian Sitorus, yang telah memberikan masukan dan dukungan kepada penulis selama proses penelitian
11. Romatua Hasiholan Nainggolan, Yulia Citra P., Riski Indah Wahyuni, dan Septiana Putri yang telah banyak membantu penulis selama proses penelitian.
12. Matthew dan Daniel atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
13. Keluarga POMPERTA yang sudah memberi semangat dan dukungan kepada penulis selama proses penelitian.
14. Keluarga GPCC yang sudah memberi dukungan kepada penulis selama proses penelitian.
15. Ribka Munthe, terimakasih telah berjuang sampai sejauh ini.

Bandar Lampung, 15 Desember 2021

Penulis

Ribka Munthe

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Botani Sorgum.....	7
2.2 Morfologi Sorgum	8
2.3 Fase Pertumbuhan Sorgum.....	11
2.3.1 Fase Vegetatif.....	11
2.3.2 Fase Generatif	13
2.3.3 Fase Pembentukan dan Pemasakan Biji	13
2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Adaptasi Sorgum	14
2.5 Keragaman Genetik	15
2.6 Heritabilitas.....	16
III. BAHAN DAN METODE	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Bahan dan Alat	19
3.3 Metode	19

3.4 Analisis Data.....	19
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.5.1 Persiapan Media Tanam	22
3.5.2 Persiapan Bahan Tanam	23
3.5.3 Penanaman	23
3.5.4 Penyulaman	24
3.5.5 Penjarangan	24
3.5.6 Pemupukan	25
3.5.7 Pemeliharaan	26
3.5.7.1 Penyiraman Tanaman	26
3.5.7.2 Penyiangan Gulma	27
3.5.7.3 Pengendalian Hama dan Penyakit	27
3.6 Pengamatan.....	28
3.6.1 Tinggi Tanaman	28
3.6.2 Jumlah Daun.....	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Hasil.....	29
4.2 Pembahasan	32
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Simpulan.....	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sumber variasi, derajat bebas, kuadrat tengah, nilai harapan	21
2. Kriteria ragam genetik	30
3. Kriteria ragam fenotipe	31
4. Kriteria heritabilitas	32
5. Analisis ragam tinggi tanaman 2 MST	42
6. Analisis ragam jumlah daun 2 MST	42
7. Analisis ragam tinggi tanaman 3 MST	43
8. Analisis ragam jumlah daun 3 MST	43
9. Analisis ragam tinggi tanaman 4 MST	44
10. Analisis ragam jumlah daun 4 MST	44
11. Analisis ragam tinggi tanaman 5 MST	45
12. Analisis ragam jumlah daun 5 MST	45
13. Analisis ragam tinggi tanaman 6 MST	46
14. Analisis ragam jumlah daun 6 MST	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tata letak percobaan	20
2. Persiapan media tanam.....	22
3. Persiapan bahan tanam.....	23
4. Penyulaman.....	24
5. Penjarangan.....	25
6. Pemupukan pertama.....	25
7. Pemupukan kedua	26
8. Penyiraman.....	26
9. Penyemprotan pestisida.....	27
10. Pengukuran tinggi tanaman.....	28
11. Deskripsi sorgum varietas Super 2.....	47

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hijauan sebagai pakan ternak ruminansia dibutuhkan hingga 10% dari bobot ternak (Sugeng, 2004). Standar kebutuhan hijauan pakan berdasarkan satuan ternak menurut Subdit PH (2013) yaitu, ternak dewasa (1 ST) memerlukan hijauan pakan sebanyak 30 kg/ekor/hari, ternak muda (0,50 ST) memerlukan hijauan pakan sebanyak 15 - 17,5 kg/ekor/hari, dan anakan (0,25 ST) memerlukan hijauan pakan sebanyak 7,5- 9 kg/ekor/hari. Jumlah populasi ternak ruminansia (sapi, kuda dan kerbau) pada tahun 2015 yang mencapai 17,7 juta (Pusdatin, 2017). Produktivitas hijauan pakan pada suatu padang penggembalaan dipengaruhi oleh faktor ketersediaan lahan yang memadai, dimana lahan tersebut harus mampu menyediakan hijauan pakan yang cukup bagi kebutuhan ternak, rendahnya produktivitas ternak terkait dengan ketersediaan pakan yang berfluktuasi dengan kualitas yang rendah (Haryanto, 2009). Selain itu faktor kesuburan tanah, ketersediaan air, iklim dan topografi juga turut berpengaruh (Susetyo, 1981).

Sorgum merupakan tanaman serealia yang tergolong sekeluarga dengan tanaman serealia lainnya seperti, padi, jagung, dan gandum. Sorgum mempunyai potensi sebagai sumber karbohidrat bahan pangan, pakan, bahan baku industri, dan komoditi ekspor. Sorgum dapat tumbuh di hampir semua jenis tanah dan dapat bertoleransi pada tanah yang mengandung kadar garam tinggi atau disebut tanah salin. Sorgum lebih tahan terhadap kekeringan bila dibandingkan dengan tanaman palawija lainnya, namun sorgum tidak tahan tumbuh pada tanah masam ($\text{pH} < 5$) yang mengandung Al tinggi (Anas dan Yoshida, 2000).

Keunggulan sorgum terletak pada daya adaptasinya yang luas, toleran terhadap kekeringan, produktivitas tinggi, dan lebih tahan terhadap hama dan penyakit dibandingkan dengan tanaman pangan lainnya. Selain budi daya yang mudah, sorgum mempunyai manfaat yang luas, antara lain untuk pakan, pangan, dan bahan industri (Yulita dan Risda, 2006). Seluruh bagian tanaman sorgum dapat dimanfaatkan, batang sorgum terutama sorgum manis memiliki kandungan nira yang dapat digunakan sebagai bahan baku gula dan bioethanol dan ampas batang dan daun sorgum dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak, terutama sapi. Di Australia, batang dan daun sorgum telah dikembangkan menjadi *forage* sorgum dan *sweet* sorgum untuk pakan (Irawan, 2011).

Menurut Sirappa (2003), sorgum merupakan tanaman penghasil pakan hijauan sekitar 15-20 ton/ha/th dan pada kondisi optimum dapat mencapai 30-45 ton/ha/th dalam bentuk bahan segar. Jika dimanfaatkan daunnya saja, potensi sorgum sebagai pakan adalah 14-16% dari total biomassa. Soebarinoto dan Hermanto (1996) melaporkan bahwa sorgum dapat menghasilkan jerami 2,62 + 0,53 t/ha bahan kering. Potensi daun sorgum manis sekitar 14-16% dari bobot segar batang atau sekitar 3 t daun segar/ha dari total produksi 20 t/ha. Daun sorgum tidak dapat diberikan secara langsung kepada ternak, tetapi harus dilayukan dahulu sekitar 2-3 jam. Nutrisi daun sorgum setara dengan rumput gajah dan pucuk tebu. Mengingat kebutuhan pakan ternak yang terus mengkonsumsi hijauan dan ketersediaan pakan ternak secara berkelanjutan belum dapat dipenuhi, sorgum dapat digunakan sebagai pakan ternak dengan berbagai pengembangan supaya mencukupi kebutuhan secara berkelanjutan terutama kebutuhan pakan saat musim kemarau.

Melonjaknya harga minyak dunia yang disertai juga dengan meningkatnya kebutuhan akan pangan dan pakan telah mendorong berbagai kalangan untuk mengembangkan sorgum sebagai sumber energi terbarukan. Misalnya Filipina, telah mencanangkan pengembangan nira pada sorgum manis untuk pembuatan bioetanol dan dijadikan pakan ternak (Sumarno *et al.*, 2013). Bioetanol dari sorgum manis diharapkan dapat mensubstitusi sebagian bahan bakar negara lain. India juga mempunyai rencana yang serupa dengan menjalin kerjasama dengan

ICRISAT. Pemanfaatan brangkasan tanaman sorgum manis sebagai pakan ternak juga telah dilakukan pada banyak daerah antara lain di Gunung Kidul (Yogyakarta) dan Nusa Tenggara Timur.

Besaran jumlah bioetanol sorgum dipengaruhi dengan tinggi tanaman dan banyaknya jumlah daun (Pabendon *et al.*, 2012). Tinggi tanaman merupakan karakter yang penting karena berkaitan dengan produksi biji, bioetanol, dan jumlah daun. Tanaman sorgum yang tinggi diharapkan mampu menghasilkan bobot batang yang tinggi sehingga lebih banyak menghasilkan volume nira dan brangkasan yang tinggi pula guna memenuhi kebutuhan pakan. Tinggi tanaman sorgum beragam dan keragaman tanaman dapat diperoleh melalui pemuliaan tanaman. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan guna untuk mendapatkan variasi genetik dan menduga nilai heritabilitas beberapa genotipe sorgum.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilaksanakan untuk menjawab pertanyaan yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah terdapat variasi genetik dan fenotipe karakter jumlah daun dan tinggi tanaman pada beberapa genotipe sorgum yang diuji?
2. Apakah ada perbedaan nilai heritabilitas jumlah daun dan tinggi tanaman pada beberapa genotipe sorgum yang diuji?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengevaluasi variasi genetik dan fenotipe karakter jumlah daun dan tinggi tanaman beberapa genotipe sorgum.
2. Menduga nilai heritabilitas jumlah daun dan tinggi tanaman beberapa genotipe sorgum.

1.4 Kerangka Pemikiran

Sorgum merupakan sereal yang memiliki potensi menjadi pengganti padi dan jagung dengan kandungan karbohidrat yang tergolong tinggi. Sorgum di Indonesia sudah dimanfaatkan diberbagai kalangan daerah yang memiliki nama berbeda-beda sesuai dengan daerah yang membudidayakannya. Seluruh bagian sorgum dapat dimanfaatkan dan dikembangkan, sampai saat ini sorgum lebih banyak dijadikan bahan baku industri dan bahan pakan ternak. Banyaknya jenis sorgum yang tersebar dengan kualitas dan keunggulan masing-masing dapat dikembangkan dengan teknik pemuliaan. Berbagai pengembangan genotipe sorgum yang masih kurang di Indonesia dapat menjadi salah satu pusat perhatian untuk perombakan dan pemenuhan kebutuhan sorgum di beberapa daerah yang saat ini memiliki makanan pokok sorgum.

Kualitas sorgum yang dihasilkan dapat di pengaruhi dengan genotipe sorgum tersebut dan dapat dipengaruhi juga oleh faktor-faktor lingkungan. Kondisi lahan sangat mempengaruhi hasil tanam, seperti kelembaban dan kesuburan tanah, hama dan penyakit tanaman, serta pengendalian gulma yang menjadi saingan dalam pertumbuhan sorgum. Bunga sorgum akan mengalami mandul jantan apabila sorgum ditanam pada kondisi yang ekstrim baik suhu yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah.

Perbedaan genotipe mempengaruhi hasil tanam sorgum. Dalam satu lingkungan tumbuh yang sama, setiap genotipe sorgum memberikan respon yang berbeda dalam masa pertumbuhan. Sorgum memiliki keunggulan masing-masing yang di tunjang dengan kesesuaian genotipe pada lingkungan yang di sediakan.

Keseluruhan bagian tanaman sorgum dapat dimanfaatkan, batang dan daun dapat dijadikan pakan ternak dan digunakan untuk bioetanol. Tinggi tanaman merupakan karakter yang penting karena berkaitan dengan produksi biji dan bioetanol. Untuk kebutuhan produksi biji, tanaman yang rendah akan memudahkan pemeliharaan, pemanenan dan memperkecil resiko rebah.

Secara fisiologis tanaman yang tidak terlalu tinggi akan mengalokasikan lebih banyak fotosintat ke biji daripada ke batang, karena merupakan sumber utama dari karbohidrat dan biji merupakan sink utama (Taiz, 2002 dalam Sulistiyowati, dkk., 2016). Di sisi lain, untuk kebutuhan bioetanol tinggi tanaman merupakan salah satu karakter yang menjadi target. Tanaman sorgum yang tinggi diharapkan mampu menghasilkan bobot batang yang tinggi sehingga lebih banyak menghasilkan volume nira batang sebagai bahan baku bioetanol.

Keragaman genetik dapat ditingkatkan dengan mencari sumber-sumber genetik baru melalui pemuliaan tanaman. Pewarisan sifat dapat diturunkan melalui proses hibridisasi atau perkawinan silang, sehingga pemilihan individu unggul dalam proses seleksi perlu diperhatikan. Melalui keragaman genetik dan heritabilitas dapat diketahui perbedaan genetik antar genotipe dan antar karakter tanaman. Menurut hasil penelitian Sulistiyowati (2016), tinggi tanaman memiliki keragaman genetik yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai salah satu variabel dalam penyeleksian tetua, sedangkan jumlah daun memiliki keragaman genetik yang rendah. Nilai duga heritabilitas digunakan untuk mengetahui proporsi ragam genetik dibandingkan dengan ragam lingkungannya, sehingga dapat diketahui sejauh apa suatu karakter dapat diwariskan dari tetua kepada keturunannya. Nilai duga Heritabilitas tinggi tanaman termasuk dalam kategori tinggi dan jumlah daun tergolong kategori rendah.

Hasil penelitian Yeye *et al.* (2015) menunjukkan bahwa *heading date*, jumlah daun, tinggi tanaman dan bobot 1000 butir pada sorgum dikendalikan oleh aksi gen aditif. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa gen-gen yang menguntungkan pada kedua tetua berkontribusi terhadap ekspresi karakter-karakter tersebut. Dengan demikian ada potensi untuk menggunakan karakter tersebut sebagai kriteria seleksi pada generasi awal. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan guna mengetahui variasi genetik dan menduga nilai heritabilitas beberapa genotipe sorgum.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah disusun, hipotesis yang dapat disusun yaitu

1. Terdapat variasi genetik diantara beberapa genotipe dan fenotipe karakter jumlah daun dan tinggi tanaman sorgum yang diuji.
2. Terdapat variasi nilai heritabilitas jumlah daun dan tinggi tanaman pada beberapa karakter tanaman yang diuji.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Sorgum

Tanaman sorgum sekeluarga dengan tanaman serealia lainnya seperti padi, jagung, hanjeli dan gandum, dan bahkan tanaman lain seperti bambu dan tebu. Dalam taksonomi, tanaman-tanaman tersebut tergolong dalam satu keluarga besar Poaceae yang juga sering disebut sebagai Gramineae (rumput-rumputan).

Klasifikasi botani sorgum menurut Martin (1970) dalam Firmansyah (2018) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Class : Monocotyledoneae
Ordo : Poales
Family : Poaceae
Sub family : Panicoideae
Genus : *Sorghum*
Species : *Sorghum bicolor*

Sorgum dapat tumbuh di hampir semua jenis tanah dan dapat bertoleransi pada tanah yang mengandung kadar garam tinggi. Sorgum memiliki potensi besar bila dikembangkan di Indonesia karena daya adaptasi yang tinggi dan toleran terhadap kekeringan serta genangan air. Menurut Anas and Yoshida (2000) sorgum masih dapat tumbuh pada pH tanah sekitar 5,5 namun tidak tahan terhadap tanah masam (pH<5) terutama yang banyak mengandung Al. Ketinggian optimum untuk pertumbuhan sorgum berkisar dari 0–500 mdpl.

Penanaman sorgum pada ketinggian di atas 500 mdpl dapat menghambat pertumbuhan dan keterlambatan berbunga. Suhu optimum berkisar 23–30 °C. Pertumbuhan tanaman sorgum akan sangat terhambat jika suhu di bawah 16 °C. Kelembaban relatif 20–40% sangat baik untuk pertumbuhan sorgum, terutama pada saat pembentukan biji.

2.2 Morfologi Sorgum

Morfologi tanaman sorgum mencakup akar, batang, daun, tunas, bunga, dan biji.

1. Perakaran

Tanaman sorgum merupakan tanaman biji berkeping satu, tidak membentuk akar tunggang, perakaran hanya terdiri atas akar lateral. Sistem perakaran sorgum terdiri atas akar-akar primer pada dasar buku pertama pangkal batang, akar sekunder dan akar tunjang yang terdiri atas akar koronal (akar pada pangkal batang yang tumbuh ke arah atas) dan akar udara (akar yang tumbuh di permukaan tanah).

Tanaman sorgum membentuk perakaran sekunder dua kali lebih banyak dari jagung. Ruang tempat tumbuh akar lateral mencapai kedalaman 1,3-1,8 m, dengan panjang mencapai 10,8 m. Sebagai tanaman yang termasuk kelas monokotiledone, sorgum mempunyai sistem perakaran serabut (Artschwager, 1948; Singh *et al.*, 1997; Rismunandar, 2006).

2. Batang

Batang tanaman sorgum merupakan rangkaian berseri dari ruas (*internodes*) dan buku (*nodes*), tidak memiliki kambium. Pada bagian tengah batang terdapat seludang pembuluh yang diselubungi oleh lapisan keras (sel-sel *parenchym*). Bentuk batang tanaman sorgum silinder dengan diameter pada bagian pangkal berkisar antara 0,5-5,0 cm. Tinggi batang bervariasi, berkisar antara 0,5-4,0 m, bergantung pada genotipe (House, 1985; Arthswager, 1948; du Plessis, 2008).

3. Tunas

Pada beberapa genotipe sorgum, batangnya dapat menghasilkan tunas baru membentuk percabangan atau anakan dan dapat tumbuh menjadi individu baru selain batang utama (House, 1985). Ruas batang sorgum bersifat gemmiferous, setiap ruas terdapat satu mata tunas yang bisa tumbuh sebagai anakan atau cabang. Tunas yang tumbuh pada ruas yang terdapat di permukaan tanah akan tumbuh sebagai anakan, sedangkan tunas yang tumbuh pada batang bagian atas menjadi cabang (Arthswager, 1948).

4. Daun

Daun merupakan organ penting bagi tanaman, karena fotosintat sebagai bahan pembentuk biomasa tanaman dihasilkan dari proses fotosintesis yang terjadi di daun (Sitompul dan Guritno, 1995). Sorgum mempunyai daun berbentuk pita, dengan struktur terdiri atas helai daun dan tangkai daun. Posisi daun terdistribusi secara berlawanan sepanjang batang dengan pangkal daun menempel pada ruas batang. Panjang daun sorgum rata-rata 1 m dengan penyimpangan 10-15 cm dan lebar 5-13 cm (Arthswager, 1948; House, 1985). Daun melekat pada buku-buku batang dan tumbuh memanjang, yang terdiri atas pelepah dan helaian daun. Pada pertemuan antara pelepah dan helaian daun terdapat ligula (*ligule*) dan kerah daun (*dewlaps*).

Hasil penelitian Bullard and York (1985) dalam Andriani (2016) menunjukkan bahwa panjang periode vegetatif berkorelasi dengan jumlah daun tanaman sorgum, yang dibuktikan oleh setiap penambahan satu helai daun memerlukan waktu 3–4 hari. Tanaman sorgum mempunyai daun bendera (*leaf flag*) yang muncul paling akhir, bersamaan dengan inisiasi malai. Daun bendera umumnya lebih pendek dan lebar dari daun-daun pada batang (House, 1985). Pelepah daun bendera menyelubungi primordia bunga selama proses perkembangan primordia bunga. Daun bendera akan membuka oleh dorongan pemanjangan tangkai bunga dan perkembangan bunga dari primordia bunga menjadi bunga sempurna yang siap untuk mekar (Singh *et al.*, 1997).

5. Bunga

Rangkaian bunga sorgum berada pada malai di bagian ujung tanaman. Sorgum merupakan tanaman hari pendek, pembungaan dipicu oleh periode penyinaran pendek dan suhu tinggi (Pedersen *et al.*, 1998 dalam Andriani, 2016). Bunga sorgum secara utuh terdiri atas tangkai malai (*peduncle*), malai (*panicle*), rangkaian bunga (*raceme*), dan bunga (*spikelet*).

Tangkai malai (*peduncle*) merupakan ruas paling ujung (*terminal internode*) yang menopang malai dan paling panjang, yang terdapat pada batang sorgum. Tangkai malai memanjang seiring dengan perkembangan malai, dan mendorong malai keluar dari pelepah daun bendera (House, 1985). Bagian dari tangkai malai (*peduncle*) terlihat di antara pangkal malai (*panicle*) dengan pelepah daun bendera yang disebut leher malai (*exsertion*) (Singh *et al.*, 1997). Malai (*panicle*) pada sorgum tersusun atas tandan primer, sekunder, dan tersier. Susunan percabangan pada malai semakin ke atas semakin rapat. Panjang poros malai, panjang tandan, jarak percabangan tandan dan kerapatan spikelet akan mempengaruhi bentuk rangkaian bunga. Ukuran malai beragam dengan panjang berkisar antara 4-50 cm dan lebar 2-20 cm (Dicko *et al.*, 2006).

Rangkaian bunga (*raceme*) merupakan kumpulan beberapa bunga yang terdapat pada cabang sekunder. *Raceme* pada umumnya terdiri atas satu atau beberapa spikelet, dalam setiap spikelet terdapat dua macam bunga, yaitu bunga biseksual dan bunga uniseksual. Ukuran *raceme* beragam, bergantung pada jumlah buku dan panjang ruas yang terdapat di dalam *raceme*, berkisar antara 1–8 buku, bergantung genotipe. Ukuran ruas dan buku pada *raceme* hampir sama, berkisar antara 0,5–3,0 mm (House, 1985).

Bunga (*spikelet*) merupakan bunga tunggal yang tersusun dalam rangkaian bunga (*raceme*). Pada setiap malai terdapat sekitar 1.500–4.000 bunga (du Plessis, 2008). Dalam setiap bunga terdapat setidaknya satu bunga biseksual (*hermaprodit*) dan satu atau dua bunga uniseksual, berupa bunga jantan atau steril (House, 1985).

6. Biji

Biji sorgum berbentuk butiran dengan ukuran 4,0 x 2,5 x 3,5 mm. Berdasarkan bentuk dan ukurannya, sorgum dibedakan menjadi tiga golongan, yaitu biji berukuran kecil (8-10 mg), sedang (12-24 mg), dan besar (25-35 mg). Biji sorgum terdiri atas tiga bagian utama, yaitu lapisan luar (*coat*), embrio (*germ*), dan endosperm.

2.3 Fase Pertumbuhan Sorgum

2.3.1 Fase Vegetatif

Fase vegetatif merupakan fase pembentukan dan perkembangan daun yang kemudian berfungsi mendukung pembentukan biji. Lamanya fase vegetatif bergantung pada umur setiap tanaman yang ditanam. Genotipe/varietas berumur genjah umumnya membentuk daun sampai 15 helai, genotipe/varietas berumur sedang sekitar 17 helai, dan genotipe/varietas berumur panjang sampai 19 helai. Pada fase vegetatif, tanaman biasanya toleran terhadap kekeringan, kelebihan air, dan temperatur rendah. Kondisi yang cerah dapat merangsang pembentukan anakan pada saat tanaman telah membentuk 4–6 helai daun.

Pada genotipe berumur sedang (+ 90 hari setelah tumbuh), hal ini terjadi pada 30–35 hari setelah tumbuh, yang merupakan periode kritis karena perkembangan tanaman mulai berubah dari fase vegetatif ke fase pembentukan malai, dan saat itu merupakan akhir pembentukan jumlah daun.

Tahap-tahap pertumbuhan sorgum pada fase vegetatif meliputi 3 tahap (House, 1985 dan Vanderlip, 1993), yaitu:

1. Tahap 0, saat kecambah muncul di atas permukaan tanah

Tahap ini disebut dengan tahap 0 karena umur tanaman adalah 0 hari setelah berkecambah (HSB). Munculnya kecambah dipengaruhi oleh suhu,

kelembaban, kedalaman posisi benih, dan vigor benih. Pada kondisi optimum, tahap ini terjadi antara 3-10 hari setelah tanam (HST). Pada suhu tanah 20°C atau lebih, tunas pucuk (*coleoptile*) muncul di atas tanah setelah 3-4 HST, dan akan lebih lama jika suhu semakin rendah. Sedangkan akar skunder akan mulai berkembang 3-7 HSB. Selama tahap ini, pertumbuhan bergantung pada nutrisi dan cadangan makanan dari benih (House, 1985; Vanderlip, 1993).

2. Tahap 1, saat pelepah daun ke-3 terlihat

Daun dihitung setelah pelepah daun mulai terlihat atau tidak lagi tertutup oleh pelepah daun sebelumnya. Tahap ini berlangsung pada umur sekitar 10 HSB. Kecepatan pertumbuhan pada tahap ini bergantung pada suhu yang hangat. Penyiangan yang baik membantu tanaman untuk tumbuh secara optimal sehingga mampu memberikan hasil yang optimal. Namun penyiangan harus hati-hati supaya tidak merusak titik tumbuh, karena kemampuan sorgum untuk tumbuh kembali tidak sebaik tanaman jagung (Vanderlip, 1993).

3. Tahap 2, saat daun ke-5 terlihat

Pada tahap ini tanaman memasuki umur sekitar 20 HSB dan memasuki fase pertumbuhan cepat. Daun dan sistem perakaran berkembang dengan cepat. Pertumbuhan yang cepat memerlukan penyiangan, pupuk, pengairan, dan pengendalian hama dan penyakit yang optimal. Laju akumulasi bahan kering akan konstan hingga saat memasuki masak fisiologis bila kondisi pertumbuhan baik. Titik tumbuh masih berada di bawah permukaan tanah. Pada fase ini, batang belum memanjang, yang terlihat di permukaan tanah adalah lapisan pelepah daun, namun vigor tanaman lebih tinggi dibanding pada tahap 1 (Vanderlip, 1993).

4. Tahap 3, tahap deferensiasi titik tumbuh

Deferensiasi titik tumbuh berlangsung pada saat tanaman berumur sekitar 30 HSB. Pada fase ini titik tumbuh mulai membentuk primordial bunga. Setidaknya sepertiga jumlah daun sudah benar-benar berkembang, dan total jumlah daun optimal sudah terdeferensiasi.

2.3.2 Fase Generatif

Fase pertumbuhan ini merupakan periode pembentukan struktur reproduksi. Pembentukan malai dan jumlah biji maksimum per malai. Selama fase pembentukan malai, tanaman membutuhkan air yang cukup, oleh karena itu perlu dilakukan penyiraman karena dapat mempengaruhi jumlah biji potensial. Fase ini tanaman umumnya lebih peka terhadap cekaman suhu ekstrim, kekurangan unsur hara, kekurangan atau kelebihan air, semuanya dapat menyebabkan menurunnya jumlah biji potensial. Jika hal ini terjadi maka hasil biji yang diperoleh hanya sekitar 70% dari jumlah biji per malai.

Tanaman akan tumbuh dengan cepat sampai fase pembungaan dan akan membentuk daun yang lebih lebar untuk mendukung proses pengisian biji. Tangkai malai akan menekan calon malai masuk ke dalam calon daun bendera, dan disebut sebagai "*boot stage*". Pada saat itu, semua daun sudah berkembang penuh untuk mendukung penerimaan cahaya matahari secara maksimal, dan perkembangan malai yang terbungkus daun bendera sudah hampir maksimal. Selanjutnya tangkai menopang malai dan mendorong malai keluar dari daun bendera sehingga terjadi pembungaan dan penyerbukan. Pada saat pembungaan, apabila malai tidak keluar sempurna dari daun bendera maka proses penyerbukan menjadi tidak sempurna. Hal ini disebabkan saat "*boot stage*" tanaman mengalami kekurangan air. Fase awal pembentukan calon malai sampai pembungaan merupakan proses pengambilan hara dan pertumbuhan yang cepat.

2.3.3 Fase Pembentukan dan Pemasakan Biji

Fase akhir dari pertumbuhan tanaman sorgum adalah dari saat pembungaan sampai biji masak fisiologis, selama fase ini yang penting adalah saat pengisian biji. Mulainya pembungaan yaitu ketika ujung malai sudah mulai berwarna kuning atau 5–7 hari setelah keluar malai. Proses pembungaan ini berlangsung selama 4–9 hari. Tanaman berbunga berumur 60–75 hari setelah tumbuh.

Masa kritis kekurangan air biasanya mulai sekitar 1 minggu sebelum “*boot stage*” dan berlanjut sampai 2 minggu setelah pembungaan. Selama pengisian biji, asimilat hasil fotosintesis diangkut ke biji. Asimilat yang tersimpan dalam batang juga dipindahkan ke biji, dan yang tetap tersimpan dalam batang hanya sekitar sepertiganya. Jika terjadi kekeringan maka pengangkutan asimilat akan terhambat dan pertumbuhan tanaman menjadi lambat. Akhir dari periode pengisian biji ini ditandai oleh semakin lambatnya penambahan bobot biji. Pada saat masak fisiologis biasanya kadar air biji berkisar antara 25–45%.

2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Adaptasi Sorgum

Sorgum adalah tanaman hari pendek dan kemampuannya untuk merespons terhadap variasi fotoperiodisitas dan temperatur sangat menentukan tingkat adaptasinya. Temperatur sangat mempengaruhi persentase perkecambahan dan pertumbuhan tanaman sorgum. Temperatur optimum untuk perkecambahan adalah sekitar 32–37 °C. Adaptasi sorgum pada lingkungan yang berbeda-beda, terutama sangat ditentukan oleh kemampuannya dalam mengatasi kepekaannya dalam fotoperiodisitas dan waktu minimum untuk berbunga. Craufurd *et al.* (1999) juga melaporkan bahwa temperatur minimum untuk inisiasi malai adalah sekitar 26–27 °C. Temperatur dingin dapat memperlambat keluarnya malai.

Can and Yoshida (1999) menyatakan keluarnya malai tanaman sorgum sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Seleksi untuk karakter ini harus dilakukan pada masing-masing lingkungan dimana tanaman sorgum akan dibudidayakan. Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi perkembangan sorgum antara lain kelembaban dan kesuburan tanah, hama dan penyakit, cekaman abiotik, populasi tanaman, dan persaingan gulma. Faktor lingkungan merupakan faktor yang mempengaruhi stabilitas sifat mandul jantan pada tanaman sorgum terutama pada suhu yang terlalu rendah atau terlalu tinggi (Tarumoto, 2008). Jennings *et al.* (1979) dalam Garcia-Yzaguirre and Carreres (2008) menyatakan bahwa temperatur air yang tinggi mampu membunuh polen tetapi tidak dengan stigma.

2.5 Keragaman Genetik

Kearagaman genetik dan sifat suatu tanaman berbeda-beda, keragaman merupakan perbedaan yang ditimbulkan dari suatu populasi tanaman. Keragaman suatu tanaman dapat terjadi karena adanya pengaruh lingkungan yaitu keragaman yang tidak diturunkan kegenerasi tanaman, serta keragaman yang berasal dari genetik atau sifat yang diturunkan dari tetuanya (Mangoendidjojo, 2003). Keragaman genetik adalah suatu besaran yang mengukur variasi penampilan yang disebabkan oleh komponen-komponen genetik. Keragaman genetik dapat ditingkatkan dengan mencari sumber-sumber genetik baru melalui pemuliaan tanaman. Pemuliaan tanaman merupakan suatu upaya peningkatan kualitas dan kuantitas tanaman yang bertujuan untuk menghasilkan varietas yang lebih baik atau lebih unggul (Lubis *et al.*, 2014).

Beberapa peubah genetik yang dapat digunakan untuk menentukan apakah suatu peubah dapat dijadikan kriteria seleksi, diantaranya adalah ragam genetik, ragam fenotipe, dan heritabilitas. Setiawan *et al.* (2016) melaporkan bahwa variabel tinggi tanaman dari 20 genotip sorgum (GH-1, GH-2, GH-3, GH-6, GH-7, GH 9, GH 10, GH 11, GHP-1, GHP-3, GHP-11, P/I WHP, P/F 5-193-C, PF 10-90-A, P/I 150-21-A CYMMIT, Mandau, Numbu, Pahat, Talaga Bodas, UPCA) menunjukkan koefisien keragaman tinggi sehingga bisa digunakan kriteria seleksi sorgum sebagai penghasil biomasa. Hasil penelitian Setiawan *et al.* (2019) pada 15 genotip sorgum (GH 3, GH 4, GH 5, GH 6, GH 7, GH 13, Super 1, Super 2, Samurai 1, UPCA, Numbu, Mandau, Talaga Bodas, P/IWHP, P/F 5-193-C) menyatakan keragaman genetik variabel tinggi tanaman (6, 7, 8 dan 9 MST) dengan sistem tanam monokultur termasuk dalam kategori luas, sedangkan pada variabel jumlah daun (6, 7, 8 dan 9 MST) dengan sistem tanam monokultur tergolong sempit.

Ragam fenotipe merupakan hasil ekspresi dari interaksi antara genotipe dan lingkungan. Setiap genotipe mempunyai interaksi dengan lingkungan yang berbeda-beda, sehingga fenotipe setiap genotipe juga berbeda. Pengaruh dari

lingkungan terhadap penampilan fenotipe suatu genotipe akan bervariasi dari satu lokasi dengan lokasi lainnya (Crowder, 1997). Ragam fenotipe (σ_p^2) suatu sifat tanaman biasanya disusun oleh ragam genotipe (σ_g^2), ragam lingkungan (σ_e^2) dan adakalanya melalui interaksi antara ragam genotipe dan ragam lingkungan (σ_{ge}^2). Ragam fenotipe dapat dituliskan sebagai berikut : $\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2 + \sigma_{ge}^2$ (Jambormias, 2004).

Menurut Prajitno, et al. (2002), keragaman fenotipe yang tinggi disebabkan oleh adanya keragaman yang besar dari lingkungan dan keragaman genetik akibat segregasi. Keragaman yang teramati merupakan keragaman fenotipe yang dihasilkan karena perbedaan genotipe. Pewarisan sifat dapat diturunkan melalui proses hibridisasi atau perkawinan silang. Hibridisasi (pesilangan) adalah penyerbukan silang antar tetua yang berbeda susunan genetiknya. Pada tanaman menyerbuk sendiri, hibridisasi merupakan langkah awal dalam pemuliaan setelah dilakukan pemilihan tetua. Sedangkan pada tanaman menyerbuk silang, hibridisasi digunakan untuk menguji potensi tetua.

2.6 Heritabilitas

Heritabilitas merupakan proporsi variasi total yang disebabkan oleh faktor genetik, atau perbandingan variasi genetik total dengan variasi fenotipe (variasi lingkungan dan variasi genotipe) (Allard, 1990). Nilai heritabilitas secara teoritis berkisar dari 0 sampai 1. Nilai 0 menyebabkan seluruh variasi yang terjadi disebabkan oleh faktor lingkungan, sedangkan nilai 1 menyebabkan seluruh variasi disebabkan oleh faktor genetik. Karakter akan mempunyai nilai heritabilitas 1 jika seluruh individu secara tepat terwakili oleh fenotipnya atau variasi lingkungan (variasi fenotipe) (Welsh, 1991).

Heritabilitas dengan nilai 0 berarti keragaman fenotipe disebabkan terutama oleh faktor lingkungan, sedangkan nilai 1 berarti keragaman genotipe disebabkan oleh faktor genetik. Jika nilai heritabilitas tinggi, seleksi dapat dilakukan pada generasi

awal menggunakan metode seleksi massa atau seleksi galur murni. Sementara itu, jika nilai heritabilitas rendah maka seleksi dilakukan pada generasi lanjut dengan metode *pedigree*, *singlet seed descent*, *progeny test* (Aryana, 2010).

Heritabilitas menentukan keberhasilan seleksi karena memberikan petunjuk suatu sifat lebih dipengaruhi faktor genetik atau faktor lingkungan. Nilai heritabilitas yang tinggi memiliki arti faktor genetik lebih dominan dalam mengendalikan suatu sifat dibandingkan faktor lingkungan. Variasi genetik dan heritabilitas suatu sifat dipengaruhi oleh populasi dan faktor lingkungan. Dengan demikian, nilai heritabilitas bersifat khusus untuk suatu populasi pada keadaan lingkungan tertentu. Nilai heritabilitas suatu sifat tergantung pada tindak gen yang mengendalikan sifat tersebut. Heritabilitas dalam arti sempit suatu sifat bernilai tinggi, maka sifat tersebut dikendalikan oleh tindak gen aditif pada kadar yang tinggi. Sebaliknya jika heritabilitas dalam arti sempit bernilai rendah, maka sifat tersebut dikendalikan oleh tindak gen bukan aditif (dominan dan epistatis) pada kadar yang tinggi. Heritabilitas akan bermakna jika varians genetik didominasi oleh varians aditif karena pengaruh aditif setiap alel akan diwariskan dari tetua kepada progeninya. Pengaruh aditif dapat diwariskan, sedangkan pengaruh bukan aditif tidak diwariskan.

Setiawan *et al.* (2016) melaporkan bahwa variabel tinggi tanaman dari 20 genotip sorgum menunjukkan heritabilitas tinggi sehingga bisa digunakan kriteria seleksi sorgum sebagai penghasil biomasa. Hasil penelitian Setiawan *et al.* (2019) menyatakan heritabilitas pada variabel tinggi tanaman 6 – 9 MST dengan sistem tanam monokultur termasuk dalam kategori tinggi, pada variabel jumlah daun dengan sistem tanam monokultur pegamatan 6 MST tergolong rendah dan pengamatan 7,8,9 MST tergolong sedang.

Moedjiono *et al.* (1994) menyatakan bahwa keefektifan seleksi akan semakin efisien jika nilai duga heritabilitas suatu karakter tinggi. Hal ini disebabkan karena jika suatu karakter memiliki nilai heritabilitas tinggi, maka dapat diartikan bahwa faktor genetiknya lebih berpengaruh daripada faktor lingkungannya,

sehingga karakter tersebut dapat dikatakan sebagai karakter yang mudah diwariskan. Nilai heritabilitas dalam arti luas diduga dari proporsi ragam genetik terhadap ragam fenotipiknya. Seperti yang diketahui bahwa pada populasi F2 terjadi segregasi yang menyebabkan perbedaan dalam susunan genetiknya, sehingga fenotip yang muncul lebih beragam jika dibandingkan dengan populasi F1.

Lestari (2006) yang mengatakan bahwa jika nilai duga heritabilitas tinggi maka seleksi dilakukan pada generasi awal karena karakter dari suatu genotip akan mudah diwariskan kepada keturunannya, sebaliknya jika nilai duga heritabilitas rendah maka seleksi dilakukan pada generasi lanjut karena sulit diwariskan pada generasi selanjutnya. Nilai heritabilitas yang tinggi dari karakter-karakter yang diamati mengindikasikan bahwa seleksi dapat diterapkan secara efisien pada karakter tersebut.

BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, pada bulan Februari sampai dengan Mei 2019.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan yaitu benih sorgum genotipe Super 2, GH 7, GH 13, P/F5-193-C, pupuk makro berupa Urea, SP-36, dan KCl. Alat-alat yang digunakan yaitu cangkul, polibag, timbangan, label, kertas buram, tali, kamera.

3.3 Metode

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan genotipe sorgum yang diulang sebanyak 6 kali dan dalam setiap ulangan terdapat 4 polibag, sehingga didapat 96 satuan percobaan (Gambar 1).

3.4 Analisis Data

Analisis data hasil pengamatan dilakukan dengan metode sidik ragam berdasarkan uji F pada taraf 5 %, proses analisis ragam dilakukan menggunakan software SAS 9.0. Analisis data meliputi ragam fenotipe (σ^2_f), ragam lingkungan (σ^2_e), dan ragam genetik (σ^2_g).

Berikut adalah tata letak percobaan:

Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Keterangan:
V4	V3	V3	
V1	V2	V2	V2 = Varietas GH 7
V2	V1	V4	V3 = Varietas GH 13
V3	V4	V2	V4 = Varietas P/F5-193-C
V4	V4	V1	
V4	V3	V2	
V3	V2	V4	
V3	V1	V3	
V1	V1	V2	
V2	V4	V1	
V1	V3	V3	
V4	V1	V1	
V2	V4	V4	
V2	V3	V1	
V3	V2	V3	
V1	V2	V4	

Ulangan 4	Ulangan 5	Ulangan 6
V4	V2	V3
V4	V3	V1
V3	V1	V1
V1	V4	V4
V2	V3	V2
V3	V1	V4
V3	V2	V3
V3	V3	V3
V2	V4	V2
V1	V2	V1
V4	V4	V2
V2	V1	V4
V1	V1	V2
V1	V4	V3
V2	V2	V1
V4	V3	V4

Gambar 1. Tata letak percobaan.

Data dianalisis dengan analisis ragam, menggunakan model linear sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \pi_j + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Respon yang diukur pada kelompok i , perlakuan ke j

μ = Rata-rata umum atau rata-rata sebenarnya

β_i = Pengaruh respon dari kelompok ke- i dari perlakuan ke- j

π_j = Pengaruh perlakuan ke- j terhadap respon dari kelompok ke- j

ϵ_{ij} = Galat dari unit eksperimen dalam kelompok ke- i karena perlakuan ke- j

Tabel 1. Sumber variasi, derajat bebas, kuadrat tengah, nilai harapan

Sumber Variasi	Derajat Bebas (Db)	Kuadrat Nilai Tengah (KT)	Kuadrat Nilai Tengah Harapan (KTH)
Kelompok	$r-1$	M_3	
Genotipe	$g-1$	M_2	$\sigma_e^2 + r \sigma_g^2$
Galat	$(r-1)(g-1)$	M_1	σ_e^2

Ragam fenotipe (σ_f^2) = ragam genetik (σ_g^2) + ragam lingkungan (σ_e^2)

Ragam lingkungan (σ_e^2) = M_1

Ragam genetik (σ_g^2) = $\frac{(M_2 - M_1)}{r}$

Menghitung penduga nilai heritabilitas dalam arti luas (h^2 bs) dapat dilakukan

Dengan cara (H) = $\frac{\sigma_g^2}{(\sigma_f^2)}$

Adapun kriteria nilai heritabilitas menurut Stansfield (1988), yaitu

tinggi jika $h^2 > 0.5$, sedang jika $0.2 \leq h^2 \leq 0.5$, dan rendah jika $h^2 \leq 0.2$.

Variabilitas suatu karakter ditentukan dengan membandingkan nilai ragam genetik dengan nilai simpangan baku ragam genetik, yang dihitung menurut cara Anderson dan Bancroft (1952) sebagai berikut:

$$\sigma_{\sigma_g^2} = \sqrt{\frac{2}{r^2} \left\{ \frac{(M_2)^2}{db \text{ genotipe} + 2} + \frac{(M_1)^2}{db \text{ galat} + 2} \right\}}$$

Menurut Pineria *et al.* (1995) suatu karakter tergolong mempunyai variabilitas genetik yang luas jika ragam genetik lebih besar dari dua kali simpangan baku ragam genetiknya ($\sigma_g^2 > 2\sigma_{\sigma_g^2}$) dan tergolong sempit jika ragam genetik lebih kecil atau sama dengan dua kali simpangan baku ragam genetiknya ($\sigma_g^2 \leq 2\sigma_{\sigma_g^2}$). Variabilitas fenotipe yang luas jika $\sigma_g^2 > 2\sigma_{\sigma_g^2}$ dan tergolong sempit jika ragam genetik lebih kecil atau sama dengan dua kali simpangan baku ragam genetiknya ($\sigma_g^2 \leq 2\sigma_{\sigma_g^2}$).

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Persiapan Media Tanam

Tanah yang akan digunakan digemburkan dan disisihkan dari gulma atau biji gulma terlebih dahulu di luar polibag, dan diusahakan mengambil tanah bagian atas lahan pertanian yang ada di LTPD (Lab. Lapangan Terpadu, Unila).

Persiapan media tanam dilakukan dengan mengisi tanah ke dalam polibag hingga $\frac{3}{4}$ bagian polibag dan polibag yang berisi tanah ditimbang dengan bobot 10 kg/polibag (Gambar 2). Kemudian di berikan penamaan pada polibag dan disusun sesuai dengan tata letak percobaan.



Gambar 2. Persiapan media tanam.

3.5.2 Persiapan Bahan Tanam

Bahan tanaman yang digunakan adalah benih sorgum genotipe Super 2, GH 7, GH 13, P/FS-193-C. Benih sorgum dapat dipertahankan pertumbuhannya dalam jangka waktu tertentu apabila benih disimpan pada ruangan suhu 10–16 °C yang dapat mempertahankan kadar air benih 10 %. Gambar 3, benih yang digunakan pada penelitian ini telah dipanen pada bulan 8–9 tahun 2015. Benih sorgum yang di butuhkan 3 benih/lubang tanam, dalam 1 polibag terdapat 3 lubang tanam dan polibag yang digunakan 96 polibag yang terbagi menjadi 4 polibag bagian.



Gambar 3. Persiapan bahan tanam.

3.5.3 Penanaman

Sorgum dapat di tanam sepanjang tahun, dengan ketentuan tanaman muda tidak kekeringan atau tergenang air. Sebelum penanaman dilakukan penyiraman pada media tanam, lahan, atau tanah pada polibag. Satu polibag berisi 3 lubang tanam yang memiliki kedalaman tidak lebih dari 5 cm (Tabri dan Zubachtirodin, 2016), setiap lubang tanam berisi 3–4 benih sorgum genotipe yang sama, sehingga dalam satu polibag terdapat 9–12 tanaman sorgum dengan genotipe yang sama. Penanaman pada penelitian ini dilakukan pada sore hari, dilakukan guna untuk mengurangi penguapan yang tinggi dan mengurangi risiko kegagalan dalam menanam.

3.5.4 Penyulaman

Penyulaman dilakukan apabila 3 benih dalam 1 lubang tanam tidak ada yang tumbuh atau jika ada bibit yang mati, yang ditandai dengan mengeringnya daun dan batang (Gambar 4). Penyulaman dilakukan dengan mencabut bibit yang mati kemudian diganti dengan bibit yang baru yang telah di tanam pada waktu yang sama dengan tanaman yang mati (polibag yang disediakan berisi sumber bibit tanaman). Proses ini dilakukan pada sore hari di mana sinar matahari tidak terlalu terik dan suhu udara tidak terlalu panas untuk mengurangi faktor kegagalan dalam penyulaman.



Gambar 4. Penyulaman.

3.5.5 Penjarangan

Penjarangan dilakukan dengan 2 skala dalam pertanaman ini. Penjarangan pertama dilakukan pada 1 minggu setelah tanam dengan cara menggunting batang 1 tanaman setiap lubang tanam atau mencabut bibit yang memiliki daya berkecambah 100 % sehingga didapatkan 6 tanaman/polibag (Gambar 5). Penjarangan kedua dilakukan pada 2 minggu setelah tanam dengan cara yang sama ketika penjarangan pertama, sehingga didapatkan 1 tanaman/lubang tanam atau 3 tanaman/polibag. Penjarangan dilakukan dengan hati-hati dan tidak merusak atau mengganggu tanaman lain.



Gambar 5. Penjarangan.

3.5.6 Pemupukan

Pemupukan dilakukan sebanyak 2 kali dalam masa pertanaman penelitian ini (Gambar 6 dan Gambar 7). Pemupukan dilakukan guna memenuhi dan menyediakan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman sorgum. Penggunaan pupuk pada tanaman sorgum disesuaikan dengan kondisi lahan. Pupuk N pada lahan kering yang dibutuhkan sorgum tidak lebih dari 100 kg/ha, sedangkan pada lahan cukup air dapat mencapai 135 kg/ha. Pupuk N diberikan satu kali pada umur 10 hari setelah tanam atau dua kali, 1/3 takaran pada saat tanam dan 2/3 takaran 3–4 minggu setelah tanam atau bersamaan dengan pembumbunan.



Gambar 6. Pemupukan pertama.



Gambar 7. Pemupukan kedua.

3.5.7 Pemeliharaan

3.5.7.1 Penyiraman Tanaman

Sorghum membutuhkan air yang relatif sedang dibandingkan tanaman pangan lainnya (padi dan jagung). Penyiraman pada sorgum satu hari setelah tanam hingga 1 minggu setelah tanam membutuhkan air yang relatif banyak untuk dapat berkecambah dan tumbuh (Gambar 8). Penyiraman dilakukan supaya tanaman tidak terjadi kekeringan namun tidak boleh sampai tanaman tergenang terutama pada saat tanaman memasuki fase pembentukan malai. Fase ini lebih peka terhadap cekaman suhu ekstrim, kekurangan nutrisi, dan kekurangan atau kelebihan air.



Gambar 8. Penyiraman.

3.5.7.2 Penyiangan Gulma

Penyiangan gulma intensif dilakukan saat awal pertumbuhan hingga dua minggu setelah tumbuh. Penyiangan gulma dilakukan secara manual. Penyiangan tetap terus dilakukan hingga akhir penelitian pada saat gulma mulai tumbuh dalam polibag atau pada lingkungan sekitar polibag, terutama pada saat sebelum pemberian pupuk. Penyiangan gulma bertujuan untuk mengurangi daya saing unsur hara, air, dan tempat tumbuh.

3.5.7.3 Pengendalian Hama dan Penyakit

Pertumbuhan tanaman akan dipengaruhi dengan hama dan penyakit dalam masa penanaman. Pengendalian hama dan penyakit, dilakukan jika tanaman menunjukkan gejala-gejala serangan. Cara dan waktu pengendalian bergantung pada jenis hama dan penyakit yang menyerang. Pengendalian hama walang sangit, belalang, dan aphids dengan insektisida decis (Deltamethrin 25 g/l) dan pengendalian penyakit yang disebabkan oleh cendawan menggunakan fungisida difekonazol 250 g/l (Arief *et al*, 2016). Pengaplikasian insektisida pada serangga dan kutu tanaman dilakukan dengan cara penyemprotan secara langsung pada tubuh hama yang menempel pada bagian batang dan daun (Gambar 9).



Gambar 9. Penyemprotan pestisida.

3.6 Pengamatan

3.6.1 Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris atau meteran mulai dari pangkal tanaman (di atas permukaan tanah) hingga daun terpanjang (Gambar 10), pengukuran di lakukan sekali dalam seminggu mulai pada usia tanam 2 minggu setelah tanam hingga 6 minggu setelah tanam. Tinggi tanaman diukur dalam satuan cm.



Gambar 10. Pengukuran tinggi tanaman.

3.6.2 Jumlah Daun

Jumlah daun diketahui dengan cara menghitung jumlah setiap helai daun tanaman sorgum yang masih hijau dan yang telah terbuka sempurna. Pengamatan dilakukan sekali dalam seminggu, yang dilakukan mulai dari 2 minggu setelah tanam (MST) hingga 6 minggu setelah tanam (MST).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan,

1. Keragaman genetik pada sifat tinggi tanaman 3, 4, 5 dan 6 MST tergolong luas (21,07 ; 70,70 ; 155,27; 359,15), sementara itu tergolong sempit pada sifat jumlah daun (0,01-0,12).
2. Hasil taksiran nilai heritabilitas menunjukkan bahwa sifat tinggi tanaman termasuk dalam kategori tinggi (0,67-0,93), sementara itu taksiran nilai heritabilitas sifat jumlah daun tergolong rendah sampai sedang (0,04-0,29).

5.2 Saran

Sebaiknya apabila dilakukan penelitian serupa, variabel pengamatan agar diperbanyak baik parameter vegetatif maupun generatif. Semakin banyaknya jumlah parameter pengamatan akan membuat hasil penelitian lebih informatif untuk berbagai kalangan.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Allard, R. W. 1960. *Principle of plant breeding*. John Wiley and Sons. Inc. New York. 485p.
- Anas and T. Yoshida. 2000. Screening of al-tolerant sorgum by hematoxylin staining and growth response. *Plant Prod. Sci.* 3(3) : 246–253.
- Andriani, A., dan M. Isnaini. 2016. *Morfologi dan Fase Pertumbuhan Sorgum*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros, Sulawesi Selatan.
- Arief, R., F. Koes, dan A. Nur. 2016. *Pengelolaan Benih Sorgum*. Balai Penelitian Tanaman dan Sereal. Maros, Sulawesi Selatan.
- Aryana, I. M. 2010. Uji keseragaman, heritabilitas dan kemajuan genetik galur padi beras merah hasil seleksi silang balik di lingkungan gogo. *Crop Agro* 17: 13–20.
- Can, N. D., and T. Yoshida. 1999. Genotypic and phenotypic variances and covariances in early maturing grain sorghum in a double cropping. *Plant Prod. Sci.* 2(1) : 67-70.
- Craufurd, P. Q., V. Mahalakshmi, F. R. Bidinger, S. Z. Mukuru, J. Chanterreau, P. A. Omanga, A. Qi, E. H. Roberts, R. H. Ellis, R. J. Summerfield, and G. L. Hammer. 1999. Adaptation of sorghum : characterisation of genotypic flowering responses to temperature and photoperiod. *Springer-Verlag*. 99 : 900–911.
- Crowder, L.V. 1997. *Genetika Tumbuhan* (Diterjemahkan oleh Lilik Kurdiati dan Sutarso) Cetakan III. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 499 hlm.

- Dicko, M. H., H. Gruppen, A. Traore, A. G. J. Voragen, and W. J. H. Van Berkel. 2006. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of sorghum for food use. *African Journal of Biotechnology*. 5(5) : 384–395.
- du Plessis, J. 2008. Sorghum production. Republic of South Africa Department of Agriculture. (www.nda.agric.za/publications, diakses 27 November 2018).
- Fins, L., S.T. Friedman, J.V. Brotschol. 1991. *Handbook of Quantitative Forest Genetics*. Kluwer, London.
- Firmansyah, K. 2018. Pendugaan Heritabilitas dan Seleksi Populasi F4 Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Skripsi*. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian. Institut Bogor. Bogor.
- Gerik, T., B. Bean, and R.L. Vanderlip. 2003. *Sorghum growth and development*. Texas Cooperative Extension Service.
- Gracia-Yzaguirre, A. and R. Carreres. 2008. Efficiency of different hybridization methods in single crosses of rice for pure line breeding. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 6(3) : 395–400.
- Haryanto, B. 2009. Inovasi teknologi pakan ternak dalam sistem integrasi tanaman-ternak bebas limbah mendukung upaya peningkatan produksi daging. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 2:163-176.
- Haq, U.W., M.F. Malik, M. Rashid, M. Munir, & Z. Akram. 2008. Evaluation and estimation of heritability and genetic advancement for yield related attributes in wheat lines. *Pakistan Journal of Botany*. 40(4): 1699-1702.
- House, L.R. 1985. *A Guide to Sorghum Breeding*. 2nded. International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT). India. 206 p.
- Irawan, B. dan N. Sutrisna. 2011. Prospek pengembangan sorgum di jawa barat mendukung diversifikasi pangan. *Forum Agro Ekonomi* 29 (2C).
- Jalata, Z.A. Ayana dan J. Zeleke. 2011. Variabilit, heritability and genetic advance for some yield and yield related traits in Ethiopian Barley 53 (*Hordeum vulgare* L.) landraces and crosses. *J. Plant Breed Genet* 5:44-52.

- Jambormias, E., S.H. Sutjahjo, M. Jusuf, Suharsono. 2004. Keragaan, Keragaman Genetik dan Heritabilitas Sebelas Sifat Kuantitatif Kedelai (*Glycine max L. Merrill*) pada Generasi Seleksi F5. *Jurnal Pertanian Kepulauan*. 3 (2):115-124.
- Lestari. A. D., W. Dewi., W.A Qosim., M. Rahardja., N. Rostini dan R. Setiamihardja. 2006. Variabilitas Genetik Dan Heritabilitas Karakter Komponen Hasil Dan Hasil Lima Belas Genotip Cabai Merah. *Zuriat* 17 (1):97-98.
- Lubis, K., Sutjahjo, S.H., Syukur, M., dan Trikoesoemaningtyas. 2014. Pendugaan parameter genetik dan seleksi karakter morfofisiologi galur jagung introduksi di lingkungan tanah masam. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 33(2):122-128.
- Moedjiono dan M. J. Mejaya. 1994. Variabilitas genetik beberapa karakter plasma nutfah jagung koleksi Balittas Malang. *Zuriat* 5(2):27-32.
- Mangoendidjojo, W. 2003. Dasar-dasar Pemuliaan Tanaman. Kanisius. Yogyakarta.
- Martono, B. 2004. *Keragaman Genetik dan Heritabilitas Karakter Ubi Bengkuang (*Pchyrhizus erosus* (L.) Urban)*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. Sukabumi.
- Pabendon, M. B., M. Aqil, and S. Mas'ud. (2012). *Kajian Sumber Bahan Bakar Nabati Berbasis *Sorgum Manis*, *Sorgum Manis* Sumber Bioetanol*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Sulawesi Selatan.
- Pineria, A. Baihaki, R. Setiamihardja, dan A. Darajad. 1995. Variabilitas genetik dan heritabilitas karakter biomass 53 gen kedelai. *Zuriat* 6(2):88-92.
- Prajitno, D., Rudi H. M., A. Purwantoro, dan Tamrin. 2002. Keragaman Genotip Salak Lokal Sleman. *Habitat* 8 (1): 57-65.
- Pusdatin. 2017. *Basis data statistik pertanian*. Pusat Data dan Informasi, Kementerian Pertanian. Jakarta.

- Setiawan, K., M. Kamal, M. Syamsoel Hadi, Sungkono, dan Ibnu Maulana. (2016). Keragaan beberapa kandidat genotip sorgum sebagai penghasil biomasa. hlm 373-380. *Dalam Prosiding Seminar Nasional dan Kongres 2016 Perhimpunan Agronomi Indonesia (PERAGI)*. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Setiawan, K., R. Restiningtias, S.D. Utomo, Ardian, M.S. Hadi, Sunyoto, dan E. Yuliadi. 2019. Keragaman genetik, fenotip, dan heritabilitas beberapa genotipe sorgum pada kondisi tumpangsari dan monokultur. *Jurnal Agro 6(2)*. Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Singh, F., K.N.Rai, B.V.S.Reddy, and B. Diwakar.1997. Training manual. Development of cultivars and seed production techniques in sorghum and pearl millet. Training and Fellowships Program and Genetic Enhancement Division, ICRISAT Asia Center , India. Patancheru 502-324, Andhra Pradesh. International Crops Research Institute for the Semi - *Arid Tropics*. India. 118 pp. (Semi - formal publication).
- Sirappa. 2003. Prospek Pengembangan Sorgum di Indonesia sebagai Komoditas Alternatif untuk Pangan, Pakan, dan Industri. *Jurnal Litbang Pertanian*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. Vol. 22, No. 4.
- Sitompul, S.M. dan B. Guritno. 1995. *Analisis pertumbuhan tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soebarinoto dan Hermanto. 1996. Potensi jerami sorgum sebagai pakan ternak ruminansia. Risalah Simposium Prospek Tanaman Sorgum untuk Pengembangan Agroindustri, 17-18 Januari 1995. Edisi Khusus Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. No.4.1996:217-221.
- Stansfield. W.D. 1991. Theory and Problem of Genetics. The Third Edition. Schaum's Outline Series. Mc Graw-Hill Inc. Singapore.
- Subdit PH (Pakan Hijauan). 2013. *Pedoman pelaksanaan optimalisasi sumber bibit/benih HPT di kelompok tahun 2014*. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian.
- Sugeng, Y.B. 2004. *Sapi Potong*. Cet.12. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Sugianto, Nurbaiti, dan Deviona. 2015. Variabilitas genetik dan heritabilitas karakter agronomis beberapa genotipe sorgum manis (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) koleksi batan. *Jurnal Fakultas Pertanian*. 2(1): 64-73.
- Sulistyowati, Y., Trikoesoemaningtyas, D. Sopandie, S.W. Ardie, S. Nugroho. 2016. Parameter Genetik dan Seleksi Sorgum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Populasi F4 Hasil Single Seed Descent (SSD). *Jurnal Biologi Indonesia* 12(2): 175-184. 2016.
- Sumarno, D. S. Damardjati, M. Syam, Hermanto. 2013. *Sorgum : Inovasi teknologi dan pengembangan*. IAARD Press. Jakarta. 291 hlm.
- Susetyo, I., Kismono dan B. Suwardi, 1981. *Hijauan Makanan Ternak*. Direktorat Jendral Peternakan Departemen Pertanian. Jakarta.
- Tabri, F. dan Zubachtirodin. 2016. *Budi Daya Tanaman Sorgum*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros, Sulawesi Selatan.
- Tarumoto, I., E. Ishii (Adachi), M. Yanase, and M. Fujimori. 2008. The phenotypic fluctuation factor for male sterility in a1 male-sterile lines of sorghum (*Sorghum bicolor* Moench). *Sci. Rep. Grad. Sch. Life. & Envi. Sci. Osaka Pref. Univ.* 59: 1–6.
- Vanderlip, R.L. 1993. *How a grain sorghum plant develops*. Kansas State University.
- Welsh, J.R. 1991. *Dasar-dasar Genetika dan Pemuliaan Tanaman*. Diterjemahkan oleh Johannes P. Mogege dari *Fundamental of Plant Genetics and Breeding*. Penerbit Erlangga. Jakarta. 215 hlm.
- Yeye, MY., I. Esther, DA. Aba, & US. Abdullahi. 2015. *Inheritance of low phytate in africa biofortified sorghum*. *Academic Reseach International*. 6(2): 55-64.
- Yulita, R. dan Risda. 2006. *Pengembangan sorgum di Indonesia*. Direktorat Budi daya Serealia. Ditjen Tanaman Pangan, Jakarta.