

ANALISIS GENETIK SIFAT *WAXY* SERTA KANDUNGAN Fe DAN Zn BIJI SORGUM DEMAK 4 X SOPER 6 AGRITAN

MUFIDAH



PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025

- 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

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 Genetik Sifat *Waxy* serta Kandungan Fe dan Zn Biji Sorgum Demak 4 x Soper 6 Agritan” 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, Oktober 2025

Mufidah
A2503231004



RINGKASAN

MUFIDAH. Analisis Genetik Sifat *Waxy* serta Kandungan Fe dan Zn Biji Sorgum Demak 4 x Soper 6 Agritan. Dibimbing oleh DESTA WIRNAS, TRIKOESOEMANINGTYAS, dan REFLINUR.

Sorgum merupakan salah satu sumber karbohidrat yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Pengembangan sorgum sebagai pangan fungsional saat ini tidak hanya berfokus pada produktivitasnya saja, namun juga pada kualitas bijinya, yakni kualitas tanak dan kandungan mikronutrisi. Masyarakat umumnya lebih menyukai beras yang bertekstur pulen sedangkan sorgum umumnya bertekstur pera karena kandungan amilosa yang cukup tinggi ($> 25\%$). Hal ini menyebabkan perakitan sorgum dengan kandungan amilosa rendah atau memiliki sifat *waxy* menjadi prioritas dalam program pemuliaan sebagai upaya pemenuhan preferensi konsumen. Selain itu, perbaikan kandungan mikronutrisi pada tanaman pangan dapat dilakukan melalui biofortifikasi. Biofortifikasi menjadi solusi yang hemat biaya dan berkelanjutan dalam mengatasi defisiensi mikronutrisi. Sampai saat ini, upaya perakitan varietas sorgum untuk biofortifikasi Fe dan Zn maupun perbaikan kualitas tanak belum banyak dilakukan di Indonesia.

Perbaikan kualitas tanak maupun mikronutrisi dapat dilakukan melalui persilangan. Informasi terkait keragaman genotipe pada populasi bersegregasi hasil persilangan bermanfaat untuk menentukan strategi pemuliaan pada generasi selanjutnya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keragaman karakter agronomi, hasil, sifat *waxy*, serta kandungan Fe dan Zn pada populasi F3 *Single Seed Descent* (SSD) persilangan Demak 4 x Soper 6 Agritan. Demak 4 merupakan varietas lokal sorgum yang memiliki sifat *waxy*, sedangkan Soper 6 Agritan merupakan varietas nasional sorgum yang berdaya hasil tinggi. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi genotipe-genotipe sorgum pada populasi F3 yang berpotensi hasil tinggi, memiliki sifat *waxy*, dan mengandung Fe dan Zn yang tinggi.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa genotipe berpengaruh nyata terhadap semua karakter yang diamati serta terdapat keragaman karakter agronomi, hasil, serta kandungan Fe dan Zn pada populasi F3 SSD Demak 4 x Soper 6 Agritan. Setiap karakter yang diamati memiliki nilai heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) yang tinggi, yaitu berkisar antara 63,49%-95,93%. Karakter diameter batang, jumlah daun, kehijauan daun, luas daun bendera, diameter malai, dan kandungan Fe dikendalikan oleh aksi gen aditif. Sementara itu, karakter tinggi tanaman, panjang malai, bobot malai, bobot biji per malai, dan kandungan Zn dikendalikan oleh aksi gen non-aditif. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan seleksi genotipe untuk tujuan peningkatan hasil pada populasi SSD ini akan lebih efektif dilakukan pada generasi lanjut sehingga keragaman populasi SSD perlu dipertahankan hingga generasi F5 atau F6.

Berdasarkan hasil identifikasi sifat *waxy* pada 483 genotipe sorgum yang diuji, sebanyak 479 genotipe atau 99,17% positif memiliki sifat *waxy* dan 100% dari genotipe tersebut terkonfirmasi memiliki alel wx^a melalui analisis marka molekuler. Analisis korelasi menunjukkan bahwa kandungan Fe dan Zn memiliki korelasi positif ($r=0,68$, $p<0,001$) sehingga memberikan peluang untuk dapat melakukan seleksi terhadap kedua mikronutrisi tersebut secara simultan. Hal ini akan membuat proses biofortifikasi sorgum menjadi lebih efisien. Berdasarkan hasil identifikasi genotipe unggul multikarakter menggunakan MGIDI diperoleh

@Hak Cipta dan Hak Penemuan IPB University

IPB University



sebanyak 10 genotipe terpilih yakni G1, G2, G6, G18, G20, G63, G82, G122, G176 dan G181. Genotipe G1, G2, G122, dan G181 memiliki keunggulan dalam karakter hasil dibandingkan dengan genotipe sorgum lainnya sehingga sesuai untuk tujuan peningkatan hasil, kandungan Fe dan Zn, serta perbaikan kualitas tanak karena positif memiliki sifat *waxy*.

Kata kunci: biofortifikasi, marka molekuler, multikarakter, simultan, single seed descent

- 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.



SUMMARY

MUFIDAH. Genetic Analysis of the Waxy Trait, Fe and Zn Content in Grain Sorghum Derived from Demak 4 x Soper 6 Agritan Crosses. Supervised by DESTA WIRNAS, TRIKOESOEMANINGTYAS, and REFLINUR.

Sorghum is a potential carbohydrate source for development in Indonesia. Nowadays, the development of sorghum as a functional food has extended beyond just increasing its productivity, but also focusing on improving its grain quality, particularly cooking quality and micronutrient content. In general, Indonesian consumers prefer rice with low amylose content, which results in a softer and slightly sticky texture ("pulen") of cooking quality, whereas sorghum typically has a firmer, less cohesive texture due to its relatively high amylose content (>25%). Thus, the development of sorghum with low amylose content or waxy-type becomes a priority in sorghum breeding programs to meet consumers' preferences. Additionally, improving the micronutrient content in food crops can be achieved through biofortification. Biofortification offers a cost-effective and sustainable solution to resolve micronutrient deficiencies. In Indonesia, sorghum breeding for Fe and Zn biofortification, as well as for cooking quality improvement, has not yet been widely conducted.

Improvements in cooking quality and micronutrient content can be pursued through hybridization crosses. Information on genetic variability within segregating populations derived from crosses is valuable for developing appropriate breeding strategies in subsequent generations. This study aimed to assess the diversity of agronomic, yield, waxy, and Fe and Zn content-related traits in an F3 Single Seed Descent (SSD) population derived from a cross between Demak 4 and Soper 6 Agritan. Demak 4 is a local sorghum variety with waxy characteristics, while Soper 6 Agritan is a national variety sorghum known for its high yield. Besides, this study aimed to identify promising sorghum genotypes within an F3 population that possess high yield potential, waxy traits, and elevated levels of Fe and Zn.

Analysis of variance revealed that genotype had a significant effect on all observed traits, and genetic variation was observed in agronomic traits, yield, and Fe and Zn content in the F3 SSD population of Demak 4 × Soper 6 Agritan. All observed traits showed high broad-sense heritability (H^2bs), ranging from 63.49% to 95.93%. The following traits, such as stem diameter, number of leaves, leaf greenness, flag leaf area, panicle diameter, and Fe content, were controlled by additive gene action. Meanwhile, the plant height, panicle length, panicle weight, grain weight per panicle, and Zn content were controlled by non-additive gene action. These results suggest that selection activity for yield improvement in this SSD sorghum population will be more effective to conduct in later generations, thus maintaining population variability up to the F5 or F6 generation is recommended.

The waxy trait identification revealed that 479 out of 483 genotypes or 99.17% of the tested genotypes, exhibited the waxy phenotype, and 100% of those were confirmed to carry the wx^a allele based-on molecular marker analysis. Correlation analysis showed that Fe and Zn contents were positively correlated ($r = 0.68$, $p < 0.001$), indicating the potential for simultaneous selection of both micronutrients. This correlation supports more efficient biofortification efforts in sorghum. Multi-trait superior genotype identification using the MGIDI index resulted in the selection of 10 promising genotypes: G1, G2, G6, G18, G20, G63,

@Hak Cipta: Institut Pertanian Bogor



G82, G122, G176, and G181. Of these, genotypes G1, G2, G122, and G181 demonstrated superior yield traits with waxy properties, making them ideal candidates for yield improvement, Fe and Zn biofortification, and cooking quality enhancement.

Keywords: biofortification, molecular marker, multi-trait, simultaneous, single seed descent

- 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 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 2025
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.

ANALISIS GENETIK SIFAT *WAXY* SERTA KANDUNGAN Fe DAN Zn BIJI SORGUM DEMAK 4 X SOPER 6 AGRITAN

MUFIDAH

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
2025**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Prof. Dr. Ir. Sobir, M.Si.
2. Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si.

Judul Tesis : Analisis Genetik Sifat *Waxy* serta Kandungan Fe dan Zn Biji
Sorgum Demak 4 x Soper 6 Agritan
Nama : Mufidah
NIM : A2503231004

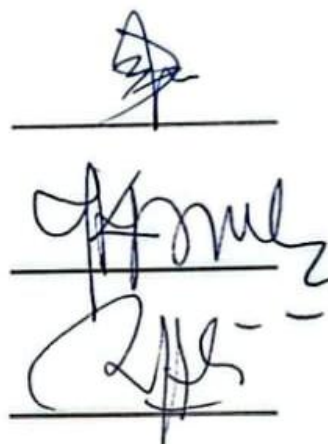
@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Desta Wirnas, S.P., M.Si.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Trikoesoemaningtyas, M.Sc.

Pembimbing 3:
Reflinur, S.P., M.Si., Ph.D.



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: 25 Agustus 2025

Tanggal Lulus:

29 OCT 2025



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Mei 2024 sampai bulan Desember 2024 ini ialah analisis genetik kualitas biji sorgum, dengan judul "Analisis Genetik Sifat *Waxy* serta Kandungan Fe dan Zn Biji Sorgum Demak 4 x Soper 6 Agritan".

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Desta Wimas S.P., M.Si., Prof. Dr. Ir. Trikoesoemaningtyas, M.Sc., dan Reflinur S.P., M.Si., Ph.D. yang telah membimbing dan memberi banyak saran dalam penulisan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Sobir, M.Si. selaku dosen penguji luar komisi dan Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si. selaku Ketua Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman yang telah memberikan banyak saran dan masukan dalam penulisan karya ilmiah ini
2. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah mendanai pendidikan, penelitian, dan kebutuhan hidup penulis selama menempuh pendidikan Magister di Institut Pertanian Bogor
3. Staf dan teknisi Kebun Percobaan Instalasi Pengujian dan Penerapan Standar Instrumen Pertanian Muara serta Badan Perakitan dan Modernisasi Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik yang telah membantu kegiatan penelitian
4. Ketua Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman beserta jajarannya atas bantuan serta arahnya selama masa studi penulis di Institut Pertanian Bogor
5. Keluarga tercinta, ayahanda Muhammad Nuruddin, ibunda Septianingsih, kakakku Fadiah Diniyah serta adik-adikku Muhammad Hasan dan Muhammad Husein yang senantiasa memberikan doa dan dukungan terbaiknya
6. Teman-teman seperjuangan di PBT yakni Aulia, Imam, Levi, Marisa, Zendi Rere, Riris, Zuhro, Yuyun, Teh Fauz, dan lainnya yang telah membantu penelitian ini serta memberikan dukungannya
7. Sahabat seperjuanganku, Kak Berti yang telah bersedia menjadi teman berbagi cerita, berbagi suka dan duka selama ini
8. Tim penelitian sorgum IPB serta Mbak Imar yang telah banyak membantu penelitian maupun proses penyelesaian studi
9. Teman-teman organisasi Himmpas, Kelurahan LPDP IPB 11.0 khususnya divisi Sosmas, serta FW Kabinet Dedikasi atas doa dan dukungannya

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

Bogor, Oktober 2025

Mufidah

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Hipotesis	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Manfaat	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench)	5
2.2 Pati, Amilosa dan Amilopektin	6
2.3 Sifat <i>Waxy</i> pada Sorgum	7
2.4 Zat Besi (Fe) dan Seng (Zn) pada Sorgum	9
III KERAGAMAN GENETIK KARAKTER AGRONOMI DAN IDENTIFIKASI GENOTIPE-GENOTIPE UNGGUL	10
3.1 Abstrak	10
3.2 Pendahuluan	11
3.3 Bahan dan Metode	12
3.4 Hasil dan Pembahasan	15
3.5 Simpulan	26
IV IDENTIFIKASI SIFAT <i>WAXY</i> MELALUI PEWARNAAN IODIN DAN MARKA DNA SPESIFIK	27
4.1 Abstrak	27
4.2 Pendahuluan	28
4.3 Bahan dan Metode	29
4.4 Hasil dan Pembahasan	30
4.5 Simpulan	35
V KERAGAMAN GENETIK KANDUNGAN Fe DAN Zn BIJI SORGUM SERTA KORELASI DENGAN KARAKTER AGRONOMI	36
5.1 Abstrak	36
5.2 Pendahuluan	37
5.3 Bahan dan Metode	38
5.4 Hasil dan Pembahasan	38
5.5 Simpulan	43
VI PEMBAHASAN UMUM	45
VII SIMPULAN DAN SARAN	47
7.1 Simpulan	47
7.2 Saran	47



DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	58
RIWAYAT HIDUP	66

@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 TABEL

3.1 Data iklim lingkungan percobaan	132
3.2 Variabel pengamatan karakter kuantitatif	123
3.3 Rekapitulasi analisis ragam karakter agronomi populasi F3 dan varietas pembanding	16
3.4 Hasil uji lanjut BNJ varietas pembanding	17
3.5 Nilai tengah, standar deviasi, koefisien keragaman, dan kisaran nilai populasi F3 serta tetua	17
3.6 Pendugaan parameter genetik karakter agronomi	18
3.7 Nilai skewness dan kurtosis karakter agronomi populasi F3	19
3.8 Pengaruh langsung dan pengaruh tidak langsung karakter agronomi dengan hasil	22
3.9 Data karakter agronomi dan hasil genotipe hasil seleksi karakter tunggal	24
3.10 Diferensial seleksi menggunakan metode seleksi karakter tunggal dan multikarakter MGIDI	26
4.1 Susunan basa nitrogen <i>primer</i> alel <i>waxy</i> dan ukuran produk PCR	30
4.2 Kesejajaran hasil identifikasi sifat <i>waxy</i> dengan hasil MGIDI	33
5.1 Nilai tengah dan standar deviasi kandungan mikronutrisi Fe dan Zn pada tetua Demak 4, Soper 6, serta populasi F3	39
5.2 Pendugaan parameter genetik Fe dan Zn biji sorgum	39
5.3 Nilai skewness dan kurtosis kandungan Fe dan Zn populasi F3	41
5.4 Diferensial seleksi menggunakan MGIDI	43

DAFTAR GAMBAR

1. 1 Diagram alir penelitian	3
2. 1 Arsitektur molekul granula pati	7
2. 2 Peta lokus <i>waxy</i> sorgum pada kromosom SBI-10	8
2. 3 Situs mutasi pada gen <i>granule bound starch synthase I</i>	9
3. 1 Distribusi data kuantitatif pada populasi F3 Demak 4 x Soper 6 Agritan	20
3. 2 Korelasi antar karakter agronomi	21
3. 3 Pengaruh langsung terhadap karakter bobot biji per malai	23
3. 4 Hasil seleksi multikarakter dengan menggunakan MGIDI	25
4. 1 Identifikasi sifat <i>waxy</i> melalui pewarnaan biji sorgum menggunakan iodine	31
4. 2 Identifikasi sifat <i>waxy</i> melalui penggunaan marka DNA spesifik	32
5. 1 Korelasi antara Fe dan Zn dengan karakter agronomi	40
5. 2 Distribusi data kandungan Fe dan Zn pada populasi F3 SSD	41
5. 3 Hasil identifikasi menggunakan MGIDI	42

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 LAMPIRAN

1 Deskripsi Sorgum Varietas Soper 6 Agritan	59
2 Deskripsi Sorgum Varietas Soper 7 Agritan	60
3 Deskripsi Sorgum Varietas Bioguma 1 Agritan	61
4 Deskripsi Sorgum Varietas Kawali	62
5 Konsentrasi DNA Hasil Isolasi	63

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.