



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

STUDI FISILOGI TANAMAN KAPULAGA (*Amomum cardamomum*) DENGAN PENAMBAHAN LARUTAN STIMULAN DAN EKSPRESI GEN *FNS* DALAM RANGKA PENINGKATAN KETAHANAN IMUNITAS PERSONIL TNI

DAFFA PUTRA RAMADHAN 320210301007

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 : Daffa Putra Ramadhan
NIM : 320210301007
Program Studi : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Studi Fisiologi Tanaman Kapulaga (*Amomum cardamomum*) dengan Penambahan Larutan Stimulan dan Ekspresi Gen *FNS* dalam Rangka Peningkatan Ketahanan Imunitas Personil TNI

Dosen Pembimbing I,



Dr. Miftahul Huda Fendiyanto, S.Si., M.Si.
Penata III/c NIP. 199212022022031002
Tanggal : 11 Agustus 2025

Dosen Pembimbing II,



Dr. Delvi Mareta, S.P., M.Si.
Pembina Tk. I IV/b
Tanggal : 11 Agustus 2025

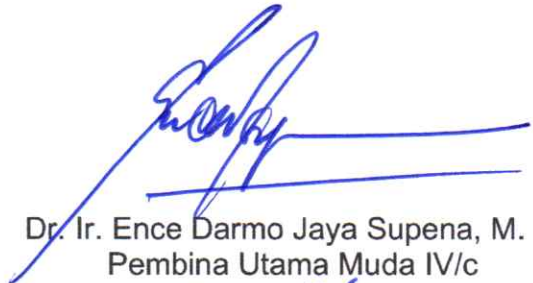
Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi,



Sukanto, S. Si., M.Sc.
Letkol Arh NIP. 11970023040672
Tanggal : 12 Agustus 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 : Daffa Putra Ramadhan
 NIM : 320210301007
 Program Studi : Biologi
 Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
 Judul Skripsi : Studi Fisiologi Tanaman Kapulaga (*Amomum cardamomum*) dengan Penambahan Larutan Stimulan dan Ekspresi Gen *FNS* dalam Rangka Peningkatan Ketahanan Imunitas Personil TNI

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I : Dr. Miftahul Huda Fendiyanto, S.Si., M. Si Penata III/c NIP. 199212022022031002		9/8 2025
2	Dosen Pembimbing II : Dr. Delvi Mareta, S.P., M.Si Pembina Tk. I IV/b		9/8 2025
3	Dosen Penguji I : Dr. Isna Arofatus Nikmah, S. Si., M.Si. Penata Muda Tk. I III/b NIP. 199206112022032001		9/8 2025
4	Dosen Penguji II : Dr. Rizky Dwi Satrio, S. Si, M. Si. Penata Muda Tk. I III/b NIP. 199212062022031001		9/8 2025

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, 24 Juli 2025



Daffa Putra Ramadhan

**LEMBARAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Daffa Putra Ramadhan

NIM : 320210301007

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:

Studi Fisiologi Tanaman Kapulaga (*Amomum cardamomum*) dengan Penambahan Larutan Stimulan dan Ekspresi Gen *FNS* dalam Rangka Peningkatan Ketahanan Imunitas Personil TNI

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

Bogor, 24 Juli 2025

Yang menyatakan



Daffa Putra Ramadhan

NIM : 320210301007

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul **“Studi Fisiologi Tanaman Kapulaga (*Amomum cardamomum*) dengan Penambahan Larutan Stimulan dan Ekspresi Gen *FNS* dalam Rangka Peningkatan Ketahanan Imunitas Personil TNI”** dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini Kadet Mahasiswa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M. Si., sebagai Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
2. Kolonel (CKM) Nurhadiyanta, S. Si., M. Si., sebagai Ketua Program Studi Biologi Periode 2021 - 2025, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
3. Letnan Kolonel (Arh) Sukanto, S. Si., M. Sc., sebagai Ketua Program Studi Biologi Periode 2025 – Saat ini, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
4. Dr. Miftahul Huda Fendiyanto, S. Si., M. Si., sebagai Dosen Pembimbing Skripsi Pertama saya.
5. Dr. Delvi Maretta, S. P., M. Si., sebagai Dosen Pembimbing Skripsi Kedua saya.

6. Dr. Isna Arofatur Nikmah, S. Si., M. Si., sebagai Dosen Penguji Skripsi Pertama saya.
7. Dr. Rizky Dwi Satrio, S. Si., M. Si., sebagai Dosen Penguji Skripsi Kedua saya.
8. Segenap dosen dan staf Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
9. Saudara rekan seperjuangan Biologi Cohort 2 yang dihormati dan dibanggakan.
10. Serta keluarga Wirr yang disertai saudara Cika, Sony, Angga dan Fikriyah turut membantu dan memberi dukungan dalam penyelesaian skripsi.
11. Pihak keluarga yang selalu berdoa dan mendukung dalam pelaksanaan skripsi ini.

Semoga Allah Swt membalas semua kebaikan – kebaikan yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian skripsi ini. Saya menyadari bahwasanya skripsi ini masih belum sempurna, menanggapi hal tersebut dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran disertai pemasukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Dengan demikian, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat pada pengembangan ilmu pertahanan dan dapat bermanfaat untuk ilmu kesehatan serta pertumbuhan dalam hal ketahanan pangan maupun obat.

Bogor, 24 Juli 2025



Daffa Putra Ramadhan

ABSTRAK

STUDI FISILOGI TANAMAN KAPULAGA (*Amomum cardamomum*) DENGAN PENAMBAHAN LARUTAN STIMULAN DAN ANALISIS GEN *FNS* DALAM RANGKA PENINGKATAN KETAHANAN IMUNITAS PERSONIL TNI

Tanaman kapulaga (*Amomum cardamomum*) berpotensi menjadi kandidat sumber imunitas bagi personil TNI karena kandungan senyawa bioaktifnya. Namun, perbanyakan kapulaga membutuhkan waktu lama sehingga diperlukan alternatif seperti pemberian larutan stimulan untuk mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan kualitas metabolit. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh larutan stimulan terhadap pertumbuhan serta hubungan karakter fisiologi dan molekuler kapulaga. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan analisis meliputi parameter morfologi (jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, jumlah anakan), kadar klorofil, kandungan flavonoid dan fenol total, serta ekspresi gen *Flavonoid Synthase (FNS)* menggunakan qRT-PCR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larutan stimulan tidak memberikan perbedaan nyata pada sebagian besar parameter pertumbuhan vegetatif. Rata-rata peningkatan terjadi pada tinggi tanaman dari 34,5 cm menjadi 42,7 cm, jumlah daun dari 4,75 menjadi 18,79, dan jumlah anakan dari 1,76 menjadi 4,72, tanpa perbedaan signifikan antar perlakuan. Perbedaan nyata hanya ditemukan pada kadar klorofil A di 16 MST dengan rata-rata 14,39 mg/L, signifikansi terjadi pada perlakuan kontrol. Kandungan flavonoid dan fenol total cenderung lebih tinggi pada kontrol, sedangkan perlakuan E dan F menunjukkan peningkatan tidak signifikan. Analisis korelasi menunjukkan hubungan positif jumlah anakan dengan jumlah daun anakan ($r = 0,82^{**}$), fenol daun dengan flavonoid daun ($r = 0,92^{**}$), dan fenol batang dengan flavonoid batang ($r = 0,84^{**}$), menandakan keterkaitan erat dalam pertumbuhan serta akumulasi metabolit sekunder. Pada tingkat molekuler, qRT-PCR memperlihatkan perlakuan D, E, dan F meningkatkan ekspresi gen *FNS* dibanding kontrol. Hal ini menegaskan bahwa larutan stimulan lebih berperan pada regulasi genetik daripada pertumbuhan fisiologis, sehingga berpotensi dikembangkan untuk meningkatkan produksi flavonoid kapulaga sebagai imunostimulan bagi personil TNI.

Kata kunci: Fisiologi, Gen *FNS*, Kapulaga, Larutan, Stimulan.

ABSTRACT

PHYSIOLOGICAL STUDY OF KAPULAGA (*Amomum cardamomum*) WITH ADDITION OF STIMULANT SOLUTION AND ANALYSIS OF FNS GENE IN ORDER TO INCREASE IMMUNITY RESISTANCE OF TNI

Cardamom (Amomum cardamomum) has the potential to serve as an immunity source for military personnel due to its bioactive compounds. However, its propagation requires a long period, thus alternative approaches such as stimulant solutions are needed to accelerate growth and enhance metabolite quality. This study aimed to evaluate the effects of stimulant solutions on the growth and the relationship between physiological and molecular characteristics of cardamom. The experiment was conducted using a Randomized Complete Block Design (RCBD), with analyses including morphological parameters (number of leaves, plant height, stem diameter, and number of tillers), chlorophyll content, total flavonoid and phenol levels, as well as expression of the Flavonoid Synthase (FNS) gene using qRT-PCR. The results showed that stimulant solutions did not significantly affect most vegetative growth parameters. Average increases were observed in plant height from 34.5 cm to 42.7 cm, leaf number from 4.75 to 18.79, and tiller number from 1.76 to 4.72, with no significant differences among treatments. A significant difference was only found in chlorophyll A content at 16 weeks after planting, with an average of 14.39 mg/L, which occurred in the control treatment. Total flavonoid and phenol contents tended to be higher in the control, while treatments E and F showed non-significant increases. Correlation analysis revealed positive relationships between tiller number and leaf number ($r = 0.82^{**}$), leaf phenol and leaf flavonoid ($r = 0.92^{**}$), as well as stem phenol and stem flavonoid ($r = 0.84^{**}$), indicating a close association between growth and secondary metabolite accumulation. At the molecular level, qRT-PCR demonstrated that treatments D, E, and F enhanced FNS gene expression compared to the control. These findings suggest that stimulant solutions exert greater influence at the genetic regulation level rather than on physiological growth, thereby holding potential for the development of formulations to improve flavonoid production in cardamom as an immunostimulant for military personnel.

Keywords: FNS Gene, Cardamom, Physiology, Solution, Stimulant

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	II
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	III
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	IV
LEMBARAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	V
KATA PENGANTAR.....	VI
ABSTRAK.....	VIII
ABSTRACT	IXX
DAFTAR ISI	X
DAFTAR GAMBAR.....	XIII
DAFTAR TABEL.....	XIV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Landasan Teori.....	4
2.1.1 Kapulaga (<i>Amomum cardamommum</i>)	4
2.1.2 Metode Perbanyakan Tanaman Kapulaga	5
2.1.3 Kandungan Senyawa Bioaktif dari Tanaman Kapulaga	6
2.1.4 Kandungan Senyawa Larutan Stimulan.....	7
2.1.5 Analisis Klorofil Spektrofotometer	11
2.1.6 Analisis Ekspresi Gen dengan <i>quantitative Reversed</i> <i>Transcription Polymerase Chain Reaction</i> (qRT-PCR).....	11

2.2	Hasil Penelitian Terdahulu	12
2.3	Kerangka Berpikir	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		19
3.1	Metode dan Desain Penelitian	19
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	20
	3.3.1 Alat Penelitian	20
	3.3.2 Bahan Penelitian	21
3.4	Populasi dan Sampel Penelitian	21
	3.4.1 Populasi Penelitian	21
	3.4.2 Sampel	22
3.5	Prosedur penelitian.....	22
	3.5.1 Rancangan Percobaan yang dilakukan dalam budidaya Kapulaga	22
	3.5.2 Parameter Pengamatan	23
	3.5.3 Komposisi Kandungan senyawa larutan stimulan	24
	3.5.4 Analisis Klorofil Spektrofotometer (UV-Vis)	24
	3.5.5 Analisis Kandungan Senyawa Fenol	25
	3.5.6 Analisis Kandungan Flavonoid Total	26
	3.5.7 Analisis Ekspresi Gen dengan qRT-PCR	27
3.6	Metode Analisis	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Hasil Fisiologis	30
4.2	Data Uji Senyawa Flavonoid dan Uji Senyawa Fenol	39
4.3	Visualisasi Korelasi Parameter Pengamatan Kapulaga	42
4.4	Elektroforesis Gen <i>Flavonoid Synthase (FNS)</i>	44
4.5	Hasil qRT-PCR Gen <i>Flavonoid Synthase (FNS)</i>	46
4.6	Pembahasan Umum	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		53

5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN.....		63



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Kapulaga.....	4
Gambar 2.2 Kerangka Berpikir.....	18
Gambar 4.1 Klorofil A (cA) pada 16 MST yang terjadi beda nyata pada pertumbuhan tanaman Kapulaga	39
Gambar 4.2 Kandungan flavonoid total pada daun (A) dan batang (B) tanaman kapulaga setelah diberikan perlakuan 5 bulan.....	40
Gambar 4.3 Kandungan fenol total pada daun (A) dan batang (B) tanaman kapulaga setelah diberikan perlakuan 5 bulan.....	41
Gambar 4.4 Korelasi Koefisien parameter pengamatan pertumbuhan tanaman Kapulaga	43
Gambar 4.5 Hasil Elektroforesis dari Gen <i>FNS</i>	44
Gambar 4.6 A) Data plot amplifikasi, (B) Grafik batang data ekspresi gen , (C) Melting curve (kurva titik leleh).....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu sebagai berikut	12
Tabel 3. 1 Jadwal penelitian skripsi	20
Tabel 4. 1 Rekapitulasi hasil analisis pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan jumlah daun indukan pada tanaman kapulaga	32
Tabel 4. 2 Rekapitulasi hasil analisis pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan jumlah anakan pada tanaman kapulaga	34
Tabel 4. 3 Rekapitulasi hasil analisis pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan vegetatif yang dilakukan sekali per 4 minggu pada tanaman kapulaga	36
Tabel 4. 4 Rekapitulasi hasil analisis pengaruh perlakuan terhadap klorofil yang terjadi pada tanaman kapulaga	37
Tabel 4. 5 Tabel data Konsentrasi RNA dari tanaman kapulaga yang diberikan perlakuan yang diambil pasca analisis fisiologis	45
Tabel 4. 6 Tabel data Konsentrasi cDNA dari tanaman kapulaga yang diberikan perlakuan yang diambil pasca analisis fisiologis	45