



KARAKTERISASI GEN PENYANDI BIOSINTESIS LIGNIN, *SiCOMT*, PADA SEMBILAN GENOTIPE HOTONG (*Setaria italica* L. Beauv.) INDONESIA

RAMADANIARTO RIZQULLAH



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



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Karakterisasi Gen Penyandi Biosintesis Lignin, *SiCOMT*, pada Sembilan Genotipe Hotong (*Setaria italica* L. Beauv.) Indonesia” 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, Mei 2026

Ramadaniarto Rizqullah
A2503232070

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.

RINGKASAN

RAMADANIARTO RIZQULLAH. Karakterisasi Gen Penyandi Biosintesis Lignin, *SiCOMT*, pada Sembilan Genotipe Hotong (*Setaria italica* L. Beauv.) Indonesia. Dibimbing oleh SINTHO WAHYUNING ARDIE dan WILLY BAYUARDI SUWARNO.

Hotong merupakan tanaman serelia yang cukup toleran di lahan kekeringan ataupun salin. Biji tanaman hotong berpotensi digunakan sebagai sumber pangan. Selain itu, brangkasan tanaman panen dapat digunakan sebagai campuran pakan ternak. Pemanfaatan brangkasan sebagai campuran pakan ternak dapat mengoptimalkan penggunaan hotong dan mengurangi kebutuhan lahan. Namun, brangkasan tanaman panen memiliki kandungan lignin tinggi, sehingga dapat mengurangi pencernaan pakan. Oleh karena itu, modifikasi kandungan lignin pada brangkasan hotong menjadi salah satu tujuan penting.

Enzim COMT (*Caffeic acid O-methyltransferase*, EC 2.1.1.68) merupakan salah satu enzim kunci dalam biosintesis lignin. Enzim ini berperan dalam sintesis prekursor monomer lignin yang diduga dapat memperbaiki sifat pencernaan brangkasan. Tanaman hotong memiliki dua gen yang menyandikan protein COMT, yaitu gen *SiCOMT1* dan *SiCOMT2*. Oleh karena itu, penelitian ini membahas mengenai isolasi dan karakterisasi gen *SiCOMT1* dan *SiCOMT2* dari sembilan genotipe hotong Indonesia.

Penelitian ini dibagi menjadi dua percobaan. Percobaan pertama bertujuan mengisolasi dan mengkarakterisasi gen *SiCOMT1*, sedangkan percobaan kedua bertujuan mengisolasi dan mengkarakterisasi gen *SiCOMT2* dari sembilan genotipe hotong Indonesia. Kedua percobaan dilaksanakan pada bulan Februari sampai November 2024. Gen *SiCOMT1* dan *SiCOMT2* diisolasi dari lima genotipe hotong pada penelitian ini, yaitu ICERI-5, Botok 4, Botok 10, Hambapraing, dan Toraja. Sekuens gen *SiCOMT1* dan *SiCOMT2* dari genotipe ICERI-6, Mauliru-2, NTB-1, dan Buru diperoleh dari penelitian sebelumnya dan disertakan dalam analisis karakterisasi gen pada penelitian ini.

Hasil penelitian ini mengonfirmasi keberadaan gen *SiCOMT1* dan *SiCOMT2* pada sembilan genotipe hotong Indonesia. Hasil analisis penyejajaran sekuens (BLAST) menunjukkan bahwa gen *SiCOMT1* memiliki similaritas dengan gen *SvNaNMT*, sedangkan gen *SiCOMT2* memiliki similaritas dengan gen *SvCOMT* dari *Setaria viridis*. Gen *SiCOMT1* memiliki 22 *single nucleotide polymorphism* (SNP) pada area non-CDS dan enam SNP pada ekson, dengan 26 SNP bersifat *synonymous* dan dua SNP bersifat *non-synonymous*. Gen *SiCOMT2* memiliki 13 SNP di area non-CDS dan lima SNP di area ekson, dengan 15 SNP bersifat *synonymous* dan tiga SNP bersifat *non-synonymous*. Motif metiltransferase *SiCOMT1* berbeda dengan motif pada *SiCOMT2*.

Kata kunci: filogenetik, motif terkonservasi, SNP, struktur protein

SUMMARY

RAMADANIARTO RIZQULLAH. Characterization of Lignin Biosynthesis Encoding Genes, *SiCOMT*, from Nine Indonesian Foxtail Millet (*Setaria italica* L. Beauv.) Genotypes. Supervised by SINTHO WAHYUNING ARDIE and WILLY BAYUWARDI SUWARNO.

Foxtail millet is a cereal crop with comparable tolerance to drought and salinity. Foxtail millet has potential utility as a food source. Additionally, the harvested crop residue (the stover) can be used as animal feed. Utilizing the residue as a feed mixture can optimize the use of foxtail millet and reduce land demand. However, the harvested crop residue has a high lignin content, which can reduce feed digestibility. Therefore, modifying the lignin content is a crucial objective.

The COMT (*Caffeic acid O-methyltransferase*, EC 2.1.1.68) is one of the key enzymes involved in lignin biosynthesis. This enzyme plays a role in synthesizing the lignin monomer precursor, which is suspected to improve the digestibility properties of the residue. Foxtail millet has two active genes that express the COMT enzyme, *SiCOMT1* and *SiCOMT2*. Therefore, this study discusses the isolation and characterization of the *SiCOMT1* and *SiCOMT2* genes from Indonesian foxtail millet genotypes.

This research consisted of two experiments. The first experiment aimed to isolate and characterize the *SiCOMT1* gene, while the second experiment aimed to isolate and characterize the *SiCOMT2* gene from nine Indonesian foxtail millet genotypes. Both experiments were conducted from February to November 2024. The *SiCOMT1* and *SiCOMT2* genes were isolated from five foxtail millet genotypes in this study, namely ICERI-5, Botok 4, Botok 10, Hambapraing, and Toraja. Sequence data for *SiCOMT1* and *SiCOMT2* genes from ICERI-6, Mauliru-2, NTB-1, and Buru genotypes were obtained from a previous study and were involved in the genes' characterization in this study.

The results of this study confirmed that the *SiCOMT1* and *SiCOMT2* genes were present in the nine Indonesian foxtail millet genotypes. The results of sequence alignment analysis (BLAST) showed that the *SiCOMT1* gene is similar to the *SvNaNMT* gene, whereas the *SiCOMT2* gene is similar to the *SvCOMT* gene from *Setaria viridis*. Twenty-two single-nucleotide polymorphisms (SNPs) were found in the non-coding region and six SNPs in the exon of the *SiCOMT1* gene, with 26 synonymous SNPs and two non-synonymous SNPs. Moreover, 13 SNPs were found in the non-coding region and five SNPs in the exon of the *SiCOMT2* gene, with 15 synonymous SNPs and three non-synonymous SNPs. The methyltransferase motif of *SiCOMT1* differs from that of *SiCOMT2*.

Keywords: conserved motives, phylogenetic, protein structure, SNP



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.

**KARAKTERISASI GEN PENYANDI BIOSINTESIS LIGNIN,
SiCOMT, PADA SEMBILAN GENOTIPE HOTONG
(*Setaria italica* L. Beauv.) INDONESIA**

RAMADANIARTO RIZQULLAH

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

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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

- 1 Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si.
- 2 Prof. Dr. Desta Wirnas, S.P., M.Si.



Judul Tesis : Karakterisasi Gen Penyandi Biosintesis Lignin, *SiCOMT*, pada Sembilan Genotipe Hotong (*Setaria italica* L. Beauv.) Indonesia
Nama : Ramadaniarto Rizqullah
NIM : A2503232070

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Sintho Wahyuning Ardie, SP., M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Willy Bayuardi Suwarno, 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:
23 Februari 2026

Tanggal Lulus: 20 MAY 2026

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya dan shalawat serta salam tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2024 sampai bulan November 2024, dengan judul “Karakterisasi Gen Penyandi Biosintesis Lignin, *SiCOMT*, pada Sembilan Genotipe Hotong (*Setaria italica* L. Beauv.) Indonesia”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan serta arahan selama penyusunan tesis ini. Pihak tersebut diantaranya:

1. Dr. Sintho Wahyuning Ardie, SP., M.Si. dan Dr. Willy Bayuardi Suwarno, S.P., M.Si. selaku pembimbing dalam penyusunan tesis ini,
2. Prof. Dr. Dewi Sukma S.P., M.Si. selaku dosen penguji luar komisi pembimbing yang menguji penulis sehingga dapat menyempurnakan pembahasan tesis
3. Prof. Dr. Ir. Dadang M.Sc. selaku dosen moderator seminar yang mengarahkan diskusi seminar
4. Ibu Siti Rukayah dan Bapak Hartono selaku orang tua yang telah mendidik dan memberikan arahan hingga dapat menyelesaikan studi saat ini.
5. Bapak Yudiansyah selaku pendamping selama penelitian di laboratorium PMB2.
6. Bapak Agung Utomo yang bersedia meminjamkan perangkat laptop kepada penulis selama penyelesaian karya tesis ini.
7. Reza Pahlevi, Suwasdi, dan Marisa yang selalu mendampingi penulis selama penyelesaian penelitian.
8. Fadhil, Mardhiyyah, Muti'ah, Alifah, Arum, Kak Via, Riya, Bella, dan Nirwanti yang bersedia mendampingi penelitian penulis.
9. Teman-teman PBT genap 2024 yang mendampingi penulis dalam diskusi penyelesaian pembahasan penelitian dan tesis.
10. Teman-teman ASHIMA yang bersedia membantu penulis selama penelitian di laboratorium PMB2.

Karya ilmiah ini belum sepenuhnya sempurna, tetapi penulis berharap karya ilmiah ini dapat digunakan bagi pihak yang membutuhkan untuk perkembangan ilmu pengetahuan, terutama dalam ilmu pangan dan genetika.

Bogor, Mei 2026

Ramadaniarto Rizqullah



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
PENDAHULUAN UMUM	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Hipotesis Penelitian	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Hotong (<i>Setaria italica</i>)	4
2.2 Lignin	4
2.3 Protein COMT	6
III ANALISIS SEKUENS GEN <i>SICOMT1</i> DARI SEMBILAN GENOTIPE TANAMAN HOTONG	7
3.1 Abstrak	7
3.2 Pendahuluan	7
3.3 Metode Penelitian	8
3.4 Hasil dan Pembahasan	9
3.5 Simpulan	16
IV ANALISIS SEKUENS GEN <i>SICOMT2</i> DARI SEMBILAN GENOTIPE TANAMAN HOTONG	17
4.1 Abstrak	17
4.2 Pendahuluan	17
4.3 Metode Penelitian	18
4.4 Hasil dan Pembahasan	19
4.5 Simpulan	25
V PEMBAHASAN UMUM	26
5.1 Filogenetik gen <i>SiCOMT1</i> dan <i>SiCOMT2</i>	26
5.2 SNP gen <i>SiCOMT1</i> dan <i>SiCOMT2</i>	27
5.3 Protein <i>SiCOMT1</i> dan <i>SiCOMT2</i>	27
5.4 Potensi pakan ternak	29
VI SIMPULAN DAN SARAN	30
5.5 Simpulan	30
5.6 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	37
RIWAYAT HIDUP	40

DAFTAR TABEL

1. Daftar primer yang digunakan dalam amplifikasi gen <i>SiCOMT1</i>	8
2. Daftar sekuens CDS dalam pohon filogenetik <i>SiCOMT1</i>	10
3. Frekuensi alel minor gen <i>SiCOMT1</i> yang muncul pada genotipe hotong lainnya.	13
4. Nilai $\Delta\Delta G$ untuk prediksi stabilitas struktur protein	15
5. Daftar primer yang digunakan dalam amplifikasi gen <i>SiCOMT2</i>	18
6. Frekuensi alel minor gen <i>SiCOMT1</i> yang muncul pada genotipe hotong lainnya.	22
7. Nilai $\Delta\Delta G$ untuk prediksi stabilitas struktur protein <i>SiCOMT2</i>	24
8. Sifat biokimia hotong yang diukur dari genotipe hotong Indonesia	29

DAFTAR GAMBAR

1. Alur penelitian	3
2. Jalur biosintesis lignin tanaman Poaceae	5
3. Area gen <i>SiCOMT1</i> yang diamplifikasi oleh empat pasang primer	9
4. Hasil visualisasi gel elektroforesis dari empat pasang primer spesifik gen <i>SiCOMT1</i> .	10
5. Pohon filogenetik CDS <i>SiCOMT1</i> sepuluh genotipe hotong dikomparasikan dengan CDS dari berbagai spesies.	11
6. Visualisasi polimorfisme gen <i>SiCOMT1</i> sembilan genotipe hotong Indonesia yang disejajarkan dengan genotipe Yugu1	12
7. Hasil prediksi <i>alternative splicing</i>	13
8. Motif terkonservasi domain metiltransferase sekuens asam amino <i>SiCOMT1</i>	14
9. Prediksi struktur tiga dimensi protein <i>SiCOMT1</i>	15
10. Hasil visualisasi gel elektroforesis dari empat pasang primer spesifik gen <i>SiCOMT2</i>	19
11. Pohon filogenetik dari hasil pensejajaran sekuens <i>SiCOMT2</i> , dan gen homolog dari spesies tanaman lain	20
12. Penyejajaran gen <i>SiCOMT2</i> dari sembilan genotipe hotong Indonesia dengan gen <i>SiCOMT2</i> dari genotipe Yugu1	21
13. Motif terkonservasi domain metiltransferase sekuens asam amino <i>SiCOMT2</i> .	23
14. Prediksi struktur tiga dimensi protein <i>SiCOMT2</i>	24
15. Pohon filogenetik CDS <i>SiCOMT1</i> , <i>SiCOMT2</i> , dan CDS dari gen homolog keduanya	26
16. Visualisasi superimposisi protein <i>SiCOMT1</i>	28



DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 daftar sekuens gen untuk membangun pohon filogenetik gen <i>SiCOMT1</i>	38
2. Lampiran 2 daftar sekuens untuk membangun pohon filogenetik gen <i>SiCOMT2</i>	39