

**PENAMPILAN AGRONOMI DAN HASIL ETANOL BEBERAPA
GENOTIPE SORGUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) PADA
LAHAN DENGAN PENAMBAHAN UNSUR
HARA MIKRO**

(Skripsi)

Oleh

LUH GITA PUJAWATI YANUAR



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

AGRONOMICAL PERFORMANCES AND ETHANOL YIELD AMONG DIFFERENT GENOTYPES OF SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) WITH THE ADDITION OF MICRONUTRIENTS

By

LUH GITA PUJAWATI YANUAR

The experiment aimed to investigate agronomical performances and ethanol yield of some genotypes of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) and its correlation was conducted in Sukanegara Village, Tanjung Bintang, South Lampung District from April 2017 to February 2018. The experiment was set in a randomized completely block design (RCBD) consisted of 15 treatments with 3 replicates. The treatments used several genotypes of sorghum namely genotype GH 3, GH 4, GH 5, GH 6, GH 7, GH 13, Super 1, Super 2, Samurai, Mandau, Numbu, UPCA, P/I WHP, P/F 5-193-C, and Talaga Bodas. This experiment showed that, the best biomass producer were P/F 5-193-C and GH 5 (83,93 g dan 65,18 g), while for grain producer were GH 13, Mandau, UPCA, Samurai 1, P/F 5-193-C, GH5 (37,07 g, 31,48 g, 30,13 g, 29,69 g, 27,04 g, 24,81 g) and for ethanol producer was GH 7 (7,80 ml). The experiment also showed that there was a correlation between volume of stem juice and volume of ethanol, with a correlation value of $r=0,814^{**}$. In addition stem juice volume also correlated to stem length and stem dry weight, with the magnitude $r=0,388^{**}$ and $r=0,496^{**}$, respectively.

Keywords: Agronomic performances, Ethanol, Genotype

ABSTRAK

PENAMPILAN AGRONOMI DAN HASIL ETANOL BEBERAPA GENOTIPE SORGUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) PADA LAHAN DENGAN PENAMBAHAN UNSUR HARA MIKRO

Oleh

LUH GITA PUJAWATI YANUAR

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penampilan agronomi dan hasil etanol beberapa genotipe tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) dan korelasi antara penampilan agronomi dan hasil etanol. Penelitian ini dilakukan di lahan yang berada di Desa Sukanegara, Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan dari bulan April 2017 hingga Februari 2018. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) yang terdiri atas 15 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan beberapa genotipe sorgum seperti genotipe GH 3, GH 4, GH 5, GH 6, GH 7, GH 13, Super 1, Super 2, Samurai, Mandau, Numbu, UPCA, P/I WHP, P/F 5-193-C, dan Talaga Bodas. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat variasi penampilan agronomi dan hasil etanol dari 15 genotipe tanaman sorgum. Genotipe P/F 5-193-C dan GH 5 memiliki penampilan agronomi lebih baik dari genotipe lain untuk menghasilkan biomassa (83,93 g dan 65,18 g). Genotipe GH 13, Mandau, UPCA, Samurai 1, P/F 5-193-C, GH 5 memiliki penampilan agronomi lebih baik dari genotipe lain

Luh Gita Pujawati Yanuar

untuk menghasilkan biji (37,07 g, 31,48 g, 30,13 g, 29,69 g, 27,04 g, 24,81 g).

Genotipe GH 7 memiliki penampilan agronomi lebih baik dari genotipe lain untuk menghasilkan etanol (7,80 ml). Hasil penelitian juga menunjukkan genotipe sorgum yang berpotensi sebagai penghasil etanol memiliki volume nira yang tinggi, dengan nilai korelasi sebesar $r=0,814^{**}$. Volume nira yang besar didukung dengan panjang batang dan bobot kering batang yang tinggi, dengan nilai korelasi berturut-turut yaitu $r=0,388^{**}$ dan $r=0,496^{**}$.

Kata kunci: Etanol, Genotipe, Penampilan agronomi

**PENAMPILAN AGRONOMI DAN HASIL ETANOL BEBERAPA
GENOTIPE SORGUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) PADA
LAHAN DENGAN PENAMBAHAN UNSUR
HARA MIKRO**

Oleh

LUH GITA PUJAWATI YANUAR

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN
Pada
Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **PENAMPILAN AGRONOMI DAN HASIL
ETANOL BEBERAPA GENOTIPE SORGUM
(*Sorghum bicolor* [L.] Moench) PADA LAHAN
DENGAN PENAMBAHAN UNSUR HARA
MIKRO**

Nama Mahasiswa : Luh Gita Pujawati Yanuar


No. Pokok Mahasiswa : 1414121130


Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian


MENYETUJUL,

1. Komisi pembimbing


Ir. M. Syamsuel Hadi, M.Sc.
NIP 196106131985031002


Dr. Ir. Erwin Yuliadi, M.Sc.
NIP 195607121982111002

2. Ketua Jurusan Agroteknologi


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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Ir. M. Syamsuel Hadi, M.Sc.



Sekretaris : Dr. Ir. Erwin Yuliadi, M.Sc.



Penguji

Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Kukuh Setiawan, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Juli 2018

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "PENAMPILAN AGRONOMI DAN HASIL ETANOL BEBERAPA GENOTIPE SORGUM (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) PADA LAHAN DENGAN PENAMBAHAN UNSUR HARA MIKRO" merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semoga semua yang tertuang dalam skripsi ini telah sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari skripsi ini terbukti merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 01 Agustus 2018
Yang membuat pernyataan



Luh Gita Pujawati Yanuar
NPM 1414121130

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Batam pada tanggal 26 April 1996, putri kedua dari pasangan Yanuarman (Alm) dan Ibu Ni Nengah Sumiati, S.Pd. Penulis memulai pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) Pertiwi Kecamatan Seputih Raman, Lampung Tengah, diselesaikan pada tahun 2002. Sekolah Dasar (SD) N 1 Rama Gunawan, Kecamatan Seputih Raman, Lampung Tengah, diselesaikan pada tahun 2008. Sekolah Menengah Pertama (SMP) N 1 Seputih Raman, Kecamatan Seputih Raman, Lampung Tengah, diselesaikan pada tahun 2011. Sekolah Menengah Atas (SMA) N 1 Kotagajah, Kecamatan Kotagajah, Lampung Tengah diselesaikan pada tahun 2014.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2014. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Banjar Kertarahayu, Kecamatan Way Pengubuan dan Praktik Umum (PU) di Balai Penelitian Tanah Kebun Percobaan Taman Bogo Lampung Timur. Penulis merupakan anggota dari UKMF LS-MATA Fakultas Pertanian dan UKM Hindu Unila. Penulis pernah menjadi asisten dosen untuk mata kuliah Biologi pada tahun 2017/2018, Kewirausahaan pada tahun 2017/2018.

Berkat Asung Kerta Wara Nugraha-NYA, Tuhan Yang Maha Esa,
IDA SANG HYANG WIDHI WASA

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada

Kedua Orangtuaku terkasih
Bapak Yanuarman (Alm) dan Ibu Ni Nengah Sumiati

Yang senantiasa mendoakan, menyayangi dan mengajarku untuk tidak mudah
menyerah dalam mencapai cita-cita serta selalu memberikan ku semangat dalam
setiap langkahku

Abangku Wayan Richard Andika,
Adikku Komang Dana Sularsa dan Ketut Wella Krissanti
yang selalu menemani dan memberi motivasi.

Serta Almamater yang kubanggakan
Universitas Lampung
Semoga karya ini bermanfaat

**Eda ngaden awak bisa, Depang anake ngadanin
Geginane buka nyampat, Anak sai tumbuh luhu
Ilang luhu buke katah, Yadin ririh liu enu paplajahan**

-Pupuh Ginada-

**“Lebih baik menjalani kehidupan diri sendiri dengan tak sempurna,
daripada meniru orang lain dengan sempurna”**

-Bhagawad Gita-

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penampilan Agronomi dan Hasil Etanol beberapa Genotipe Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) Pada Lahan dengan Penambahan Unsur Hara Mikro” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pertanian pada Program Studi Agroteknologi di Universitas Lampung.

Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada pihak-pihak berikut:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Ibu Prof. Dr. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Bapak Ir. M. Syamsoel Hadi, M.Sc., selaku Pembimbing I yang telah banyak membantu, membimbing, mengarahkan, dan memberikan saran kepada penulis dengan penuh kesabaran selama proses penyelesaian skripsi ini;
4. Bapak Dr. Ir. Erwin Yuliadi, M.Sc., selaku Pembimbing II yang telah banyak membantu, memberikan bimbingan, serta kritik dan saran yang sangat berarti selama proses penyelesaian skripsi;

5. Bapak Prof. Dr. Ir. Kukuh Setiawan, M.Sc., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun;
6. Bapak Akari Edy, S.P. M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis yang senantiasa memberi bimbingan selama masa perkuliahan.
7. Seluruh dosen Agroteknologi yang telah mendidik dan memberikan berbagai bekal ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat.
8. Ayah (Yanuarman) dan Ibu (Ni Nengah Sumiati) tercinta yang telah mendidikku dengan penuh kasih sayang, selalu memberikan semangat dan dukungan demi keberhasilanku.
9. Kakakku tersayang Wayan Richard Andika, Adikku tersayang Komang Dana Sularsa, dan Ketut Wella Krissanti, serta semua keluarga besarku yang telah memberikan doa, semangat dan dukungan.
10. Sahabat-sahabat terbaik Ida Ayu Utami Wulansari, Made Selpiana, Atika Yana Uchi, Iska Hartina Anggraini, Hani Anggraini, Hani Listiani, Devita Oqi Wulandara, Kurnia Ramadhani, yang telah menjadi penyemangat tiada henti dalam menggapai gelar sarjana. Semoga persahabatan kita tetap abadi.
11. Teman-teman seperjuangan ketika melaksanakan penelitian Eko Abadi, Diah Agustianingsih, Irmawati, Dita Nurul Hidayah, Fina Purwaningsih, Ikrimah, Farastika Unjunan Muli, Putri Ulva Priska, Agnes Ratna Sari, Rafika Restiningtyas, Restu Paresta, Amalia Novita putri, Nisa Nurlela Sari, Anissa Ika Paramitha, Ridho Akbar, Amira Inas W. yang telah membantu dan selalu memberi semangat dan doa terbaik,
12. Teman-teman di Agroteknologi angkatan 2014, terimakasih atas dukungan, persahabatan, serta kebersamaan yang kalian berikan selama ini.

13. Teman terspesial Airlangga Damara yang tetap setia membantu dan memberikan semangat selama proses penyelesaian skripsi ini.
14. Semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu per satu yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas semua budi baik pihak yang telah membantu penulis. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, terutama bagi kemajuan di bidang pertanian. Svaha.

Bandar Lampung, 01 Agustus 2018
Penulis,

Luh Gita Pujawati Yanuar

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Kerangka Pemikiran.....	3
1.4. Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Morfologi Tanaman Sorgum.....	7
2.1.1. Akar	7
2.1.2. Batang.....	7
2.1.3. Daun	8
2.1.4. Bunga.....	8
2.1.5. Biji	8
2.2. Syarat Tumbuh Tanaman Sorgum	9
2.3. Genotipe Tanaman Sorgum	9
2.4. Produksi Nira Batang Sorgum	12
2.5. Proses Pembuatan Etanol.....	13
2.6. Hasil Etanol.....	14
2.7. Hara Mikro.....	14
III. BAHAN DAN METODE	16
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
3.2. Bahan dan Alat.....	16
3.3. Metode Penelitian	17
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	18
3.4.1. Pengolahan Tanah.....	18
3.4.2. Penanaman	18
3.4.3. Penyulaman	18

3.4.4. <i>Penjarangan</i>	19
3.4.5. <i>Penyiangan Gulma</i>	19
3.4.6. <i>Pemupukan</i>	19
3.4.7. <i>Penyungkupan</i>	20
3.4.8. <i>Panen</i>	20
3.5. <i>Variabel Pengamatan</i>	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. Hasil Penelitian	28
4.1.1. <i>Komponen Fase Pertumbuhan</i>	29
4.1.2. <i>Komponen Fase Masak Susu</i>	32
4.1.3. <i>Komponen Fase Masak Fisiologi</i>	37
4.1.4. <i>Korelasi Volume Nira dan Volume Etanol</i>	42
4.2. Pembahasan	44
4.2.1. <i>Perbedaan Penampilan Agronomi beberapa Genotipe Sorgum dengan Penambahan Unsur Hara Mikro</i>	45
4.2.2. <i>Perbedaan Hasil Etanol beberapa Genotipe Sorgum dengan Penambahan Unsur Hara Mikro</i>	49
4.2.3. <i>Hubungan Penampilan Agronomi dan Hasil Etanol beberapa Genotipe Sorgum dengan Penambahan Unsur Hara Mikro</i>	51
V. SIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	59
Tabel 7 – 10	59-83
Hasil Analisis Minitab Ver.7	84-107
Gambar 8 – 14	108-112

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rekapitulasi hasil analisis ragam pengaruh genotipe terhadap penampilan agronomi dan hasil etanol beberapa genotipe tanaman sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench) pada lahan dengan penambahan unsur hara mikro.	28
2. Penampilan beberapa komponen pertumbuhan tanaman sorgum dengan penambahan unsur hara mikro.....	29
3. Penampilan beberapa komponen etanol, vegetatif dan biji beberapa genotipe tanaman sorgum pada fase masak susu dengan penambahan unsur hara mikro.....	33
4. Penampilan beberapa komponen vegetatif beberapa genotipe tanaman sorgum pada fase masak fisiologi dengan penambahan unsur hara mikro.....	37
5. Penampilan beberapa komponen vegetatif dan biji beberapa genotipe tanaman sorgum pada fase masak fisiologi dengan penambahan unsur hara mikro	38
6. Koefisien korelasi beberapa variabel pertumbuhan dan hasil beberapa genotipe tanaman sorgum dengan penambahan unsur hara mikro.....	43
7. Data pengaruh genotipe terhadap penampilan agronomi dan hasil etanol beberapa genotipe sorgum dengan penambahan unsur hara mikro	59
8. Data transformasi \sqrt{x}	75
9. Pengukuran kadar etanol	79
10. Konversi berat jenis etanol	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Perbedaan bentuk malai dan <i>spikelet</i> dari lima ras sorgum	10
2. Pertumbuhan panjang batang tanaman beberapa galur sorgum dengan penambahan unsur hara mikro.....	30
3. Pertumbuhan panjang batang tanaman beberapa varietas sorgum dengan penambahan unsur hara mikro.....	30
4. Jumlah daun beberapa galur sorgum dengan penambahan unsur hara mikro.	31
5. Jumlah daun beberapa varietas sorgum dengan penambahan unsur hara mikro.	31
6. Kadar etanol beberapa kelompok etanol berdasarkan aromanya	36
7. Korelasi volume nira dan volume etanol tanaman sorgum yang diberi penambahan unsur hara mikro	42
8. Tata letak percobaan	108
9. Proses destilasi nira sorgum untuk menghasilkan etanol.....	109
10. Penampilan beberapa genotipe tanaman sorgum	110
11. Proses pemerasan batang sorgum.....	110
12. Nira batang sorgum	111
13. Proses destilasi	111
14. Pengukuran berat jenis etanol	112

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Etanol adalah cairan yang tidak berwarna, mudah terurai dan rendah toksisitas. Etanol banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari seperti dalam bidang industri minuman alkohol, industri parfum agar wangi tahan lama, dalam bidang makanan untuk mempertajam warna, dalam bidang farmasi digunakan sebagai obat-obatan, dan dalam industri bahan bakar sebagai bahan campuran bensin.

Etanol dapat dengan mudah diproduksi dari biomassa tanaman yang mengandung gula melalui proses biologi (fermentasi). Terdapat beberapa tanaman yang dapat dijadikan sebagai bahan baku etanol seperti ubikayu, ubijalar, sagu, tebu dan sorgum. Berdasarkan Biba (2013), ubikayu, ubi jalar dan sagu menghasilkan alkohol lebih besar dalam satuan per ton dibandingkan dengan sorgum manis.

Namun sorgum manis terbesar kedua setelah ubijalar untuk menghasilkan etanol dalam satuan ha/tahun dibandingkan dengan ubi kayu, sagu dan tebu.

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2017), luas tanam sorgum di Indonesia yaitu 1.255 ha namun untuk luas tanam sorgum di Lampung belum terdokumentasi dengan baik sehingga sangat sulit dicari. Menurut informasi pribadi dari konsultan PT. Andini Agro Loka, beberapa perusahaan peternakan di Lampung sudah membudidayakan tanaman sorgum sebagai sumber bahan pakan ternak. Terdapat

± 24,5 Ha luas tanam tanaman sorgum di Lampung yaitu 14,5 ha milik PT. Andini Agro Loka dan 10 Ha milik PT. Santori. Hal ini menunjukkan bahwa sorgum belum populer di masyarakat sehingga minim konflik kepentingan jika digunakan sebagai bahan baku pembuatan etanol.

Selain sebagai bahan baku etanol, sorgum manis juga mempunyai banyak kegunaan. Biji sorgum yang mengandung karbohidrat cukup tinggi sering digunakan sebagai bahan baku berbagai macam industri, seperti industri bir, pati, dan lem. Batang sorgum sangat cocok sebagai bahan baku pada proses pembuatan silase (pakan ternak). Biomassa tanaman sorgum yang banyak mengandung serat juga dapat digunakan untuk pembuatan bahan kertas (*pulp*) (Sirappa, 2003).

Sorgum mempunyai potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia karena memiliki daya adaptasi tinggi yaitu relatif lebih tahan terhadap kekeringan dibandingkan dengan tanaman serelia lainnya. Tanaman ini dapat tumbuh hampir di setiap jenis tanah serta sejauh ini tergolong relatif tahan terhadap gangguan hama atau penyakit. Ditambahkan juga oleh Sirappa (2003) bahwa tanaman sorgum juga masih dapat menghasilkan biji pada lahan marginal. Efendi dan Pabendon dkk. (2012), meneliti beberapa tanaman untuk bahan baku etanol, yaitu jagung, gandum, sorgum manis, dan tebu. Ternyata sorgum manis lebih efisien dalam penggunaan lahan, air, pupuk nitrogen, dan pestisida.

Ternyata menurut Salisbury dan Ross (1995), pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum yaitu keadaan lingkungan seperti iklim, bahan organik, pH tanah, ketersediaan hara dan

lain-lain. Sedangkan faktor internal yang berpengaruh yaitu genetik. Genetik di dalam benih sorgum berbeda-beda setiap genotipenya sehingga tanaman akan memiliki penampilan agronomi yang berbeda-beda.

Berdasarkan hal tersebut dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apakah genotipe mempengaruhi hasil etanol tanaman sorgum?
2. Apakah penampilan agronomi berhubungan dengan hasil etanol tanaman sorgum?

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penampilan agronomi dan hasil etanol beberapa genotipe tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench).
2. Mengetahui hubungan penampilan agronomi dengan hasil etanol beberapa genotipe tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench).

1.3. Kerangka Pemikiran

Sorgum adalah tanaman sereal yang berpotensi dikembangkan di Indonesia. Tanaman sorgum memiliki banyak kegunaan mulai dari biji sampai dengan akar. Salah satu kegunaannya yaitu nira sorgum menghasilkan gula yang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan etanol. Etanol dapat diproduksi dari tanaman-tanaman yang mengandung gula.

Menurut Pabendon dkk. (2012) nira batang, bagas, dan biji sorgum manis berpotensi menghasilkan etanol. Namun, biji sorgum memiliki lapisan terluar

dengan kadar tanin yang tinggi. Tanin merupakan senyawa anti nutrisi yang dapat mengikat protein sehingga resisten terhadap degradasi oleh mikroorganisme yang akan berpengaruh terhadap fermentasi pembuatan etanol. Sedangkan pembuatan etanol dari bagas proses pembuatannya lebih panjang dibandingkan pembuatan etanol dari nira batang. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan nira yang dihasilkan dari batang tanaman sorgum sebagai bahan baku pembuatan etanol.

Batang sorgum apabila diperas akan menghasilkan nira (cairan batang) yang dapat dijadikan bahan baku etanol. Kandungan nira terdiri atas gula (sukrosa 70%, glukosa 20%, dan fruktosa 10%), air dan garam-garam mineral. Gula yang terkandung dalam nira dinyatakan dalam nilai ⁰brix. Nira sorgum memiliki nilai ⁰brix yang cukup tinggi yaitu antara 16 sampai 23%.

Etanol dihasilkan dari fermentasi bahan gula yang berasal dari nira batang tanaman sorgum yang dilanjutkan dengan proses destilasi. Semakin banyak gula yang terkandung didalam nira, kemungkinan etanol yang dihasilkan juga semakin banyak. Selain itu, banyak sedikitnya volume nira yang dihasilkan dari batang juga berpengaruh terhadap jumlah gula yang terkandung didalamnya. Semakin banyak volume nira kemungkinan semakin banyak pula gula yang terkandung di dalamnya. Volume nira yang dihasilkan dari batang tanaman sorgum dipengaruhi oleh penampilan agronomi tanaman sorgum. Tanaman sorgum yang mempunyai tinggi tanaman, diameter batang, bobot kering batang dan bobot kering daun yang tinggi akan menghasilkan volume nira yang lebih besar. Oleh karena itu, penampilan agronomi yang berbeda akan menghasilkan volume etanol yang berbeda.

Terdapat 2 faktor yang mempengaruhi penampilan tanaman yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi penampilan agronomi adalah genetik. Sedangkan faktor eksternal yang mempengaruhi penampilan agronomi adalah keadaan lingkungan seperti iklim, tekstur tanah, bahan organik, pH tanah, ketersediaan hara dan lain-lain.

Genotipe adalah sifat-sifat yang diwariskan tanaman yang mempengaruhi penampilan tanaman (fenotipe). Fenotipe merupakan hasil dari interaksi antara genotipe dan kondisi lingkungan seperti tinggi tanaman yang tinggi, diameter batang yang besar, bobot berangkasan yang besar dan lain-lain disebut genotipe. Genotipe yang unggul tidak akan memberikan hasil yang baik apabila tidak didukung dengan kondisi lingkungan tumbuh yang baik pula dan sebaliknya.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini selain unsur hara makro (N, P, K), diberikan juga unsur hara mikro (Cu, Zn, Mn, Mo, B) untuk memenuhi kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman sorgum. Unsur hara mikro hanya dibutuhkan sedikit oleh tanaman namun tidak dapat digantikan oleh unsur hara lain karena berfungsi sebagai katalisator untuk mempercepat suatu reaksi.

Dari berbagai variasi yang ditimbulkan pada tanaman, yang disebabkan oleh interaksi antara faktor eksternal dan internal, maka dilakukan penelitian ini untuk mengetahui penampilan agronomi dan hasil etanol dari beberapa genotipe sorgum dan hubungan antara penampilan agronomi dan hasil etanol tanaman sorgum.

1.4. Hipotesis

Dari kerangka pemikiran yang telah dikemukakan dapat diambil hipotesis sebagai berikut :

1. Terdapat perbedaan penampilan agronomi dan hasil etanol beberapa genotipe tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).
2. Terdapat hubungan penampilan agronomi dengan hasil etanol beberapa genotipe tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Morfologi Tanaman Sorgum

2.1.1. Akar

Tanaman sorgum merupakan tanaman monokotil dengan sistem perakaran serabut. Sistem perakaran sorgum terdiri atas akar-akar seminal (akar-akar primer) pada dasar buku pertama pangkal batang, terdapat 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) (Andriani dan Isnaini, 2006).

2.1.2. Batang

Berdasarkan Andriani dan Isnaini (2006), batang tanaman sorgum merupakan rangkaian berseri dari ruas (*internode*) dan buku (*node*), tidak memiliki kambium. Pada bagian tengah batang terdapat seludang pembuluh yang diselubungi oleh lapisan keras (sel-sel parenkim). Tipe batang bervariasi dari solid dan kering hingga sukulen dan manis. Jenis sorgum manis memiliki kandungan gula yang tinggi pada batangnya. Bentuk batang tanaman sorgum silinder dengan diameter pada bagian pangkal berkisar antara 0,5 sampai 5,0 cm. Tinggi batang bervariasi, berkisar antara 50 cm sampai 400 cm. Andriani dan Isnaini (2006) juga menambahkan bahwa tinggi tanaman sorgum bergantung pada varietasnya,

contohnya varietas Super 1 (204,8 cm), Super 2 (230 cm), Numbu (187 cm), Mandau (153 cm), UPCA (180-210 cm), dan Samurai (188 cm).

2.1.3. Daun

Sorgum mempunyai daun berbentuk pita, dengan struktur terdiri atas helai daun dan tangkai daun. Posisi daun tersusun secara berlawanan sepanjang batang dengan pangkal daun menempel pada ruas batang. Panjang daun sorgum rata-rata 1 m dan lebar 5 sampai 13 cm. Jumlah daun bervariasi antara 7 sampai 40 helai, bergantung pada varietas. Daun bendera akan muncul pada akhir fase vegetatif sebelum malai muncul. Daun bendera memiliki fungsi yang sama sebagai organ fotosintesis dan menghasilkan fotosintat. Daun bendera umumnya lebih pendek dan lebar dari daun-daun pada batang (Andriani dan Isnaini, 2006).

2.1.4. Bunga

Rangkaian bunga sorgum berada pada malai di bagian ujung tanaman. Bunga sorgum merupakan bunga tipe *panicle* atau malai (susunan bunga di tangkai). Bunga sorgum secara utuh terdiri atas tangkai malai (*peduncle*), malai (*panicle*), rangkaian bunga (*raceme*), dan bunga (*spikelet*). Bunga sorgum memiliki panjang 75 sampai 100 mm dan warna yang bervariasi sesuai dengan varietas tanaman (Du Plessis, 2008).

2.1.5. Biji

Biji sorgum yang merupakan bagian dari tanaman memiliki ciri-ciri fisik berbentuk bulat sampai oval dengan bobot 25 sampai dengan 55 mg. Biji sorgum tertutup sekam dengan warna coklat muda, krem atau putih, bergantung pada

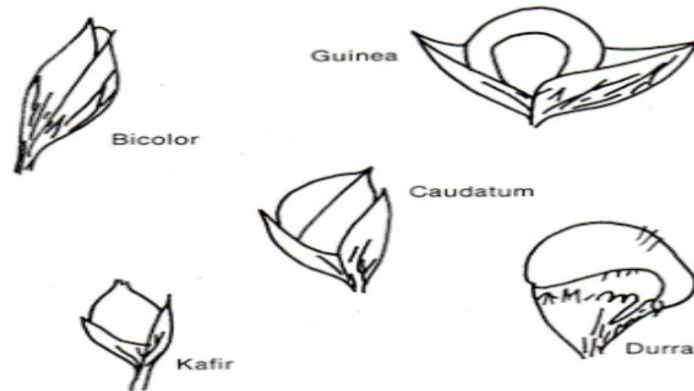
varietas. Biji sorgum terdiri atas tiga bagian utama, yaitu lapisan luar (*coat*), embrio (*germ*), dan endosperm (Du Plessis, 2008).

2.2. Syarat Tumbuh Tanaman Sorgum

Berdasarkan Tabri dan Zubachtirodin (2013), tanaman sorgum merupakan tanaman semusim yang memiliki daya adaptasi yang luas. Tanaman sorgum masih dapat berproduksi pada lahan yang kurang subur, air terbatas dan masukan (input) yang rendah. Sorgum dapat tumbuh dengan baik pada pH 6,0 sampai 7,5 dengan N total sedang, P₂O₅ yang tinggi dan K₂O rendah. Daerah dengan curah hujan 50 sampai 100 mm per bulan pada 2,0 sampai 2,5 bulan sejak tanam, diikuti dengan periode kering merupakan curah hujan yang ideal untuk keberhasilan produksi sorgum. Tabri dan Zubachtirodin (2013) juga menambahkan bahwa sorgum juga dapat beradaptasi dengan baik pada dataran rendah dengan ketinggian antara 1 sampai 500 mdpl dengan suhu lebih dari 20⁰ C dan udaranya kering.

2.3. Genotipe Tanaman Sorgum

Sorgum dibagi ke dalam 5 ras yaitu ras *Bicolor*, *Guenia*, *Caudatum*, *Kafir*, dan *Durra* berdasarkan bentuk malai dan spikeletnya. Karakteristik jenis *Bicolor* yaitu bentuk bulir panjang hampir menyerupai bulir padi, ras *Guinea* bentuk bulirnya bulat dengan posisi menapak secara *dorso-ventral*, ras *Caudatum* bentuk bulir tidak simetris, ras *Kafir* bentuk bulir mendekati simetris, sedangkan ras *Durra* bentuk bulirnya bulat pada bagian atas dengan bagian dasar menyempit (Iriany dan Makkulawu, 2014). Perbedaan bentuk malai dan *spikelet* dari kelima ras sorgum tersebut ditampilkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Perbedaan bentuk malai dan *spikelet* dari lima ras sorgum

Berdasarkan Jayanegara (2011), sorgum dibagi menjadi 4 kelompok berdasarkan kegunaannya yaitu sorgum biji, sorgum manis, sorgum pakan dan sorgum biomas. Sorgum biji ditanam dengan tujuan untuk menghasilkan biji. Sorgum manis ditanam dengan tujuan untuk menghasilkan nira. Sorgum pakan ditanam dengan tujuan untuk menghasilkan pakan ternak. Sorgum biomass ditanam dengan tujuan untuk menghasilkan energi. Varietas yang termasuk dalam kelompok sorgum manis yaitu varietas Numbu, Super 1, dan Super 2.

Diantara 4 kelompok tersebut, sorgum biomas memiliki tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan sorgum biji, sorgum manis dan sorgum pakan. Sorgum biomassa memiliki tinggi tanaman mencapai 6 m. Sedangkan sorgum biji, sorgum manis dan sorgum pakan memiliki tinggi tanaman sekitar 2 sampai 5 m saja (Jayanegara, 2011).

Semakin berkembangnya teknologi, untuk mendapatkan tanaman sorgum dengan sifat –sifat unggul dilakukan pemuliaan tanaman dengan metode mutasi. Menurut Sobrizal (2008), mutasi adalah terjadinya perubahan secara mendadak material genetik suatu makhluk hidup yang diwariskan pada generasi berikutnya. Mutasi

buatan dapat disebabkan oleh mutagen fisik maupun kimia. Radiasi sinar gamma merupakan salah satu induksi mutasi yang menggunakan mutagen fisik. Unsur radioaktif yang sering digunakan untuk menghasilkan sinar gamma bersumber dari ^{60}Co .

Menurut Soeranto (2003), pemuliaan tanaman melalui mutasi dapat menghasilkan varietas unggul dengan perbaikan beberapa sifat saja tanpa mengubah sebagian besar sifat baiknya. Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), merupakan badan yang melakukan kegiatan pemuliaan tanaman dengan teknik mutasi radiasi dan telah menghasilkan beberapa komoditas baru untuk tanaman sorgum, kacang hijau, kedelai, kapas dan padi.

Sihono dan Indriatama (2013), melakukan penelitian terhadap 10 galur mutan harapan sorgum manis dan disertakan 3 tanaman pembanding yaitu Zh-30 sebagai tetua, Kawali sebagai varietas dan Mandau sebagai kontrol nasional. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa terjadi perbaikan sifat dari galur mutan harapan sorgum terlihat dari hasil biji, hasil biomasa dan gula batang lebih tinggi dibandingkan dengan 3 tanaman pembanding.

Selain itu, Setiawan dkk. (2016) juga meneliti 20 genotipe sorgum penghasil biomas yang berfokus pada bioenergi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan galur harapan sorgum (GH 2, GH 7, GH 10 dan P/F 5-193-C) menghasilkan biomas lebih besar dibandingkan dengan varietas sorgum (Mandau, Numbu, UPCA, Talaga Bodas).

Hadi dkk. (2016) juga meneliti 34 genotipe sorgum yang terdiri dari 14 genotipe sorgum dan 20 genotipe sorgum mutan. Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa terdapat beberapa genotipe sorgum (GH 6, GH 13, P/F 10-90A, P/F 5-193-C, Super 1, Super 2, P/I WHP, Talaga Bodas, UPCA, Mandau) yang berpotensi sebagai penghasil biji dan biomassa.

Dari hasil penelitian pemulia tersebut diatas, terlihat bahwa terjadi perbedaan sifat unggul genotipe sorgum. Genotipe-genotipe tersebut berinteraksi dengan lingkungan tempat galur-galur tersebut ditanam. Interaksi antara genotipe dan lingkungan tersebut berwujud fenotipe berupa produksi biji, biomassa dan gula batang. Jadi, apabila genotipe sorgum yang unggul pada sifat tertentu, kemungkinan sorgum tersebut tidak unggul pada sifat yang lain. Keunggulan-keunggulan tersebut telah dinyatakan oleh pemulia sorgum ketika proses seleksi dilakukan (Salisbury dan Ross, 1995).

2.4. Produksi Nira Batang Sorgum

Nira adalah cairan batang yang mengandung gula. Nira sorgum memiliki nilai ^o*brix* yang cukup tinggi yaitu antara 16 sampai 23%. Kandungan gula tersebut terdiri atas sukrosa 70%, glukosa 20%, dan fruktosa 10% (Pabendon dkk., 2016).

Nira batang diperoleh melalui pemerasan batang sorgum manis. Komposisi nira dari suatu jenis tanaman dipengaruhi beberapa faktor yaitu antara lain varietas tanaman, umur tanaman, kesehatan tanaman, keadaan tanah, iklim, pemupukan, dan pengairan (Pabendon dkk., 2012)

Pada sorgum manis akumulasi bobot kering terus meningkat sampai fase masak susu. Fase ini terjadi pada saat tanaman berumur sekitar 70 hari setelah berkecambah (HSB). Pada saat fase ini dilakukan pemerasan nira batang karena mulai terjadi akumulasi pati untuk pembentukan biji. Pengisian biji terjadi dengan cepat, hampir setengah dari bobot kering terakumulasi dalam periode ini. Bobot batang mengalami penurunan seiring dengan pengisian biji, sekitar 10% dari bobot biji berasal dari pengurangan bobot batang (Vanderlip, 1993).

2.5. Proses Pembuatan Etanol

Etanol diperoleh dengan menggunakan metode fermentasi yang kemudian dilanjutkan dengan destilasi. Fermentasi adalah proses metabolisme yang menghasilkan energi dari gula dan molekul organik lain serta tidak memerlukan oksigen dengan bantuan mikroorganisme. Fermentasi dilakukan dengan menggunakan ragi atau fermentasi. Ragi mengandung mikroorganisme yang melakukan fermentasi dan sebagai media biakan bagi mikroorganisme tersebut. Setelah glukosa diubah menjadi asam piruvat melalui proses glikolisis, asam piruvat diubah menjadi produk fermentasi oleh mikroorganisme. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan salah satu spesies mikroorganisme yang memiliki daya konversi gula menjadi etanol dengan baik (Suprihatin, 2010).

Destilasi merupakan suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan titik didih atau kemudahan menguap (volatilitas). Faktor yang berpengaruh pada proses destilasi adalah jenis bahan yang didestilasi, temperatur, volume bahan dan waktu destilasi. Namun faktor yang paling berpengaruh adalah temperatur. Dalam destilasi, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini

kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu (Gandjar, 2007).

Destilasi dilakukan untuk memisahkan etanol dari *beer* (cairan hasil fermentasi). Titik didih etanol murni adalah 78°C sedangkan air adalah 100°C . Dengan memanaskan larutan pada suhu rentang 78° sampai 100°C akan mengakibatkan sebagian besar etanol menguap, dan melalui unit kondensasi, akan bisa dihasilkan etanol dengan konsentrasi 95% (Gandjar, 2007).

2.6. Hasil Etanol

Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) adalah cairan biokimia pada proses fermentasi gula dengan bantuan mikroorganisme. Bahan baku yang dapat digunakan pada pembuatan etanol adalah nira bergula seperti nira tebu, nira sorgum, nira kelapa, nira aren, nira siwalan, sari buah mete dan bahan lainnya (Pabandon, 2012).

Etanol dapat dibuat dari nira batang sorgum manis, batang sorgum apabila diperas akan menghasilkan nira yang rasanya manis, lalu dilanjutkan dengan proses destilasi. Proses destilasi dapat menghasilkan etanol dengan kadar 95 %. Hasil etanol yang diperoleh dipengaruhi oleh komposisi nira dari suatu jenis tanaman sorgum (Pabandon dkk., 2012).

2.7. Hara Mikro

Unsur hara mikro adalah unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah kecil atau sedikit. Unsur hara mikro secara umum berfungsi sebagai penyusun jaringan tumbuhan dan katalisator. Unsur hara mikro diantaranya Besi (Fe), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Mangan (Mn), Molibdenum (Mo), Boron (B), Natrium

(Na), Klorida (Cl). Kebutuhan unsur hara ini mutlak bagi setiap tanaman dan tidak bisa digantikan oleh unsur yang lain (Sudarmi, 2013).

Unsur hara mikro mempunyai fungsi yang spesifik dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta fungsinya tidak dapat digantikan secara sempurna oleh unsur hara lain. Unsur Fe berfungsi kofaktor sistem enzim untuk sintesis klorofil, unsur Zn berfungsi membantu pembentukan klorofil, sebagai kofaktor berbagai enzim dan sangat penting dalam pengisian biji, unsur Mn berfungsi dalam pembentukan klorofil, unsur Cu berfungsi sebagai enzim dalam tanaman, meliputi Asam Askorbik Oksidase, Fenolase, Lokase, unsur Mo berfungsi sebagai enzim yang mereduksi nitrat (NO_3) dan penting dalam fiksasi nitrogen, unsur Cl berfungsi merangsang aktivitas beberapa enzim untuk mempengaruhi penyerapan air pada jaringan tumbuhan, unsur B berfungsi meningkatkan transportasi karbohidrat dan menaikkan aktifitas enzim (Sudarmi, 2013).

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lahan yang berada di Desa Sukanegara, Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan, 5,39'LS dan 105,36'BT pada ketinggian 0 sampai 500 mdpl dengan kondisi tanah pada pH 5,45 dan kandungan lainnya seperti N-total 0,04 %, P-tersedia 2,61 ppm, K-dd 0,17 me per 100 g, pasir 52,13%, debu 20,92% dan liat 26,95% sehingga berdasarkan segitiga tekstur tanah tergolong tanah lempung liat berpasir. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2017 sampai dengan Februari 2018. Penelitian di lapang dilaksanakan pada bulan April sampai dengan November 2017. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah pada bulan April 2017. Analisis hasil etanol dan hasil panen dilakukakan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman pada bulan Agustus 2017 sampai dengan Februari 2018.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 15 genotipe tanaman sorgum yaitu : GH 3, GH 4, GH 5, GH 6, GH 7, GH 13, Mandau, Numbu, UPCA, Samurai 1, Super 1, Super 2, P/F 5-193-C, P/I WHP, dan Talaga Bodas yang berasal dari penelitian sebelumnya. Pupuk yang digunakan yaitu Urea, KCL, TSP

dan Zincmicro (mengandung Zn, Mn, B, Cu dan Mo). Bahan yang digunakan untuk analisis hasil etanol yaitu sampel nira sorgum, ragi, aquades, dan air.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari : alat pengolah tanah, papan nama genotipe, label sampel, alat ukur panjang (meteran tali), ember, sungkup, tali plastik, botol, timbangan elektrik, gelas ukur, oven, *Seed Blower*, *Seed Counter*, corong, SPAD-500, jangka sorong digital, *Refractometer*, mesin penggiling batang sorgum, destilator, piknometer, alat tulis dan kamera.

3.3. Metode Penelitian

Perlakuan yang digunakan yaitu 15 perlakuan disusun dengan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 3 ulangan yang dinyatakan sebagai kelompok sehingga didapatkan 45 satuan percobaan. Tata letak dalam penelitian ini disajikan pada lampiran. Dengan menggunakan model linier sebagai berikut

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Nilai pengamatan dari genotipe ke-i pada kelompok ke-j

μ = Nilai tengah Umum

β_i = Pengaruh kelompok ke-i

τ_j = Pengaruh genotipe ke-j

ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke i dan kelompok ke-j

Setelah data didapatkan, homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Bila kedua asumsi terpenuhi, dilakukan analisis ragam. Jika terdapat perbedaan nilai tengah antarperlakuan maka dilakukan pemisahan nilai tengah dengan menggunakan uji BNT pada taraf nyata 5%. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan Minitab (Versi 17).

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Sebelum dilakukan pengolahan tanah, dilakukan pengambilan sampel tanah secara komposit untuk menentukan pH tanah dan kandungan beberapa hara dalam tanah.

3.4.1. Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah dilakukan dengan membersihkan lahan dari sisa-sisa tanaman sebelumnya. Kemudian lahan dibajak dua kali, dengan arah bajakan kedua tegak lurus dari arah bajak pertama dan dibentuk guludan dengan lebar ± 30 cm. Selanjutnya dibuat petak perlakuan berukuran 5 x 4 m dan setiap petak perlakuan dan ulangan dipisahkan dengan parit berjarak 1 meter. Setiap petak dipasang papan nama genotipe dibagian depan petak.

3.4.2. Penanaman

Penanaman tanaman sorgum dilakukan dengan cara ditugal diantara guludan tanah. Setiap lubang tanam ditanam sebanyak 5 sampai 10 benih sorgum dengan jarak tanam 80 cm x 20 cm, jarak antarbarisan 80 cm dan di dalam barisan 20 cm dengan kedalaman 5 sampai 10 cm lalu ditimbun dengan tanah.

3.4.3. Penyulaman

Penyulaman bertujuan untuk mengganti benih yang tidak tumbuh. Hal ini dilakukan dengan cara memindah tanam bibit sorgum yang telah disiapkan sebelumnya dengan genotipe yang sama pada lubang tanam yang benihnya tidak

tumbuh. Penyulaman dilakukan maksimal sampai tanaman berumur 2 minggu setelah tanam (MST).

3.4.4. Penjarangan

Penjarangan dilakukan terhadap tanaman baru yang sudah tumbuh. Penjarangan dilakukan 2 kali yaitu pada 2 MST dan 3 MST. Penjarangan pada 2 MST dengan menyisakan 5 tanaman setiap lubang tanam. Sedangkan penjarangan pada 3 MST dengan menyisakan 2 tanaman setiap lubang tanam. Tanaman yang dipilih yaitu tanaman yang mampu tumbuh dan berkembang dengan baik.

3.4.5. Penyiangan Gulma

Penyiangan gulma merupakan kegiatan mencabut gulma yang berada disela-sela tanaman yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Penyiangan gulma dilakukan secara manual dengan cara dikoret. Penyiangan dilakukan 3 hari sebelum pemupukan dilakukan.

3.4.6. Pemupukan

Pemupukan dilakukan dengan menggunakan pupuk anorganik yaitu Urea 200 kg ha⁻¹, TSP 150 kg ha⁻¹, KCl 200 kg ha⁻¹ dan Zincmicro 40 kg ha⁻¹. Pemupukan dilakukan dengan cara dilarik disamping tanaman. Pemupukan dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pemupukan awal sorgum dilakukan pada saat 4 MST dengan pemberian setengah dosis pupuk Urea dan KCl serta dosis penuh untuk pupuk TSP dan Zincmicro. Pemupukan kedua dilakukan pada saat 8 MST dengan pemupukan setengah dosis pupuk Urea dan KCl yang tersisa.

3.4.7. Penyungkupan

Penyungkupan yaitu pembungkusan malai sorgum menggunakan sungkup dengan tujuan untuk melindungi biji sorgum dari serangan hama terutama burung.

Sungkup yang digunakan terbuat dari paranet yang dibentuk seperti kantung dengan ukuran 34 x 34 cm. Penyungkupan dilakukan saat biji pada malai sorgum sudah terbentuk.

3.4.8. Panen

Secara umum tanaman sorgum dipanen pada umur \pm 14 sampai 17 MST. Namun dalam penelitian ini proses pemanenan tanaman sorgum dilaksanakan dua kali yaitu pada fase masak susu dan masak fisiologi. Pemanenan saat fase masak susu dilakukan untuk mendapatkan nira batang sorgum sebagai bahan pembuatan etanol. Sedangkan pemanenan saat fase masak fisiologi dilakukan untuk mendapatkan komponen hasil (bobot dompolan tanpa biji, bobot dompolan, bobot biji per tanaman, bobot 1000 biji) dan komponen pertumbuhan (bobot kering batang dan bobot kering daun).

3.5. Variabel Pengamatan

Jumlah tanaman yang diamati adalah 3 tanaman setiap satu satuan percobaan yang dipilih secara acak. Pengamatan untuk keseluruhan variabel terbagi menjadi tiga komponen yaitu komponen pertumbuhan, komponen fase masak susu dan komponen fase masak fisiologi.

Komponen pertumbuhan :

1. Panjang Batang Tanaman (cm)

Panjang Batang tanaman diukur mulai dari 6 MST sampai dengan sebelum munculnya daun bendera (9 MST). Pengukuran dilakukan sebanyak 4 kali yaitu 6 MST, 7 MST, 8 MST, dan 9 MST dengan mengukur panjang batang tanaman dari buku batang terbawah sampai dengan pangkal daun teratas yang daunnya sudah membuka sempurna menggunakan alat ukur panjang (meteran tali). Pengamatan panjang batang tanaman sorgum pada 6, 7, 8 dan 9 MST dilakukan untuk melihat pertumbuhan tanaman sorgum namun tidak dilakukan analisis.

2. Jumlah Daun (helai)

Jumlah daun dihitung mulai dari 6 MST sampai dengan sebelum munculnya daun bendera (9 MST). Pengukuran dilakukan sebanyak 4 kali yaitu 6 MST, 7 MST, 8 MST dan 9 MST dengan menghitung jumlah daun per tanaman yang sudah membuka sempurna.

3. Diameter Batang (mm)

Diameter batang diukur saat munculnya daun bendera (10 MST) dengan mengukur pada tiga titik yaitu bagian pangkal, tengah dan atas batang dengan menggunakan jangka sorong digital, lalu dirata-ratakan.

4. Kehijauan Daun

Kehijauan daun diukur saat munculnya daun bendera (10 MST) dengan mengukur pada daun ketiga dari atas, ditiga titik yaitu bagian pangkal, tengah dan ujung daun dengan menggunakan SPAD-500 lalu dirata-ratakan.

Komponen Fase Masak Susu:

1. $^{\circ}$ Brix (%)

Nira batang sorgum yang telah diperoleh pada fase masak susu, diukur nilai $^{\circ}$ brixnya dengan menggunakan *refraktometer*. Pengukuran nilai $^{\circ}$ brix dilakukan 3 kali kemudian dirata-ratakan.

2. Volume Nira per Batang (ml)

Nira diperoleh dari hasil pemerasan batang tanaman sorgum ketika mencapai fase masak susu. Pada masing-masing genotipe sorgum diambil 5 tanaman sorgum yang sudah memasuki fase masak susu. Batang sorgum yang sudah dipanen lalu dibersihkan dari daun-daun yang masih menempel dan dipotong menjadi bagian yang lebih kecil. Kemudian batang sorgum dimasukkan ke dalam mesin pemerasan tebu untuk mendapatkan nira batang. Nira batang yang telah didapatkan kemudian segera diukur volumenya menggunakan gelas ukur dan dimasukkan ke dalam botol dan diberi label identitas (nama genotipe, nama kelompok, volume nira, $^{\circ}$ brix dan tanggal panen). Volume nira yang didapatkan dari 5 tanaman sampel kemudian dibagi 5 untuk mendapatkan volume nira per batang tanaman sorgum.

3. Volume Etanol per Tanaman (ml)

Setelah nira didapatkan di lahan, segera ditambahkan Fermipan ke dalam nira sebagai sumber jamur *Saccharomyces cerevisia* dan diberi label identitas (nama genotipe, nama kelompok, volume nira, $^{\circ}$ brix dan tanggal panen, tanggal dan waktu destilasi). Kemudian fermentasi dilakukan secara anaerob selama 48 jam dan disimpan di laboratorium. Setelah 48 jam nira yang sudah

difermentasi, kemudian didestilasi dengan menggunakan alat destilator dengan suhu 80°C selama ± 2 jam. Etanol hasil destilasi diukur menggunakan gelas ukur lalu disimpan dalam botol dan diberi label identitas (nama genotipe, nama kelompok, volume nira, ⁰*brix* dan volume etanol). Proses destilasi nira sorgum untuk menghasilkan etanol dapat dilihat pada lampiran. Volume etanol yang didapatkan kemudian dibagi 5 untuk mendapatkan volume nira per batang tanaman sorgum.

4. Bobot Kering Batang per Tanaman (g)

Bobot kering batang didapatkan dari 5 batang tanaman sampel yang telah dipanen pada fase masak susu. Batang tanaman sorgum dibersihkan dari daun-daun yang masih menempel lalu dipotong menjadi bagian yang lebih kecil. Selanjutnya batang sorgum diperas untuk diambil niranya. Batang sorgum yang sudah diperas kemudian dikeringanginkan selama 24 jam dan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 80°C selama 48 jam. Selanjutnya batang ditimbang menggunakan timbangan elektrik setiap sampelnya. Bobot kering batang yang didapatkan dari 5 tanaman sampel kemudian dibagi 5 untuk mendapatkan bobot kering batang per batang tanaman sorgum.

5. Bobot Kering Daun per Tanaman (g)

Bobot kering daun diperoleh dari daun 5 tanaman sampel yang telah dipanen pada fase masak susu. Daun tanaman dipisahkan dari batang sorgum lalu dikeringanginkan selama 24 jam. Daun selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 48 jam, kemudian daun ditimbang menggunakan

timbangan elektrik setiap sampelnya. Bobot kering daun yang didapatkan dari 5 tanaman sampel kemudian dibagi 5 untuk mendapatkan bobot kering daun per batang tanaman sorgum.

6. Bobot Dompolan (*head*) Tanpa Biji per Tanaman (g)

Bobot dompolan tanpa biji per tanaman diperoleh saat fase masak susu.

Setelah dompolan malai dikeringanginkan selanjutnya dipipil. Dompolan dan biji yang didapatkan selanjutnya dipisahkan. Bobot dompolan tanpa biji per tanaman ditimbang menggunakan timbangan elektrik.

7. Bobot Biji per Tanaman (g)

Bobot biji per tanaman diperoleh saat panen fase masak susu. Setelah dompolan malai dikeringanginkan lalu dipipil. Dompolan dan biji yang didapatkan selanjutnya dipisahkan. Bobot biji per tanaman selanjutnya ditimbang menggunakan timbangan elektrik.

8. Persentase Etanol (%)

Setelah volume nira dan volume etanol didapatkan, selanjutnya dihitung persentase etanol berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Persentase etanol} = \frac{\text{volume etanol hasil destilasi}}{\text{volume nira yang difermentasi}} \times 100 \%$$

9. Kadar Etanol (%)

Setelah etanol didapatkan melalui proses destilasi, etanol dibagi kedalam 5 kelas menurut menyengat tidaknya aroma etanol. Kelas A memiliki aroma sangat menyengat, kelas B memiliki aroma menyengat, kelas C memiliki

aroma sedang, Kelas D memiliki aroma rendah dan kelas E memiliki aroma sangat rendah. Selanjutnya pengukuran berat jenis etanol dengan menggunakan alat piknometer. Pertama-tama piknometer kosong ditimbang dengan menggunakan neraca *ohaus* dan dicatat bobotnya. Lalu piknometer diisi dengan air aquades, ditimbang dengan menggunakan neraca *ohaus* dan dicatat bobotnya. Setelah aquades dikeluarkan, piknometer dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 60⁰C sampai benar-benar kering selama ± 2 jam. Setelah piknometer kering, masukan etanol ke dalam piknometer sampai penuh lalu ditimbang dengan menggunakan neraca *ohaus* dan dicatat bobotnya. Kemudian berat jenis etanol dihitung dengan rumus dan dicocokkan dengan tabel konversi berat jenis. Tabel konversi berat jenis etanol dapat dilihat pada lampiran.

$$\text{Berat Jenis Etanol} = \frac{\text{Bobot Piknometer+air}-\text{Bobot Piknometer kosong}}{\text{Bobot Piknometer+etanol} - \text{Bobot Piknometer kosong}}$$

Komponen Fase Masak Fisiologi

1. Panjang Batang Tanaman (cm)

Pengukuran panjang batang tanaman pada saat fase masak fisiologi (18 MST) dilakukan dengan mengukur panjang batang tanaman dari buku batang terbawah sampai dengan pangkal daun teratas menggunakan alat ukur panjang (meteran tali).

2. Diameter Batang (mm)

Diameter batang diukur saat fase masak fisiologi (18 MST) dengan mengukur pada tiga titik yaitu bagian pangkal, tengah dan atas batang dengan menggunakan jangka sorong digital, lalu dirata-ratakan.

3. Jumlah Ruas

Jumlah ruas dihitung saat tanaman berumur 18 MST atau fase masak fisiologi. Jumlah ruas dihitung dari pangkal batang sampai dengan ujung batang tanaman sorgum.

4. Panjang Malai (cm)

Panjang malai diukur mulai dari pangkal malai sampai dengan ujung malai tanaman sorgum dengan menggunakan alat ukur panjang (meteran tali).

5. Bobot Kering Batang (g)

Bobot kering batang didapatkan dari batang tanaman sampel yang telah dipanen pada fase masak fisiologi. Batang tanaman sorgum dibersihkan dari daun-daun yang masih menempel lalu dipotong menjadi bagian yang lebih kecil. Selanjutnya batang dikeringanginkan selama 24 jam dan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 80°C selama 48 jam, kemudian batang ditimbang menggunakan timbangan elektrik setiap sampelnya.

6. Bobot Kering Daun (g)

Bobot kering daun diperoleh dari daun tanaman sampel yang telah dipanen pada fase masak fisiologi. Daun tanaman dipisahkan dari batang lalu dikeringanginkan selama 24 jam. Daun selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 48 jam, kemudian daun ditimbang menggunakan timbangan elektrik setiap sampelnya.

7. Bobot Dompolan per Tanaman (g)

Bobot dompolan per tanaman diperoleh saat fase masak fisiologi. Setelah dompolan malai tanaman sorgum dikeringanginkan lalu

ditimbang bobot dompolan malai per tanaman dengan menggunakan timbangan elektrik.

8. Bobot Dompolan Tanpa Biji per Tanaman (g)

Bobot dompolan tanpa biji per tanaman diperoleh saat fase masak fisiologi. Setelah dompolan malai dikeringanginkan selanjutnya dipipil. Dompolan dan biji yang didapatkan selanjutnya dipisahkan. Bobot dompolan tanpa biji per tanaman ditimbang menggunakan timbangan elektrik.

9. Bobot Biji per Tanaman (g)

Bobot biji per tanaman diperoleh saat panen fase masak fisiologi. Setelah dompolan malai dikeringanginkan lalu dipipil. Bobot biji per tanaman selanjutnya ditimbang menggunakan timbangan elektrik.

10. Bobot Biji 1000 Butir (g)

Bobot biji 1000 butir dihitung berdasarkan konversi dari hasil pengukuran bobot biji 300 butir. Bobot 300 biji dihitung dengan menggunakan *seed counter* selanjutnya ditimbang dengan timbangan elektrik.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Terdapat variasi penampilan agronomi dan hasil etanol dari 15 genotipe tanaman sorgum. Genotipe P/F 5-193-C dan GH 5 memiliki penampilan agronomi lebih baik dari genotipe lain untuk menghasilkan biomassa (83,93 g dan 65,18 g). Genotipe GH 13, Mandau, UPCA, Samurai 1, P/F 5-193-C, GH 5 memiliki penampilan agronomi lebih baik dari genotipe lain untuk menghasilkan biji (37,07 g, 31,48 g, 30,13 g, 29,69 g, 27,04 g, 24,81 g) Genotipe GH 7 memiliki penampilan agronomi lebih baik dari genotipe lain untuk menghasilkan etanol (7,80 ml).
2. Genotipe sorgum yang berpotensi sebagai penghasil etanol memiliki volume nira yang tinggi (140 ml), dengan nilai korelasi sebesar $r = 0,814^{**}$. Volume nira yang besar didukung dengan panjang batang dan bobot kering batang yang tinggi, dengan nilai korelasi berturut-turut yaitu $r = 0,388^{**}$ dan $r = 0,496^{**}$.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis memberi saran pada penelitian selanjutnya untuk melakukan analisis kandungan gula pada nira batang tanaman sorgum dari masing-masing genotipe.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, A. dan M. Isnaini. 2006. *Morfologi dan Fase Pertumbuhan Sorgum*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. 22 hlm.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Statistik Indonesia*. <http://www.bps.go.id>. Diakses pada 8 Juni 2018.
- Biba, M. A. 2013. *Prospek Pengembangan Sorgum untuk Ketahanan Pangan dan Energi*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. 13 hlm.
- Centre for Soil and Agroclimate Research. 1994. *Kerangka Acuan Survei Tanah Semi-Detail Daerah Prioritas*. TOR Versi 3.0 Juni 1994.
- Du Plessis, J. 2008. *Sorghum Production*. Department of Agriculture, Republic of South Africa. Africa. 22 p.
- Efendi, R dan M. B. Pabendon. 2010. *Seleksi Genotif Sorgum Manis Produksi Biomass dan Daya Rahun Tinggi*. Laporan Akhir Tahun Balai Penelitian Tanaman Serealia. 15 hlm.
- Ekefre, D. E., A. K. Mahapatra, M. Latimore Jr., D. D. Bellmer, U. Jena, G. J. Whitehead, and A. Williams. 2017. Evaluation of Three Cultivars of Sweet Sorghum as Feedstocks for Ethanol Production in The Southeast United States. *J. Heliyon*:12-14.
- Gandjar, G.I. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta. 48 hlm.
- Hadi, M.S., M. Kamal dan K. Setiawan. 2016. Evaluasi Vegetatif dan Generatif beberapa Genotipe Sorgum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] di Lahan Kering. *Prosiding Seminar Nasional PERAGI*. Bogor, 27 April 2016: 1-6.
- Hadi, M. S., M. Kamal, F. X. Susilo dan Erwin Yuliadi. 2016. Agronomic Characteristic of Some Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Genotypes Under Intercropping with Cassava. *The USRIInternational Seminar on Food Security*. Bandar Lampung 23-24 Agustus 2016 : 3-7.
- Iriany R. N. dan A. T. Makkulawu. 2014. *Asal Usul dan Taksonomi Tanaman Sorgum*. Laporan Akhir Tahun Balai Penelitian Tanaman Serealia. 12 hlm.

- Jayanegara, C. M. 2011. Pengaruh Pemberian Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) dan Berbagai Dosis Pupuk Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Skripsi*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Yogyakarta.
- Khasanah, M., A. Rasyad, dan E. Zuhry. 2016. Daya Hasil Beberapa Kultivar Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Pada Jarak Tanam yang Berbeda. *Jurnal Faperta* 3(2): 4-6.
- Murray, S.C., A. Sharma, W.L. Rooney, P. E. Klein, J. E. Mullet, S. E. Mitchell, and S. Kresovich. 2008. Genetic Improvement of Sorghum as a Biofuel Feedstock: I. QTL for Stem Sugar and Grain Nonstructural Carbohydrates. *Crop Sci.* 48:2165–2179.
- Pabendon, M.B. , R. S. Sarungallo, dan S. Mas'ud. 2012. Pemanfaatan Nira Batang, Bagas, dan Biji Sorgum Manis sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 31 (3): 1-8.
- Pabendon, M.B., S, Mas'ud, R.S. Sarungallo, dan A. Nur. 2012. Penampilan Fenotipik dan Stabilitas Sorgum Manis untuk Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 30 (1):60-69.
- Pabendon, M.B., S. B. Santoso dan B. Agrosubekti. 2016. *Prospek Sorgum Manis sebagai Bahan Baku Bioetanol*. Laporan Akhir Tahun Balai Penelitian Tanaman Serealia. 15 hlm.
- Salisbury, F. B. dan Cleon. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3 Terjemahan*. Institut Teknologi Bandung. 315 hlm.
- Setiawan, K., M. Kamal, M. S. Hadi, Sungkono dan I. Maulana. 2016. Keragaan Beberapa Kandidat Genotipe Sorgum Sebagai Penghasil Biomasa. *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Perhimpunan Agronomi Indonesia 2016*. Bogor, 27 April 2016. 2-6.
- Sihono dan W. M. Indriatama. 2013. Uji Daya Hasil Biji Terhadap 10 Galur Mutan Harapan Sorgum di beberapa Lokasi. *Jurnal Ilmiah* 13 (1) : 53-54.
- Sirappa, M.P. 2003. Prospek Pengembangan Sorgum di Indonesia sebagai Komoditas Alternatif untuk Pangan, Pakan, dan Industri. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 22 (4) :133-140.
- Siregar, Z., M. K. Bangun, dan R. I. M Damanik. 2016. Respons Pertumbuhan Beberapa Varietas Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Pada Tanah Salin dengan Pemberian Giberelin. *Jurnal Agroteknologi* 3(4): 3-5.

- Soeranto, H. 2003. Peran Iptek Nuklir dalam Pemuliaan untuk Mendukung Industri Pertanian. *Proseding Pertemuan dan Presentasi Ilmah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir P3TM-BATAN*. 8 hlm.
- Sobrizal. 2008. Mutasi Induksi untuk Mereduksi Tinggi Tanaman Padi Galur Ki 237. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi* 4 (2) : 100-101.
- Sudarmi. 2013. *Pentingnya Unsur Hara Mikro bagi Pertumbuhan Tanaman*. Widyatama. Semarang. 183 hlm.
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. UNESA Press. Surabaya. 43 hlm.
- Syafruddin dan M. Akil. 2016. *Pengelolaan Hara pada Tanaman Sorgum*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. 8 hlm.
- Tabri, F. dan Zubachtirodin. 2013. *Budidaya Tanaman Sorgum*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. 13 hlm.
- Tira, E. W. 2017. Efektivitas Npk Organik Sebagai Pengganti NPK Anorganik Pada Budidaya Jagung Manis (*Zea mays saccharata*) di Tanah Regosol. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Vanderlip, R. L. 1993. *How a Sorghum Plant Develops*. Kansas State University. 273 p.