



AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, INHIBISI TIROSINASE, ANTIBAKTERI, DAN PROFIL SENYAWA METABOLIT DARI EKSTRAK RUMPUT LAUT MERAH (*Kappaphycus alvarezii*)

ADELLA FEBRINA



**PROGRAM STUDI BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
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.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Aktivitas Antioksidan, Inhibisi Tirosinase, Antibakteri, dan Profil Senyawa Metabolit dari Ekstrak Rumput Laut Merah (*Kappaphycus alvarezii*)” 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 2025

Adella Febrina
G8501231005

- 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

ADELLA FEBRINA. Aktivitas Antioksidan, Inhibisi Tirosinase, Antibakteri, dan Profil Senyawa Metabolit dari Ekstrak Rumput Laut Merah (*Kappaphycus alvarezii*). Dibimbing oleh MEGA SAFITHRI, SYAMSUL FALAH dan LISMAN SURYANEGARA.

Rumput laut merah *Kappaphycus alvarezii* dapat tumbuh subur di perairan tropis Indonesia. Adanya senyawa antioksidan pada rumput laut merah membantu menjaga dari kerusakan sel akibat sinar matahari. Antioksidan juga berguna untuk melindungi kulit dari sinar UV, salah satunya dengan menghambat kerja enzim tirosinase untuk menurunkan hiperpigmentasi. Selain itu, rumput laut merah juga mengandung senyawa yang bersifat antibakteri, seperti flavonoid dan alkaloid. Metode DPPH dan FRAP banyak digunakan untuk menguji potensi antioksidan dari rumput laut ini. Namun, pengujian dengan metode TBA-MDA yang lebih relevan dengan sistem biologis belum dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antioksidan, inhibisi enzim tirosinase, antibakteri, dan identifikasi profil senyawa metabolit dari ekstrak *K. alvarezii*. Potensi antioksidan diukur dengan metode DPPH, FRAP, dan TBA-MDA, di mana TBA-MDA digunakan untuk menilai aktivitas inhibisi peroksidasi lipid. Aktivitas antibakteri diuji pada bakteri penyebab jerawat: *Staphylococcus aureus* dan *Cutibacterium acnes*. Ekstrak *K. alvarezii* diperoleh dengan tiga jenis pelarut, yaitu etanol 70%, etil asetat, dan *n*-heksana. Profil senyawa metabolit dianalisis dengan LC-HRMS pada ekstrak dengan bioaktivitas terbaik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak *K. alvarezii* memiliki aktivitas antioksidan yang baik dengan mekanisme donor elektron. Hal ini ditunjukkan dengan hasil kapasitas antioksidan metode FRAP yang tinggi pada ekstrak dengan pelarut etil asetat. Sementara itu, ekstrak dengan pelarut etanol 70% memiliki kapasitas antioksidan tertinggi berdasarkan metode DPPH. Ekstrak dengan pelarut etanol 70% juga menunjukkan aktivitas inhibisi peroksidasi lipid tertinggi setara dengan kontrol positif α -tokoferol. Ketiga ekstrak memperoleh hasil inhibisi enzim tirosinase dengan aktivitas yang lebih rendah dari asam kojat. Namun, ketiga ekstrak tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri penyebab jerawat. Hasil analisis LC-HRMS dari ekstrak terbaik (etanol 70%) didapati adanya 35 senyawa yang termasuk pada golongan asam amino, flavonoid, fenolik, alkaloid, dan turunan asam lemak. Dapat disimpulkan bahwa ekstrak *K. alvarezii* yang diekstraksi dengan etanol 70% memiliki potensi sebagai antioksidan dan penghambat tirosinase. Akan tetapi, ekstrak ini belum menunjukkan aktivitas sebagai antijerawat.

Kata kunci: DPPH, FRAP, LC-HRMS, peroksidasi lipid

SUMMARY

ADELLA FEBRINA. Antioxidant, Tyrosinase Inhibitory, Antibacterial Activities, and Metabolite Profiling of Red Seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) Extracts. Supervised by MEGA SAFITHRI, SYAMSUL FALAH and LISMAN SURYANEGARA

The red seaweed *Kappaphycus alvarezii* thrives in the tropical waters of Indonesia. Antioxidant compounds in this red seaweed help protect cells from damage caused by sunlight. Antioxidants are also beneficial for protecting the skin from UV radiation, in part by inhibiting the activity of the tyrosinase enzyme, which helps reduce hyperpigmentation. Additionally, red seaweed contains antibacterial compounds such as flavonoids and alkaloids. The DPPH and FRAP methods are commonly used to evaluate the antioxidant potential of this seaweed. However, testing with the TBA-MDA method, more relevant to biological systems, has not yet been conducted.

This study aimed to evaluate the antioxidant activity, tyrosinase inhibition, antibacterial activity, and metabolite profile of *K. alvarezii* extract. Antioxidant potential was assessed using DPPH, FRAP, and TBA-MDA methods, with TBA-MDA specifically applied to measure lipid peroxidation inhibition. Antibacterial activity was tested against acne-causing bacteria, *Staphylococcus aureus* and *Cutibacterium acnes*. The *K. alvarezii* extract was obtained using three different solvents, namely 70% ethanol, ethyl acetate, and *n*-hexane. The metabolite profile was analyzed by LC-HRMS on the extract with the best bioactivity.

The results showed that *K. alvarezii* extracts exhibited good antioxidant activity via an electron-donating mechanism. This was demonstrated by the high FRAP antioxidant capacity of the ethyl acetate extract. Meanwhile, the 70% ethanol extract showed the highest antioxidant capacity based on the DPPH method. The same extract also exhibited the highest lipid peroxidation inhibition activity, comparable to the positive control α -tocopherol. All three extracts demonstrated tyrosinase inhibitory activity, although to a lower degree than kojic acid. However, none of the extracts exhibited antibacterial activity against the acne-causing bacteria.

LC-HRMS analysis of the best-performing extract (70% ethanol) identified 35 compounds, including amino acids, flavonoids, phenolics, alkaloids, and fatty acid derivatives. It can be concluded that the *K. alvarezii* extract obtained using 70% ethanol shows potential as an antioxidant and tyrosinase inhibitor. However, this extract has not yet demonstrated activity as an anti-acne agent.

Keywords: DPPH, FRAP, LC-HRMS, lipid peroxidation



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.



AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, INHIBISI TIROSINASE, ANTIBAKTERI, DAN PROFIL SENYAWA METABOLIT DARI EKSTRAK RUMPUT LAUT MERAH (*Kappaphycus alvarezii*)

ADELLA FEBRINA

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Magister pada

Program Studi Biokimia

**PROGRAM STUDI BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
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 Dr. Dimas Andrianto, S.Si., M.Si.



Judul Tesis : Aktivitas Antioksidan, Inhibisi Tirosinase, Antibakteri, dan Profil Senyawa Metabolit dari Ekstrak Rumput Laut Merah (*Kappaphycus alvarezii*)

Nama : Adella Febrina
NIM : G8501231005

Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si.

Pembimbing 3:
Prof. Dr. Lisman Suryanegara, S.Si., M.Agr.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si.
NIP. 197005032005011001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP. 197807232007011001

Tanggal Lulus:

Tanggal Ujian:
2 Agustus 2025



PRAKATA

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Aktivitas Antioksidan, Inhibisi Tirosinase, Antibakteri, dan Profil Senyawa Metabolit dari Ekstrak Rumput Laut Merah (*Kappaphycus alvarezii*)”. Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Master pada program studi Magister Biokimia di IPB University. Penulis berterima kasih kepada Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si. selaku ketua komisi pembimbing, Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si., selaku dosen pembimbing kedua, dan Prof. Dr. Lisman Suryanegara, S.Si., M.Agr. selaku dosen pembimbing ketiga, yang telah banyak memberikan arahan selama penyusunan tesis ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) RI dan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah memberikan dukungan untuk keberhasilan riset ini.

Penyusunan tesis ini juga tidak lepas dari dukungan dan doa keluarga, teman, dan semua rekan Departemen Biokimia. Oleh karena itu, ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada kedua orang tua, kakak, adik, Mita Permatasari, Nadindra Akhila, Tamimah S. Islah, Kevin Yosral, Alif Rachmansyah, Alfari Andiq M., Fadila Raisyadikara, Annisa Zahra, rekan Magister Biokimia 60, adik-adik *fast track* Biokimia 61, dan seluruh anggota Scout Doea '14 atas semua kebaikan dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari segala pihak untuk dapat menjadi masukan bagi penulis di kemudian hari. Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang terkait dalam penyusunan tesis ini.

Bogor, Agustus 2025

Adella Febrina



DAFTAR ISI

RINGKASAN	ii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Kappaphycus alvarezii</i>	3
2.2 Fenolik dan Flavonoid	4
2.3 Antioksidan	5
2.4 Bakteri Penyebab Jerawat	9
2.5 Enzim Tirosinase dan Aktivitasnya	11
2.6 <i>Liquid Chromatography High Resolution Mass Spectrometry</i> (LC-HRMS)	13
III METODE	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Bahan dan Alat	14
3.3 Prosedur Kerja	14
3.3.1 Preparasi Sampel	14
3.3.2 Uji Kadar Air	14
3.3.3 Ekstraksi Sampel	15
3.3.4 Uji Kadar Fenolik Total	15
3.3.5 Uji Kadar Flavonoid Total	15
3.3.6 Uji Kapasitas Antioksidan Metode DPPH	15
3.3.7 Uji Kapasitas Antioksidan Metode FRAP	16
3.3.8 Uji Aktivitas Antioksidan terhadap Inhibisi Peroksidasi Lipid Metode TBA-MDA	16
3.3.9 Uji Aktivitas Inhibisi Tirosinase	17
3.3.10 Uji Aktivitas Antibakteri Penyebab Jerawat	17
3.3.11 Analisis <i>Liquid Chromatography High Resolution Mass</i> <i>Spectrometry</i> (LC-HRMS)	18
3.4 Analisis data	18
IV HASIL	19
4.1 Kadar Air Simplisia dan Rendemen Ekstrak	19
4.2 Kadar Fenolik dan Flavonoid Total	19
4.3 Kapasitas Antioksidan Metode DPPH dan FRAP	19
4.4 Aktivitas Antioksidan terhadap Inhibisi Peroksidasi Lipid Metode TBA-MDA	20
4.5 Aktivitas Inhibisi Tirosinase	21
4.6 Aktivitas Antibakteri terhadap Bakteri Penyebab Jerawat	21
4.7 Profil Senyawa Metabolit Ekstrak Etanol 70% <i>K. alvarezii</i>	22

PEMBAHASAN	24
5.1 Kadar Air Simplisia dan Rendemen Ekstrak	24
5.2 Kadar Fenolik dan Flavonoid Total	25
5.3 Kapasitas Antioksidan Metode DPPH dan FRAP	26
5.4 Aktivitas Antioksidan terhadap Inhibisi Peroksidasi Lipid Metode TBA-MDA	28
5.5 Aktivitas Inhibisi Tirosinase	30
5.6 Aktivitas Antibakteri terhadap Bakteri Penyebab Jerawat	32
5.7 Profil Senyawa Metabolit Ekstrak Etanol 70% <i>K. alvarezii</i>	34
SIMPULAN DAN SARAN	38
6.1 Simpulan	38
6.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	56
RIWAYAT HIDUP	71

DAFTAR TABEL

1 Layout mikroplat untuk pengujian inhibisi tirosinase	17
2 Rendemen ekstrak <i>K. alvarezii</i>	19
3 Kapasitas antioksidan DPPH dan FRAP dari ekstrak <i>K. alvarezii</i>	19
4 Aktivitas antibakteri ekstrak <i>K. alvarezii</i>	21
5 Identifikasi senyawa ekstrak etanol 70% <i>K. alvarezii</i>	23

DAFTAR GAMBAR

1 <i>Kappaphycus alvarezii</i> segar	3
2 Kelompok senyawa fenolik	4
3 Struktur umum dan kelompok senyawa flavonoid	5
4 Mekanisme antioksidan HAT (A) dan SET (B)	6
5 Mekanisme reaksi antioksidan metode DPPH	7
6 Mekanisme reaksi antioksidan metode FRAP	7
7 Mekanisme reaksi antioksidan metode TBA-MDA	8
8 Klasifikasi antioksidan	8
9 <i>Cutibacterium acnes</i> diamati dengan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	10
10 <i>Staphylococcus aureus</i> diamati dengan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	10
11 Peranan senyawa flavonoid sebagai antibakteri	11
12 Proses sintesis melanin	12
13 Jalur persinyalan sintesis melanin	12
14 Diagram skematik LCMS	13
15 Aktivitas antioksidan DPPH dan FRAP dari ekstrak <i>K. alvarezii</i>	20
16 Aktivitas inhibisi peroksidasi lipid TBA-MDA ekstrak <i>K. alvarezii</i>	20
17 Aktivitas inhibisi tirosinase ekstrak <i>K. alvarezii</i>	21
18 Aktivitas antibakteri <i>K. alvarezii</i>	22

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.



DAFTAR LAMPIRAN

1	Bagan alir penelitian	57
2	Kurva standar dan pengukuran kadar fenolik total <i>K. alvarezii</i>	58
3	Kurva standar dan pengukuran kadar flavonoid total <i>K. alvarezii</i>	59
4	Kurva standar dan pengukuran kapasitas antioksidan metode DPPH <i>K. alvarezii</i>	60
5	Kurva standar dan pengukuran kapasitas antioksidan metode FRAP <i>K. alvarezii</i>	61
6	Kurva standar TMP dan pengukuran persen inhibisi peroksidasi lipid metode TBA-MDA <i>K. alvarezii</i>	62
7	Waktu inkubasi optimum asam linoleat 250 μ M	63
8	Data absorbans dan pengukuran persen inhibisi tirosinase	64
9	Analisis ANOVA dan Tukey uji kadar fenolik	65
10	Analisis ANOVA dan Tukey uji kadar flavonoid	66
11	Analisis ANOVA dan Tukey uji kapasitas antioksidan metode DPPH	67
12	Analisis ANOVA dan Tukey uji kapasitas antioksidan metode FRAP	68
13	Analisis ANOVA dan Tukey uji inhibisi peroksidasi lipid metode TBA-MDA	69
14	Analisis ANOVA dan Tukey uji inhibisi tirosinase	70