



ANALISIS KERAGAMAN GENETIK BIOMASSA DAN NIRA UNTUK BIOENERGI PADA POPULASI F2 SORGUM HASIL PERSILANGAN SAMURAI 2 X BIOGUMA 1 AGRITAN

DARIUS DARE



**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Keragaman Genetik Biomassa dan Nira untuk Bioenergi pada Populasi F2 Sorgum Hasil Persilangan Samurai 2 X Bioguma 1 Agritan” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Darius Dare
A2503221015

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

DARIUS DARE. Analisis Keragaman Genetik Biomassa dan Nira untuk Bioenergi pada Populasi F₂ Sorgum Hasil Persilangan Samurai 2 x Bioguma 1 Agritan. Dibimbing oleh TRIKOESOEMANINGTYAS, DESTA WIRNAS, dan DIDY SOPANDIE.

Meningkatnya populasi global dan terbatasnya sumber energi berbasis fosil menyebabkan ketidakpastian dalam permintaan energi di masa depan. Sorgum (*Sorghum bicolor* L. (Moench)) merupakan tanaman multiguna yang kaya akan biomassa, dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi bahan bakar nabati dan sebagai sumber karbohidrat alternatif yang memiliki manfaat nutrisi. Pemilihan genotipe sorgum dengan kandungan lignoselulosa yang tinggi dan sifat morfogenetik yang spesifik dapat meningkatkan hasil biomassa untuk tujuan bioenergi. Selain itu, kemampuan sorgum untuk ditanam kembali dan luas areal produksinya yang terus meningkat menjadikan sorgum sebagai solusi potensial untuk memenuhi kebutuhan energi dan pangan masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk 1) memperoleh informasi keragaman genetik sifat terkait biomassa dan agronomi, serta genotipe potensial yang berdaya hasil tinggi pada populasi segregasi sorgum; 2) memperoleh informasi pola pewarisan sifat agronomi dan hasil biomassa pada populasi F₂ sorgum; 3) mengevaluasi keragaman genetik karakter terkait hasil biomassa dan potensi bioetanol dari genotipe-genotipe sorgum untuk bioenergi; 4) memperoleh informasi keragaman dan potensi hasil biomassa pada genotipe-genotipe sorgum ratun.

Sebanyak 320 genotipe F₂ hasil persilangan Samurai 2 x Bioguma 1 dievaluasi keragaman genetiknya dengan menggunakan rancangan populasi bersegregasi berbasis individu dan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) untuk tetua dan genotipe cek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat keragaman genetik yang luas untuk sifat bobot biomassa segar dan volume nira pada populasi F₂. Koefisien variasi untuk kedua sifat ini masing-masing sebesar 40,64% dan 68,03%. Nilai heritabilitas untuk semua karakter yang diamati berkisar dari rendah hingga tinggi (0% dan 89,27%). Bobot biomassa segar dipengaruhi oleh beberapa gen, sedangkan volume nira dikendalikan oleh sedikit gen saja, yang mengindikasikan adanya potensi seleksi yang efektif untuk sifat-sifat tersebut. Beberapa karakter lain, termasuk tinggi tanaman, diameter batang, *stay green*, intensitas kehijauan daun, luas daun, nilai brix, dan bobot biji per malai, memiliki heritabilitas yang tinggi dan dapat digunakan sebagai kriteria seleksi. Semua karakter yang diamati, kecuali nilai brix, berkorelasi positif dan signifikan dengan bobot biomassa segar dan volume nira. Bobot batang memiliki pengaruh langsung yang kuat terhadap volume nira dan bobot biomassa segar, menunjukkan bahwa seleksi untuk sifat-sifat ini dapat didasarkan pada bobot batang. Seleksi simultan berdasarkan indeks MGIDI mengidentifikasi 26 genotipe terbaik dengan diferensial seleksi sebesar 9,35% dan 28,1% untuk berat biomassa segar dan volume nira.

Evaluasi keragaman genetik dan potensi hasil bioetanol menggunakan 6 genotipe sorgum yang terdiri dari tiga galur IPB, yakni IPB 1, IPB 4, dan IPB 7, dan tiga varietas sorgum nasional, yakni Samurai 2, Bioguma 1 Agritan, dan

Numbu yang dievaluasi pada lingkungan optimal dengan menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak dan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi yang signifikan pada beberapa karakteristik seperti tinggi tanaman, diameter batang, kandungan brix, volume nira, panjang malai, diameter malai, dan bobot biji. Dua genotipe, Bioguma 1 Agritan dan Numbu, memiliki performa yang unggul dalam hal volume nira dan nilai brix, yang menunjukkan potensi genotipe yang baik untuk produksi bioetanol. Percobaan ini menghasilkan rata-rata potensi bioetanol sebesar 33,38%, dan kandungan etanol maksimum mencapai 99,47% dengan menggunakan metode destilasi bertingkat. Proses seleksi menggunakan regresi bertahap menghasilkan lima model terbaik dengan nilai *R-square* yang tinggi untuk setiap sifat yang diprediksi. Selain itu, analisis *strength and weakness* menunjukkan empat genotipe terbaik, yaitu Samurai 2, Bioguma 1, Numbu, dan IPB 1, yang memiliki potensi hasil biomassa yang tinggi, sehingga menjadikannya kandidat yang cocok untuk dikembangkan lebih lanjut dalam pemuliaan sorgum untuk tujuan bioenergi.

Terdapat 109 genotipe F2 sorgum ratun yang mampu tumbuh setelah panen pertama dan enam genotipe cek yang dievaluasi pada percobaan tanaman ratun. Tanaman yang diamati merupakan ratun dari hasil panen pada percobaan pertama dengan menggunakan rancangan yang sama. Komponen biomassa pada tanaman ratun dipanen pada fase vegetatif atau berbunga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa genotipe yang diuji memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keragaman hasil terkait biomassa pada tanaman ratun. IPB 4, Bioguma 1 dan Numbu memiliki hasil biomassa yang tinggi pada tanaman ratun. Seleksi multi karakter berdasarkan MGIDI dengan intensitas seleksi 10%, diperoleh 11 genotipe terbaik dengan potensi hasil biomassa yang tinggi pada tanaman ratun. Genotipe G187 merupakan genotipe dengan hasil biomassa tertinggi. Berdasarkan analisis kluster dan analisis komponen utama, mengindikasikan genotipe-genotipe unggul pada populasi F2 tersebut cenderung memiliki kemiripan genetik dengan genotipe tetua Bioguma 1, dan genotipe cek IPB 4, dan Numbu. Genotipe-genotipe F2 yang memiliki hasil biomassa yang tinggi pada percobaan ini dapat dijadikan sebagai kandidat genotipe sorgum bioenergi untuk diuji pada generasi selanjutnya.

Kata kunci: Biomassa, keragaman genetik, nira batang, seleksi, sorgum bioenergi

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SUMMARY

DARIUS DARE. Genetic Variability Analysis of Biomass and Stalk Juice for Bioenergy in the F2 Sorghum Population from the Cross of Samurai 2 x Bioguma 1 Agritan. Supervised by TRIKOESOEMANINGTYAS, DESTA WIRNAS, and DIDY SOPANDIE.

The increasing global population and limited fossil-based energy sources create uncertainty in future energy demand. Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is a multipurpose crop that is rich in biomass and can be used as a feedstock for biofuel production and as an alternative carbohydrate source that has nutritional benefits. Selection of sorghum genotypes with high lignocellulose content and specific morphogenetic traits can increase biomass yield for bioenergy purposes. In addition, sorghum's ability to be replanted and its increasing production area make sorghum a potential solution to meet future energy and food needs. This study aims to 1) obtain information on the genetic variability of biomass and agronomic-related traits, as well as potential high-yielding genotypes in sorghum segregation populations; 2) obtain information on the inheritance pattern of agronomic traits and biomass yield in F2 sorghum populations; 3) evaluate the genetic variability of biomass yield related characters and bioethanol potential of sorghum genotypes for bioenergy; 4) obtain information on the diversity and potential of biomass yield in ratoon sorghum genotypes.

A total of 320 F2 genotypes from the Samurai 2 x Bioguma 1 cross were evaluated for genetic diversity using an individual-based segregated population design and a completely randomized group design for parents and check genotypes. The results showed that there was wide genetic variability for the traits of fresh biomass weight and juice volume in the F2 population. The coefficient of variation for these two traits was 40.64% and 68.03%, respectively. Heritability values for all observed characters ranged from low to high (0% and 89.27%). Fresh biomass weight was influenced by many genes, while sap volume was controlled by only a few genes, indicating the potential for effective selection for these traits. Several other characters, including plant height, stem diameter, stay green, leaf greenness intensity, leaf area, brix value, and grain weight per panicle, had high heritability and could be used as selection criteria. All observed characters, except brix value, were positively and significantly correlated with fresh biomass weight and juice volume. Stem weight had a strong direct effect on juice volume and fresh biomass weight, suggesting that selection for these traits could be based on stem weight. Simultaneous selection based on the MGIDI index identified 26 best genotypes with selection differentials of 9.35% and 28.1% for fresh biomass weight and juice volume, respectively.

Evaluation of genetic variability and bioethanol yield potential using six sorghum genotypes consisting of three IPB lines, namely IPB 1, IPB 4, and IPB 7, and three national sorghum varieties, namely Samurai 2, Bioguma 1 Agritan, and Numbu were evaluated in an optimal environment using a randomized complete group design and three replications. The results showed significant variation in several characteristics such as plant height, stem diameter, brix content, juice volume, panicle length, panicle diameter, and seed weight. Two genotypes,



Bioguma 1 Agritan and Numbu, had superior performance in terms of juice volume and brix value, indicating good genotypic potential for bioethanol production. The experiment yielded an average bioethanol potential of 33.38%, and the maximum ethanol content reached 99.47% using the multistage distillation method. The selection process using stepwise regression resulted in five best models with high R-square values for each predicted trait. In addition, strength and weakness analysis showed four best genotypes, namely Samurai 2, Bioguma1, Numbu, and IPB 1, which have high biomass yield potential, thus making them suitable candidates for further development in sorghum breeding for bioenergy purposes.

There were 109 F2 sorghum ratoon genotypes that were able to grow after the first harvest and six check genotypes evaluated in the ratoon crop experiment. The observed plants were ratooned from the harvest of the first experiment and the same design was used. The biomass component of the ratoon crop was harvested at the vegetative or flowering phase. The results showed that the genotypes tested had a significant effect on yield variability related to biomass in ratoon crops. IPB 4, Bioguma 1 and Numbu have high biomass yield in ratoon crops. Multi-character selection based on MGIDI with 10% selection intensity, obtained 11 best genotypes with high biomass yield potential in ratoon crops. Genotype G187 was the genotype with the highest biomass yield. Based on cluster analysis and principal component analysis, it indicated that the superior genotypes in the F2 population tended to have genetic similarity with the parental genotype Bioguma 1, and the check genotypes IPB 4, and Numbu. The F2 genotypes that have high biomass yields in this experiment can be used as candidates for bioenergy sorghum genotypes to be tested in the next generation.

Keywords: Bioenergy sorghum, biomass, genetic variability, selection, stalk juice

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ANALISIS KERAGAMAN GENETIK BIOMASSA DAN NIRA UNTUK BIOENERGI PADA POPULASI F2 SORGUM HASIL PERSILANGAN SAMURAI 2 X BIOGUMA 1 AGRITAN

DARIUS DARE

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman

**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
1. Prof. Dr. Ir. Suwarto, M.Si.
2. Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si.



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

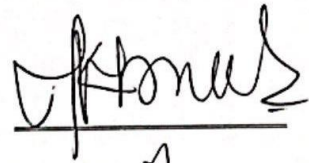
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Analisis Keragaman Genetik Biomassa dan Nira untuk Bioenergi pada Populasi F2 Sorgum Hasil Persilangan Samurai 2 x Bioguma 1 Agritan

Nama : Darius Dare
NIM : A2503221015

Disetujui oleh

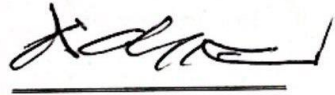
Pembimbing 1:
Dr. Ir. Trikoesoemaningtyas, M.Sc.



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Desta Wirnas, S.P., M.Si.

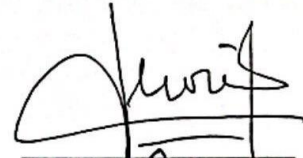


Pembimbing 3:
Prof. Dr. Ir. Didy Sopandie, M.Agr.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si.
NIP 197004041997022001



Dekan Fakultas Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.
NIP 196902121992031003




Tanggal Ujian:
9 Agustus 2024

Tanggal Lulus: 19 AUG 2024



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Tesis berjudul “Analisis Keragaman Genetik Biomassa dan Nira untuk Bioenergi pada Populasi F2 Sorgum Hasil Persilangan Samurai 2 x Bioguma 1” dapat diselesaikan. Penelitian dan karya ilmiah ini dilakukan sebagai salah satu syarat dalam penyelesaian studi Magister Sains di Fakultas Pertanian, IPB University.

Ungkapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada para pembimbing, Dr. Ir. Trikoesoemaningtyas, M.Sc. (ketua komisi pembimbing), Prof. Dr. Desta Wirnas, S.P., M.Si. (anggota komisi pembimbing), dan Prof. Dr. Ir. Didy Sopandie, M.Agr. (anggota komisi pembimbing) atas bimbingan, arahan, dan motivasi serta waktu dan pikiran selama perkuliahan, penyusunan proposal, penelitian, penulisan publikasi ilmiah, hingga penyusunan tesis ini dilakukan. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Bambang S. Purwoko, M.Sc. selaku dosen moderator seminar kolokium dan Prof. Dr. Ir. Lailan Syaufina, M.Sc. selaku moderator seminar hasil. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Suwarto, M.Si. dan Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si. selaku penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah mendanai pendidikan, penelitian dan kebutuhan hidup penulis selama menempuh pendidikan jenjang Magister di Institut Pertanian Bogor.
2. Ketua program studi Magister Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman beserta jajarannya, yang telah memberikan arahan, fasilitas, dan dukungan yang luar biasa selama masa studi.
3. Staf dan teknisi di Kebun Percobaan BSIP BB Biogen yang telah membantu dalam proses penelitian di lapangan.
4. Tim Pemulia Sorgum IPB, yang telah banyak membantu dalam penelitian, mulai dari pembentukan materi genetik, pelaksanaan penelitian, hingga pengamatan di lapangan dan laboratorium.
5. Bapak Alm. Theodorus Husen, Ibu Yustina Diul, kakak, adik, dan keluarga besar yang telah mendukung dalam doa dan memotivasi penulis.
6. Teman-teman yang telah membantu dalam penelitian: Mariana Jeujan, Suwasdi, Anita Rahayu, Marta, Marfiatun, Firdausi, Yovita, Muklisin, Yuniel Zendrato, Agung Trisna, Rolen, Habibi Firmansyah, Aldi Riswanto, Rifa, dan teman-teman PBT IPB 2022, serta semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian penelitian ini.
7. Kelurahan LPDP IPB 10.0, teman-teman awardee, serta komunitas dimana penulis berkarya yang telah memberikan dukungan semangat kepada penulis serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Darius Dare

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Hipotesis	3
1.4 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Sorgum	5
2.2 Karakter yang Terkait dengan Hasil Biomassa	6
2.3 Perakitan Varietas Sorgum untuk Tujuan Bioenergi	7
2.4 Produksi Bioetanol	8
III KERAGAMAN GENETIK DAN SELEKSI MULTI KARAKTER BIOMASSA DAN NIRA UNTUK BIOENERGI PADA POPULASI SEGREGASI SORGUM	10
3.1 Abstrak	10
3.2 Pendahuluan	11
3.3 Bahan dan Metode	12
3.4 Hasil dan Pembahasan	15
3.5 Simpulan	29
IV EVALUASI KERAGAMAN GENETIK DAN POTENSI BIOETANOL DARI ENAM GENOTIPE SORGUM UNTUK PRODUKSI BIOENERGI	30
4.1 Abstrak	30
4.2 Pendahuluan	31
4.3 Bahan dan Metode	32
4.4 Hasil dan Pembahasan	34
4.5 Simpulan	49
V KERAGAMAN GENETIK SIFAT TERKAIT BIOMASSA PADA POPULASI F2 SORGUM RATUN HASIL PERSILANGAN SAMURAI 2 X BIOGUMA 1	50
5.1 Abstrak	50
5.2 Pendahuluan	50
5.3 Bahan dan Metode	51
5.4 Hasil dan pembahasan	53
5.5 Simpulan	60
VI PEMBAHASAN UMUM	61
VII KESIMPULAN DAN SARAN	66
7.1 Simpulan	66
7.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67



LAMPIRAN	76
RIWAYAT HIDUP	82

DAFTAR TABEL

@Hak Cipta milik IPB University

2.1	Perbandingan komponen lignin selulosa bahan baku etanol dari beberapa komoditas	6
3.1	Nilai tengah, standar deviasi, koefisien keragaman, dan kisaran karakter biomassa dan komponen hasil pada populasi F ₂ dan tetua	16
3.2	Skewness, kurtosis, aksi gen dan jumlah gen yang mengendalikan pada populasi F ₂ sorgum	19
3.3	Pendugaan komponen ragam, heritabilitas, koefisien keragaman genetik, dan koefisien keragaman fenotip pada komponen biomassa	21
3.4	Pendugaan komponen ragam, heritabilitas, koefisien keragaman genetik, dan koefisien keragaman fenotip pada komponen hasil	21
3.5	Diferensial seleksi dan pendugaan kemajuan genetik	28
4.1	Genotipe sorgum yang digunakan	33
4.2.	Nilai tengah dan koefisien keragaman karakter biomassa	37
4.3	Nilai tengah dan koefisien keragaman pada komponen hasil	37
4.4	Nilai tengah dan koefisien keragaman pada komponen biokimia	40
4.5	Persentase kadar etanol hasil destilasi nira	40
4.6	Pendugaan Partisi Ragam, Heritabilitas, Koefisien keragaman genetik dan koefisien keragaman fenotipik pada karakter biomassa	41
4.7	Pendugaan Partisi Ragam, Heritabilitas, Koefisien keragaman genetik dan koefisien keragaman fenotipik pada komponen hasil	41
4.8	Pendugaan Partisi Ragam, Heritabilitas, Koefisien keragaman genetik dan koefisien keragaman fenotipik pada karakter biokimia	42
4.9	Pengaruh langsung dan tidak langsung karakter biomassa terhadap volume nira	46
4.10	Pengaruh langsung dan tidak langsung karakter biomassa terhadap bobot brangkasan segar	46
4.11	Analisis regresi stepwise terhadap variabilitas karakter target	47
5.1	Nilai tengah, standar deviasi, karakter biomassa tanaman ratun populasi F ₂ dan tetua	54
5.2	Rekapitulasi nilai tengah karakter terkait biomassa ratun pada pembandingan dan populasi F ₂	55
5.3	Diferensial seleksi genotipe sorgum ratun pertama berdasarkan nilai MGIDI	58
5.4	Nilai tengah genotipe F ₂ tanaman ratun terpilih berdasarkan indeks MGIDI	58

DAFTAR GAMBAR

1.1	Diagram alur penelitian	4
2.1	Perbandingan komponen lignin selulosa bahan baku etanol dari beberapa komoditas	6
3.1	Sebaran normal data kuantitatif pada populasi F ₂ sorgum	17
3.2	Korelasi antara karakter biomassa pada populasi F ₂	24
3.3	Pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap hasil nira (a), dan hasil biomassa segar (b),	25
3.4	Genotipe terpilih berdasarkan MGIDI (a), genotipe terpilih berdasarkan faktor analisis (b). FA1 (TT, DB, LD, BB, VN, BK, BBG, BBPM, dan BBS), FA2 (<i>Stay green</i> , IKD, NB).	27
3.5	Heatmap analisis kluster (a), dan biplot analisis komponen utama antara genotipe F ₂ terseleksi dan genotipe cek	29
4.1	(a) Heatmap korelasi antara karakter biomassa dan komponen hasil; (b) korelasi antara karakter biokimia	43
4.2	Genotipe sorgum terpilih berdasarkan metode MGIDI (a), Strength and Weakness view genotipe terpilih berdasarkan MGIDI (b).	48
5.1	Distribusi frekuensi karakter biomassa tanaman ratun pada populasi F ₂	55
5.2	Korelasi antara karakter biomassa pada tanaman utama dan ratun populasi F ₂ (a), dan korelasi pada karakter biomassa pada populasi pembandingan	56
5.3	Genotipe tanaman ratun terseleksi berdasarkan MGIDI (a), genotipe tanaman ratun terpilih berdasarkan faktor analisis	57
5.4	Heatmap analisis kluster tanaman ratun sorgum antara genotipe F ₂ , tetua, dan genotipe cek	59
5.5	Biplot analisis komponen utama (PCA) genotipe terpilih F ₂ , tetua dan genotipe cek	60

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil analisis tanah	76
2	Hasil pengujian kadar etanol	78
3	Hasil uji komponen lignoselulosa	81



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.