

- 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.

RESPONS SELEKSI TUNGGAL DAN MULTIKARAKTER TERHADAP HASIL BIOMASSA DAN NIRA GALUR-GALUR SORGUM (*Sorghum bicolor* [L.] Moench)

SUKMAWAN



PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



@Hak cipta milik IPB University

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 “Respons Seleksi Tunggal dan Multikarakter terhadap Hasil Biomassa dan Nira Galur-Galur Sorgum (*Sorghum Bicolor* [L.] Moench) ” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun 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 2026

Sukmawan
A2503251029



@Hak cipta milik IPB University

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.

RINGKASAN

SUKMAWAN. Respons Seleksi Tunggal dan Multikarakter terhadap Hasil Biomassa dan Nira Galur-Galur Sorgum (*Sorghum Bicolor* [L.] Moench). Dibimbing oleh TRIKOESOEMANINGTYAS dan DESTA WIRNAS.

Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) merupakan tanaman yang berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku bioenergi karena mampu menghasilkan biomassa dan nira dalam jumlah besar serta memiliki kemampuan meratun. Kemampuan tersebut memungkinkan tanaman tumbuh kembali setelah panen tanpa penanaman ulang sehingga dapat meningkatkan efisiensi budidaya. Oleh karena itu, diperlukan galur sorgum yang memiliki produktivitas biomassa dan nira tinggi serta kemampuan meratun yang baik.

Penelitian ini terdiri atas dua percobaan. Percobaan pertama mengevaluasi keragaan tanaman ratun F9 hasil persilangan Numbu × Samurai 2 dan melakukan seleksi galur menggunakan metode seleksi tunggal berdasarkan total bobot biomassa serta seleksi multikarakter berbasis *Multi-Trait Genotype-Ideotype Distance Index* (MGIDI). Percobaan kedua mengevaluasi sepuluh galur hasil seleksi untuk mengetahui keragaan agronomi, biomassa, dan nira serta respons seleksi yang dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi ratun F9 hasil persilangan Numbu × Samurai 2 memiliki keragaman yang besar pada beberapa karakter agronomi, biomassa, dan nilai Brix. Tanaman ratun memiliki nilai yang lebih tinggi pada karakter diameter batang, jumlah daun, bobot batang kering, dan volume nira dibandingkan tanaman utama, tetapi lebih rendah pada sebagian besar karakter pertumbuhan dan nilai Brix. Meskipun demikian, biomassa yang dihasilkan tanaman ratun relatif setara dengan tanaman utama.

Seleksi tunggal menghasilkan galur NS2-108, NS2-022, NS2-122, NS2-161, dan NS2-168, sedangkan seleksi multikarakter berbasis MGIDI menghasilkan galur NS2-010, NS2-109, NS2-121, NS2-013, dan NS2-101. Evaluasi galur terseleksi menunjukkan bahwa NS2-010 unggul pada karakter biomassa kering, sedangkan NS2-168 memiliki kombinasi biomassa dan volume nira yang baik. Analisis korelasi dan PCA menunjukkan bahwa karakter biomassa dan volume nira menjadi faktor utama yang membedakan genotipe yang diuji.

Respons seleksi menunjukkan bahwa seleksi tunggal berdasarkan total bobot biomassa menghasilkan kemajuan seleksi yang lebih tinggi dibandingkan seleksi multikarakter berbasis MGIDI, terutama pada karakter biomassa dan volume nira. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seleksi berdasarkan total bobot biomassa lebih efektif untuk meningkatkan potensi biomassa dan produksi nira pada populasi sorgum hasil persilangan Numbu × Samurai 2.

Kata kunci: bioenergi, biomassa, MGIDI, nira, ratun



SUMMARY

SUKMAWAN. Single-Trait and Multi-Trait Selection Responses for Biomass and Juice Yield in Sorghum Lines (*Sorghum bicolor* [L.] Moench). Supervised by TRIKOESOEMANINGTYAS and DESTA WIRNAS.

Sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) is a crop with considerable potential as a bioenergy feedstock due to its high biomass and juice production as well as its ratooning ability. This characteristic enables the crop to regrow after harvest without replanting, thereby improving cultivation efficiency. Therefore, the development of sorghum lines with high biomass and juice productivity and good ratooning ability is essential for bioenergy breeding programs.

This study consisted of two experiments. The first experiment evaluated the performance of the F9 ratoon population derived from the cross between Numbu and Samurai 2 and selected superior lines using single-trait selection based on total biomass weight and multi-trait selection based on the Multi-Trait Genotype-Ideotype Distance Index (MGIDI). The second experiment evaluated ten selected lines to assess their agronomic performance, biomass production, juice yield, and selection response.

The results showed that the F9 ratoon population from the Numbu $\times$ Samurai 2 cross exhibited significant variation in several agronomic, biomass, and Brix-related traits. Compared with the main crop, ratoon plants showed higher values for stem diameter, number of leaves, dry stem weight, and juice volume, but lower values for most growth traits and Brix content. Nevertheless, biomass production of ratoon plants was relatively comparable to that of the main crop.

Single-trait selection identified five superior lines, namely NS2-108, NS2-022, NS2-122, NS2-161, and NS2-168, whereas MGIDI-based multi-trait selection identified NS2-010, NS2-109, NS2-121, NS2-013, and NS2-101. Evaluation of the selected lines revealed that NS2-010 was superior for dry biomass production, while NS2-168 exhibited a favorable combination of biomass yield and juice volume. Correlation and principal component analyses indicated that biomass and juice-related traits were the major factors differentiating the evaluated genotypes.

Selection response analysis showed that single-trait selection based on total biomass weight resulted in greater selection gain than MGIDI-based multi-trait selection, particularly for biomass and juice-related traits. These findings indicate that selection based on total biomass weight is a more effective approach for improving biomass potential and juice production in sorghum populations derived from the Numbu $\times$ Samurai 2 cross.

Keywords: bioenergy, biomass, juice yield, MGIDI, ratoon crop



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, tahun 2026
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 milik IPB University

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.

RESPONS SELEKSI TUNGGAL DAN MULTIKARAKTER TERHADAP HASIL BIOMASSA DAN NIRA GALUR-GALUR SORGUM (*Sorghum bicolor* [L.] Moench)

SUKMAWAN

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

**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

- 1 Prof. Dr. Ir. Hajrial Aswidinnoor, M.Sc.
- 2 Dr. Sintho Wahyuning Ardie, 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.

Perpustakaan IPB University

Judul Tesis : Respons Seleksi Tunggal dan Multikarakter terhadap Hasil Biomassa dan Nira Galur-Galur Sorgum (*Sorghum Bicolor* [L.] Moench)

Nama : Sukmawan

NIM : A2503251029

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Trikoesoemaningtyas, M.Sc.



Pembimbing 2:

Prof. Dr. Desta Wirnas, S.P., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Desta Wirnas, S.P., M.Si.

NIP 197012282000032001

Dekan Fakultas Pertanian:

Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.

NIP 196902121992031003





Tanggal Ujian: 30 Juli 2026

Tanggal Lulus: 06 AUG 2026



@Hak cipta milik IPB University

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.



PRAKATA

Alhamdulillah rabbil 'ālamīn, segala puji dan syukur bagi Allah subhānahu wa ta'ālā atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2024 sampai bulan September 2025 ini ialah Pemuliaan Tanaman Sorgum Tujuan Bioenergi, dengan judul “Respons Seleksi Tunggal dan Multikarakter terhadap Hasil Biomassa dan Nira Galur-Galur Sorgum (*Sorghum Bicolor* [L.] Moench)”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Trikoesoemaningtyas, M.Sc. selaku ketua komisi pembimbing yang telah membimbing, memberi saran, nasihat, dan motivasi, serta mengajarkan nilai kedisiplinan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Semoga beliau senantiasa diberkahi dalam kehidupannya.
2. Prof. Dr. Desta Wirnas, S.P., M.Si. selaku anggota komisi pembimbing sekaligus ketua program studi yang telah memberikan motivasi, nasihat, serta dukungan dalam menekuni jenjang magister. Semoga beliau senantiasa diberkahi dalam kehidupannya.
3. Prof. Dr. Ir. Hajrial Aswidinnoor, M.Sc. selaku penguji luar komisi dan Dr. Sintho Wahyuning Ardie, S.P., M.Si. selaku perwakilan program studi yang telah memberikan saran dalam penyempurnaan tesis.
4. Prof. Dr. drh. Deni Noviana selaku wakil rektor bidang pendidikan dan kemahasiswaan IPB dan Prof. Dr. Ir. Yusli Wardianto, M.Sc. selaku wakil dekan bidang akademik, kemahasiswaan, dan alumni sekolah pascasarjana IPB yang telah membantu dengan memberikan kesempatan kepada penulis untuk tetap studi magister melalui Program Sinergi.
5. Dr. Ir. Maya Melati, M.S., M.Sc. selaku moderator kolokium dan Prof. Dr. Ir. Satriyas Ilyas, M.S. selaku moderator seminar yang telah memberikan masukan dalam penulisan tugas akhir.
6. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Departemen Agronomi dan Hortikultura yang telah banyak membantu selama perkuliahan dan penelitian.
7. Ibu, Nenek, dan kedua kakak tercinta atas segala doa, kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang senantiasa mengiringi perjalanan penulis, serta Ayah (Alm.) yang selalu menjadi motivasi dan penyemangat dalam setiap langkah penulis. Emih atas perhatian, doa, dan dukungan yang diberikan selama penulis menyelesaikan studi ini. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan keberkahan kepada mereka semua.
8. Astrid, Deden, Dewi, Dhiya, Emyta, Filza, Gina, Habib, Hisyam, Iqbal, Maulana, Nadira, Raihan, Salman, Sopi, Tri, Trisna, Trisma, dan Zikron yang telah memberikan motivasi dan bantuannya kepada penulis.
9. Tim sorgum, Adelia, Alif, Bang Imam, Bang Rinto, Kak Mardiyah, dan Kak Mufidah yang selalu menemani penulis di Laboratorium Pemuliaan.

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

Bogor, Agustus 2026

Sukmawan



@Hak cipta milik IPB University

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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Hipotesis	5
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench)	6
2.2 Biomassa Sorgum untuk Bionergi	7
2.3 Bioetanol dari Tanaman Sorgum	8
2.4 Pemuliaan Tanaman Sorgum	10
2.5 Ratun pada Tanaman Sorgum	11
2.6 Seleksi pada Tanaman Sorgum	12
III SELEKSI TUNGGAL DAN MULTIKARAKTER PADA TANAMAN UTAMA DAN RATUN PERTAMA	13
3.1 Abstrak	13
3.2 Pendahuluan	14
3.3 Bahan dan Metode	15
3.4 Hasil dan Pembahasan	21
3.5 Simpulan	51
IV KERAGAAN GALUR HASIL SELEKSI TUNGGAL DAN MULTIKARAKTER	52
4.1 Abstrak	52
4.2 Pendahuluan	53
4.3 Bahan dan Metode	54
4.4 Hasil dan Pembahasan	57
4.5 Simpulan	72
V PEMBAHASAN UMUM	73
VI SIMPULAN DAN SARAN	77
6.1 Simpulan	77
6.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	86
RIWAYAT HIDUP	92



DAFTAR TABEL

1	Daftar 36 galur sorgum persilangan Numbu x Samurai 2 untuk pengujian ratun pertama	16
2	Pengamatan karakter agronomi pada percobaan 1	17
3	Pengamatan karakter biomassa dan nira sorgum	18
4	Analisis ragam rancangan kelompok lengkap teracak <i>augmented</i>	19
5	Kondisi unsur iklim selama periode penelitian budidaya ratun sorgum	21
6	Keragaan tanaman ratun sorgum	22
7	Keragaan karakter tinggi tanaman dan diameter batang pada tanaman ratun sorgum	24
8	Keragaan karakter panjang daun dan lebar daun pada tanaman ratun sorgum	25
9	Karakter luas daun dan jumlah daun pada tanaman ratun sorgum	27
10	keragaan keragaan karakter bobot batang basah dan bobot batang kering pada tanaman ratun sorgum	29
11	Keragaan karakter bobot daun basah dan bobot daun kering pada tanaman ratun sorgum	31
12	Keragaan karakter bobot malai basah dan bobot malai kering pada tanaman ratun sorgum	32
13	Keragaan karakter bobot biomassa basah dan bobot biomassa kering pada tanaman ratun sorgum	34
14	Potensi bobot biomassa basah dan potensi bobot biomassa kering pada tanaman ratun sorgum	36
15	Keragaan karakter nira dan Brix pada tanaman ratun sorgum	38
16	Data karakter biomassa pada galur-galur sorgum untuk seleksi tunggal	47
17	Daftar sepuluh galur sorgum dan dua varietas nasional untuk pengujian respons seleksi	54
18	Pengamatan karakter agronomi pada percobaan 2	56
19	Analisis ragam rancangan kelompok lengkap teracak	56
20	Kondisi unsur iklim selama periode penelitian evaluasi galur terseleksi	57
21	Keragaan karakter agronomi dan biomassa galur terseleksi	58
22	Nilai tengah pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, panjang daun, lebar daun pada galur terseleksi	60
23	Nilai tengah pada karakter luas daun, luas daun spesifik, kehijauan daun, sudut daun pada galur terseleksi	61
24	Nilai tengah bobot batang basah, bobot daun basah, bobot malai basah, bobot biomassa basah, dan potensi biomassa basah pada galur terseleksi	63
25	Nilai tengah bobot batang kering, bobot daun kering, bobot malai kering, bobot biomassa kering, dan potensi biomassa kering pada galur terseleksi	65
26	Nilai tengah nira dan Brix pada galur terseleksi	66
27	Respons seleksi tunggal dan multikarakter pada galur sorgum	71
28	Keragaan komponen hasil biji galur hasil persilangan Numbu × Samurai 2 berdasarkan Marlina (2026)	75



DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alur penelitian	4
2	Tahapan produksi bioetanol dari nira batang sorgum	10
3	Perbandingan karakter agronomi antara tanaman utama dan ratun sorgum	40
4	Perbandingan komponen biomassa antara tanaman utama dan ratun sorgum	41
5	Perbandingan karakter biomassa, nira, dan Brix antara tanaman utama dan ratun sorgum	42
6	Korelasi antarkarakter kuantitatif pada tanaman ratun sorgum	44
7	Pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap volume nira	45
8	Pengaruh langsung dan tidak langsung beberapa karakter agronomi terhadap bobot biomassa basah	46
9	Galur terpilih melalui MGIDI dengan intensitas seleksi 15%	49
10	Kekuatan dan kelemahan galur terpilih pada masing-masing faktor analisis (FA)	51
11	Korelasi antar karakter kuantitatif pada tanaman ratun sorgum	67
12	<i>Heatmap</i> analisis klaster (a), dan biplot analisis komponen utama (b)	69



DAFTAR LAMPIRAN

1	Denah percobaan 1	88
2	Denah percobaan 2	89
3	Keragaan galur terseleksi dan varietas pembanding	90
4	Deskripsi sorgum varietas Bioguma 1	92
5	Deskripsi sorgum varietas Numbu	93
6	Deskripsi sorgum varietas Samurai 2	94
7	Deskripsi sorgum varietas Soper 6 Agritan	95
8	Deskripsi sorgum varietas Soraya 3 IPB	96

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.