



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**ANOTASI GENOM MELALUI ANALISIS TRANSKRIPTOMIK DAN
IDENTIFIKASI GEN AKTIN, UBIQUITIN, DAN GAPDH PADA
Canavalia ensiformis UNTUK
MENDUKUNG KETAHANAN PANGAN**

SESIL SALVA AYUNDA 320210301023

**Skripsi yang Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER
PROGRAM STUDI BIOLOGI**

BOGOR 2025

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Sesil Salva Ayunda
NIM : 320210301023
Program Studi : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Anotasi Genom melalui Analisis Transkriptomik dan Identifikasi Gen Aktin, Ubiquitin, dan GAPDH pada *Canavalia ensiformis* untuk mendukung Ketahanan Pangan

Dosen Pembimbing I,



Dr. Rizky Dwi Satrio, S.Si., M.Si.
Penda Tk. I III/b NIP.199212062022031001
Tanggal : 08 / 08 / 2025

Dosen Pembimbing II,



Dr. Isna Arofatur Nikmah, S.Si., M.Si.
Penda Tk. I III/b NIP.199206112022032001
Tanggal : 08 / 08 / 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi,



Sukanto S.Si., M.Sc.
Letkol Arh NRP. 11970023040672
Tanggal : 08 / 08 / 2025

Dekan Fakultas MIPA Militer,



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si.
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal : 12/8-2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Sasil Salva Ayunda
NIM : 320210301023
Program Studi : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Anotasi Genom melalui Analisis Transkriptomik dan Identifikasi Gen Aktin, Ubiquitin, dan GAPDH pada *Canavalia ensiformis* untuk mendukung Ketahanan Pangan

No	Nama/Pangkat/Korps/Gol/NIP	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I : Dr. Rizky Dwi Satrio, S.Si., M.Si. Penda Tk. I III/b NIP. 199212062022031001		8 / 2025 / 8
2	Dosen Pembimbing II : Dr. Isna Arofatur Nikmah, S.Si., M.Si. Penda Tk. I III/b NIP. 199206112022032001		8 / 2025 / 8
3	Dosen Penguji I : Nadya Farah, S.Si., M.Si., Ph.D. PPPK NIP. 198111062023212020		11 / 2025 / 8
4	Dosen Penguji II : Dr. Miftahul Huda Fendiyanto, S.Si., M.Si. Penata III/c NIP. 199212022022031002		8 / 2025 / 8

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 27 Mei 2025



Sesil Salva Ayunda

320210301023

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sesil Salva Ayunda
NIM : 320210301023
Program Studi : Biologi
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Anotasi Genom melalui Analisis Transkriptomik dan Identifikasi Gen Aktin, Ubiquitin, dan GAPDH pada *Canavalia ensiformis* untuk Mendukung Ketahanan Pangan

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor
Pada tanggal : 27 Mei 2025
Yang menyatakan



Sesil Salva Ayunda
NIM. 320210301023

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul "Anotasi Genom melalui Analisis Transkriptomik dan Identifikasi Gen Aktin, Ubiquitin, dan GAPDH pada *Canavalia ensiformis* untuk Mendukung Ketahanan Pangan" dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Biologi Fakultas MIPA Militer Universitas Pertahanan RI. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si, selaku Dekan Fakultas MIPA Militer.
2. Kolonel Ckm. Nurhadiyanta, S.Si., M.Si, selaku Ketua Program Studi Sarjana Biologi periode 2020–2025.
3. Dr. Rizky Dwi Satrio, S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Pertama.
4. Dr. Isna Arofatur Nikmah, S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Kedua.
5. Dr. Nadya Farah, S.Si., M.Si, selaku Dosen Penguji Pertama.
6. Dr. Mifathul Huda Fendiyanto, S.Si., M.Si, selaku Dosen Penguji Kedua.
7. Kementrian Pertahanan RI (Kemhan RI) atas beasiswa pendidikan selama menjalani studi sarjana.
8. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) atas pendanaan penelitian melalui skema Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju (RIIM) Gelombang II, dengan judul "Kajian Genetik Dalam Upaya Pemuliaan Koro Benguk

judul “Kajian Genetik Dalam Upaya Pemuliaan Koro Benguk (*Mucuna pruriens*) sebagai Bahan Pangan Fungsional: Profil Genom, Sitogenetik, Struktur Genetik Populasi, dan Pewarisan Sifat Kualitatif dan Kuantitatif” atas nama Dr. Rizky Dwi Satrio, S.Si., M.Si.

9. Keluarga besar Prodi Biologi Fakultas MIPA Militer dan rekan-rekan Nara Dyaviksatra Cohort 2 yang selalu mendukung dan memberi semangat selama penelitian berlangsung.
10. Orang tua yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan materiil.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran dari para pembaca akan sangat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang biologi dan memberikan inspirasi dalam mendukung ketahanan pangan nasional.

Bogor, 27 Mei 2025



Sesil Salva Ayunda

ABSTRAK

ANOTASI GENOM MELALUI ANALISIS TRANSKRIPTOMIK DAN IDENTIFIKASI GEN AKTIN, UBIQUITIN, DAN GAPDH PADA *Canavalia ensiformis* UNTUK Mendukung KETAHANAN PANGAN

Canavalia ensiformis merupakan salah satu tanaman sumber protein nabati potensial yang belum banyak dikembangkan di Indonesia. Upaya pengembangan varietas *C. ensiformis* sebagai komoditas unggul masih belum optimal karena minimnya informasi genomik yang tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk menganotasi genom *C. ensiformis* melalui analisis transkriptomik berbasis sekuensing RNA dan mengidentifikasi kandidat gen aktin, ubiquitin, dan GAPDH yang umum digunakan untuk analisis ekspresi gen menggunakan *real-time* PCR. Sekuensing RNA dari sampel daun dilakukan menggunakan platform Illumina. Perakitan transkriptom dilakukan menggunakan beberapa pendekatan, dan hasil terbaik diperoleh dari metode TransABySS, dengan tingkat kelengkapan BUSCO sebesar 61,7%. Hasil translasi *in silico* menghasilkan 26.861 sekuens protein dan berhasil dianotasi berdasarkan *database* Pfam dan BLASTP. Evaluasi kelengkapan protein menunjukkan 57% protein lengkap berdasarkan hasil BUSCO. Selanjutnya, identifikasi gen aktin, ubiquitin, dan GAPDH berdasarkan homologi sekuens protein menggunakan HMMER menemukan masing-masing 28, 49, dan 12 kandidat protein untuk ketiga famili gen tersebut. Validasi keberadaan domain protein target menggunakan SMART menunjukkan bahwa seluruh kandidat memiliki domain konservatif yang utuh dan seragam. Dari hasil analisis filogenik, ditemukan beberapa protein *C. ensiformis* yang berhomolog dengan spesies model (*Arabidopsis thaliana*), yakni kelompok ACT4/ACT12/ACT1/ACT3/ACT11/ACT7, kelompok UBQ2, dan kelompok UBQ7. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi analisis ekspresi gen lebih lanjut dan mendukung studi genomika fungsional serta pengembangan varietas *C. ensiformis* sebagai sumber pangan alternatif di Indonesia.

Kata kunci : *Canavalia ensiformis*, gen kontrol internal, RNA-seq, studi transkriptomik, anotasi genom

ABSTRACT

GENOME ANNOTATION THROUGH TRANSCRIPTOMICS AND IDENTIFICATION OF ACTIN, UBIQUITIN, AND GAPDH IN *Canavalia ensiformis* TO SUPPORT FOOD SECURITY

Canavalia ensiformis is a promising source of plant-based protein that remains underdeveloped in Indonesia. The development of *C. ensiformis* as a superior crop is still suboptimal due to the limited availability of genomic information. This study aimed to annotate the genome of *C. ensiformis* through transcriptomic analysis based on RNA sequencing and to identify candidate genes from the actin, ubiquitin, and GAPDH families, which are commonly used for gene expression analysis using real-time PCR. RNA sequencing of leaf samples was performed using the Illumina platform. Transcriptome assembly was conducted using several approaches, with the best results obtained from the TransABySS method, yielding a BUSCO completeness score of 61,7%. The *in silico* translation produced 26.861 protein sequences and successfully annotated based on the Pfam and BLASTP databases. Evaluation of protein completeness showed that 57% of the proteins were complete according to BUSCO results. Furthermore, identifying actin, ubiquitin, and GAPDH genes based on protein sequence homology using HMMER revealed 28, 49, and 12 candidate proteins for the three gene families, respectively. Validation of conserved protein domains using SMART confirmed that all candidates possessed intact and conserved domains. Phylogenetic analysis revealed that several *C. ensiformis* proteins were homologous to those in the model species *Arabidopsis thaliana*, particularly in the ACT4/ACT12/ACT1/ACT3/ACT11/ACT7, UBQ2, and UBQ7 group. The results of this study are expected to provide a foundation for future gene expression analysis, support functional genomics studies, and contribute to the development of *C. ensiformis* as an alternative food source in Indonesia.

Kata kunci : *Canavalia ensiformis*, internal control gene, RNA-seq, transcriptomic studies, genome annotation

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	III
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	III
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	IV
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	V
KATA PENGANTAR	VI
ABSTRAK (Bahasa Indonesia).....	VIII
ABSTRACT (Bahasa Inggris)	IX
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	XIII
DAFTAR SINGKATAN	XIV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1 Rumusan Masalah.....	3
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.2 Hasil Penelitian terdahulu	11
2.3 Kerangka Berpikir	16
BAB III METODELOGI PENELITIAN	17
3.1 Metode dan Desain Penelitian	17
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.3 Alat dan Bahan	18
3.6 Prosedur Penelitian	19
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil	25

4.2 Pembahasan	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	70



DAFTAR GAMBAR

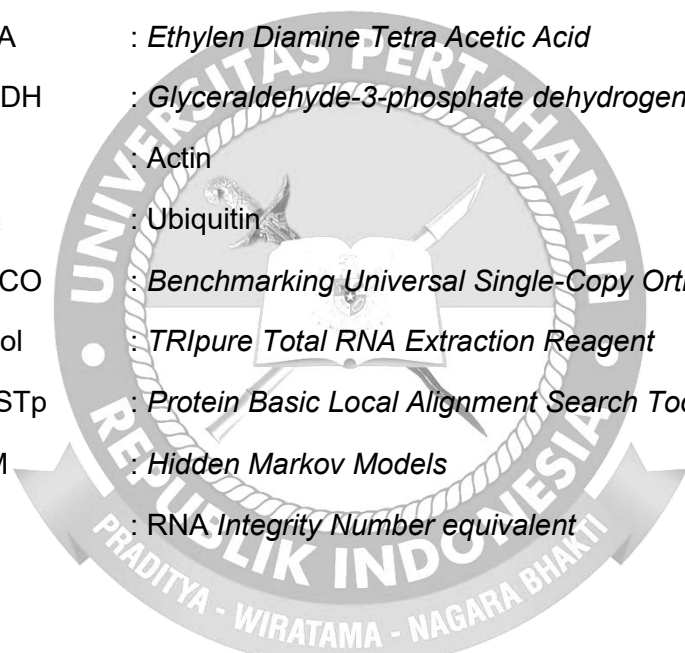
Gambar 2.1	Morfologi <i>Canavalia ensiformis</i>	7
Gambar 2.1	Ilustrasi Sekuensing Transkriptomik	8
Gambar 2.3	Kerangka Berpikir Penelitian	16
Gambar 3.1	<i>Workflow</i> Bioinformatika Analisis Data Sekuensing RNA .	22
Gambar 4.1	Elektroforegram RNA yang diisolasi dari daun <i>Canavalia ensiformis</i>	26
Gambar 4.2	Distribusi Ukuran Sisipan Fragmen dari Analisis RNA-seq	28
Gambar 4.3	Hasil Analisis Evaluasi Total Transkrip <i>Canavalia ensiformis</i> dengan beberapa perangkat lunak	30
Gambar 4.4	Hasil Analisis Evaluasi Sekuens Protein dengan BUSCO	31
Gambar 4.5	Visualisasi Domain Aktin pada 28 Protein Aktin dari <i>Canavalia ensiformis</i> SMART	32
Gambar 4.6	Visualisasi Domain Ubiquitin (UBQ) pada 49 Protein Ubiquitin dari <i>Canavalia ensiformis</i> SMART	33
Gambar 4.7	Visualisasi Domain GAPDH pada 12 Protein GAPDH dari <i>Canavalia ensiformis</i> SMART	34
Gambar 4.8.	Pohon Filogeni Protein Aktin pada <i>Arabidopsis thaliana</i> dan <i>Canavalia ensiformis</i>	35
Gambar 4.9.	Pohon Filogeni Protein Ubiquitin pada <i>Arabidopsis thaliana</i> dan <i>Canavalia ensiformis</i>	36
Gambar 4.10.	Pohon Filogeni Protein GAPDH pada <i>Arabidopsis thaliana</i> dan <i>Canavalia ensiformis</i>	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Studi Literatur Hasil Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian	18
Tabel 4.1	Kuantifikasi RNA yang Diisolasi dari Daun <i>Canavalia ensformis</i> Menggunakan Spektrofotometer Nanovolume.....	26
Tabel 4.2	Pengukuran Kualitas Sekuen dan Karakteristik Data Sebelum dan Setelah Dilakukan Filtrasi Menggunakan Perangkat Lunak Fastp.....	28



DAFTAR SINGKATAN



ORF	: <i>Open Reading Frame</i>
SRA	: <i>Sequence Read Archive</i>
UTR	: <i>Untranslated Region</i>
PCR	: <i>Polymerase Chain Reaction</i>
EDTA	: <i>Ethylen Diamine Tetra Acetic Acid</i>
GAPDH	: <i>Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase</i>
ACT	: <i>Actin</i>
UBQ	: <i>Ubiquitin</i>
BUSCO	: <i>Benchmarking Universal Single-Copy Orthologs</i>
TRIzol	: <i>TRIpure Total RNA Extraction Reagent</i>
BLASTp	: <i>Protein Basic Local Alignment Search Tool</i>
HMM	: <i>Hidden Markov Models</i>
RIN ^e	: <i>RNA Integrity Number equivalent</i>