

ANALISIS ANTI JAMUR EKSTRAK ETANOL GANGGANG HIJAU *Ulva lactuca* Linneus. PENGHAMBAT JAMUR *Candida albicans*

SKRIPSI

Oleh :

Nur Wakhidah Fitriani Maryuananda

NIM. 210602110051



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

2026

ANALISIS ANTI JAMUR EKSTRAK ETANOL GANGGANG HIJAU *Ulva lactuca* Linneus. PENGHAMBAT JAMUR *Candida albicans*

SKRIPSI

Oleh:

NUR WAKHIDAH FITRIANI MARYUANANDA

NIM. 210602110051

Diajukan Kepada :

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Maliki Ibrahim Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam

Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

2026

ANALISIS ANTI JAMUR EKSTRAK ETANOL GANGGANG HIJAU *Ulva lactuca* Linneus. PENGHAMBAT JAMUR *Candida albicans*

SKRIPSI

Oleh:

NUR WAKHIDAH FITRIANI MARYUANANDA

NIM. 210602110051

Telah di pertahankan
Didepan Dewan penguji Skripsi dan dinyatakan diterima
Sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal:

Ketua Penguji	: Ir.Hj. Liliek Harianie A.R, M.P	(.....)
	NIP. 19620901 199803 2 001	
Anggota Penguji 1	: Prilya Dewi Fitriasari, M.Sc	(.....)
	NIP. 19900428 202321 2 037	
Anggota Penguji 2	: Fitria Nungky Harjanti, M.Sc	(.....)
	NIP. 19870528 202203 2 002	
Anggota Penguji 3	: Didik Wahyusi, M.Si	(.....)
	NIP. 19860102 201801 1 001	

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi

Dr. Manana Malik Ibrahim Malang,



Prof. Dr. Retno Susilowati

NIP. 196711131994022001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji Syukur atas kehadiran Allah SWT yang maha semesta alam memberikan segala nikmat Kesehatan, kesempatan dan kemudahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada baginda Rasulullah SAW, semoga kita semua mendapatkan syafaat beliau dihari akhir, Aamiin. Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Orang tua tercinta, Ayah Sumarno dan Ibu Yayuk Eka Maharini yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan motivasi, secara material dan non material serta semangat kepada penulis. Terima kasih untuk do'a yang selalu diberikan untuk penulis sehingga penulis bisa sampai dititik ini. Sehat Panjang umur selalu ibu dan ayah harus kebersamai disetiap perjuangan dan pencapaian hidup penulis.
2. Kakek tercinta, Yaidi yang selalu menanyakan progres skripsi dan memberi support kepada penulis, dan selalu memberikan amalan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusun skripsi ini.
2. Adek tersayang, Alinsia Resi Maryunovita dan Agnesia Qori Maryuagustiar selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis agar terus semangat.
3. Pembimbing skripsi, Ibu Fitria Nungky Harjanti, M.Sc dan Bapak Didik Wahyudi, M.Si, yang selalu sabar dan telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.
4. Keluarga besar dan teman-teman tercinta yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang selalu ada dibelakang memberikan dukungan dan afirmasi positif kepada penulis.
5. Teman-teman Betaclass (Biologi B 2021) yang selama ini telah kebersamai dan banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas perjalanan studi ini.
6. Kepada seseorang yang tak sengaja bertemu, terima kasih telah hadir dan menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis. Berkontribusi banyak dalam penulisan karya tulis ilmiah ini, baik tenaga, materi, maupun waktu kepada penulis. Selalu menghibur, mendengarkan keluh kesah, menyaksikan setiap tangisan, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Nanda, ya! Diri saya sendiri, apresiasi sebesar besarnya yang telah berjuang untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Sulit bisa bertahan sampai titik ini, terimakasih untuk tetap hidup dan merayakan dirimu sendiri, walaupun sering kali putus asa atas apa yang sedah diusahakan. Tetaplah jadi manusia yang mau berusaha dan tidak boleh Lelah untuk mencoba. God thank you for being me independent women, I know there are more great ones but I'm proud of this achievement.

MOTTO

لَا حَوْلَ وَلَا قُوَّةَ إِلَّا بِاللَّهِ الْعَلِيِّ الْعَظِيمِ

(La Haula Wala Quwwata Illa Billahil Aliyil Adzim)

“Tiada daya dan kekuatan kecuali dengan kekuatan Allah yang Maha Tinggi lagi
Maha Agung.”

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Wakhidah Fitriani Maryuananda

NIM : 210602110051

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul : ANALISIS ANTI JAMUR EKSTRAK ETANOL
GANGGANG HIJAU *Ulva lactuca* Linneus.
PENGHAMBAT JAMUR *Candida albicans*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, dan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar Pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Malang, 12 Februari 2026



Nur Wakhidah Fitriani Maryuananda

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulais. Daftar Pustaka dipergunakan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertasi kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

ANALISIS ANTI JAMUR EKSTRAK ETANOL GANGGANG HIJAU *Ulva lactuca* Linneus. PENGHAMBAT JAMUR *Candida albicans*

Nur Wakhidah Fitriani Maryuananda, Fitria Nungky Harjanti, Didik Wahyudi

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

ABSTRAK

Infeksi jamur *Candida albicans* merupakan salah satu masalah kesehatan yang banyak dijumpai, terutama sebagai penyebab kandidiasis pada manusia. Penggunaan antijamur sintetis dalam jangka panjang berpotensi menimbulkan efek samping dan resistensi, sehingga diperlukan alternatif antijamur dari bahan alam. Salah satu bahan alam yang berpotensi adalah alga hijau *Ulva lactuca* Linneus. yang diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin yang berpotensi sebagai antijamur.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas antijamur ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus. terhadap *Candida albicans* secara in vitro serta menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM/MIC). Metode yang digunakan meliputi uji difusi cakram untuk mengamati diameter zona hambat dan uji mikrodilusi untuk penentuan MIC. Perlakuan terdiri atas beberapa variasi konsentrasi ekstrak, kontrol positif (nistatin), dan kontrol negatif (pelarut). Data dianalisis secara deskriptif dan statistik menggunakan ANOVA pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus. memiliki aktivitas penghambatan terhadap pertumbuhan *Candida albicans* yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat pada beberapa konsentrasi, meskipun aktivitasnya lebih rendah dibandingkan kontrol positif. Hasil uji MIC menunjukkan bahwa nilai MIC ekstrak berada pada konsentrasi lebih tinggi dari 50%, yang mengindikasikan bahwa ekstrak bersifat menghambat pertumbuhan jamur pada konsentrasi tertentu. Dengan demikian, *Ulva lactuca* Linneus. berpotensi sebagai sumber bahan alam antijamur dan dapat dikembangkan lebih lanjut melalui penelitian lanjutan.

Kata kunci: *Ulva lactuca* Linneus., *Candida albicans*, antijamur, zona hambat, MIC

ANALYSIS OF THE ANTIFUNGAL ACTIVITY OF ETHANOL EXTRACT OF GREEN ALGAE *Ulva lactuca* Linneus. AGAINST *Candida albicans*

Nur Wakhidah Fitriani Maryuananda, Fitria Nungky Harjanti, Didik Wahyudi

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang

ABSTRACT

Candida albicans infection is a common health problem and is known as one of the main causes of candidiasis in humans. The prolonged use of synthetic antifungal agents may lead to adverse effects and the development of resistance, thus encouraging the exploration of alternative antifungal agents derived from natural sources. One potential natural source is the green alga *Ulva lactuca* Linneus., which contains various secondary metabolites with antifungal potential. This study aimed to analyze the in vitro antifungal activity of the ethanol extract of *Ulva lactuca* Linneus. against *Candida albicans*. The antifungal activity was evaluated using the disc diffusion method to observe the diameter of inhibition zones and the microdilution method to determine the Minimum Inhibitory Concentration (MIC). The treatments consisted of several extract concentrations, a positive control (nystatin), and negative controls. The data were analyzed descriptively and statistically using Analysis of Variance (ANOVA) at a 95% confidence level ($\alpha = 0.05$). The results showed that the ethanol extract of *Ulva lactuca* Linneus. exhibited inhibitory activity against the growth of *Candida albicans*, as indicated by the formation of inhibition zones at certain concentrations, although the activity was lower than that of the positive control. The MIC test indicated that the inhibitory concentration of the extract was above 50%, suggesting that the extract inhibited fungal growth at relatively high concentrations. In conclusion, the ethanol extract of *Ulva lactuca* Linneus. has potential as a natural antifungal agent and may be further developed through additional studies.

Keywords: *Ulva lactuca* Linneus., *Candida albicans*, antifungal activity, inhibition zone, MIC

Ulva lactuca Linneus تحليل النشاط المضاد للفطريات لمستخلص الإيثانول من الطحالب الخضراء *Candida albicans* ضد فطر

نور واحد فطرياني ماريوناندا، فتريا نونغكي هارجانتني، ديديك وحيوذي
برنامج دراسة علم الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية
مالانغ

الملخص

من المشكلات الصحية الشائعة التي تُسبب داء المبيضات لدى *Candida albicans* تُعدّ عدوى فطر الإنسان. إن الاستخدام المستمر لمضادات الفطريات الصناعية قد يؤدي إلى ظهور آثار جانبية وحدوث مقاومة *Ulva* دوائية، مما يستلزم البحث عن بدائل طبيعية ذات فعالية مضادة للفطريات. وتُعدّ الطحالب الخضراء من المصادر الطبيعية الواعدة، لاحتوائها على مركبات أيضية ثانوية يُحتمل أن تمتلك *Ulva lactuca* Linneus نشاطاً مضاداً للفطريات.

Ulva هدفت هذه الدراسة إلى تحليل النشاط المضاد للفطريات لمستخلص الإيثانول من الطحالب الخضراء في المختبر. تم تقييم النشاط المضاد للفطريات *Candida albicans* ضد فطر *Ulva lactuca* Linneus باستخدام طريقة انتشار الأقراص لقياس قطر مناطق التثبيط، وطريقة التخفيف الدقيق لتحديد الحد الأدنى شملت المعاملات عدة تراكيز من المستخلص، مع استخدام النيسنتين كضابط. (MIC) للتركيز المثبط عند (ANOVA) إيجابي، وضابط سلبي. تم تحليل البيانات وصفيًا وإحصائيًا باستخدام اختبار تحليل التباين $\alpha = 0.05$) مستوى ثقة 95%.

أظهر نشاطاً مثبطاً لنمو فطر *Ulva lactuca* Linneus أظهرت النتائج أن مستخلص الإيثانول من ويتضح ذلك من تكوّن مناطق تثبيط عند بعض التراكيز، إلا أن فعاليته كانت أقل، *Candida albicans* أن التركيز المثبط للمستخلص كان أعلى من MIC مقارنة بالضابط الإيجابي. كما أظهرت نتائج اختبار، مما يدل على أن المستخلص يُظهر تأثيراً مثبطاً لنمو الفطر عند تراكيز مرتفعة نسبياً. وبناءً على ذلك، 50% مصدرًا طبيعيًا محتملاً لمضادات الفطريات، ويُوصى *Ulva lactuca* Linneus يمكن اعتبار مستخلص بإجراء دراسات إضافية لتطويره.

مضاد فطري، منطقة التثبيط، *Ulva lactuca* Linneus، *Candida albicans*، الكلمات المفتاحية
MIC

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrahmaanirrahiim, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir seminar Proposal ini yang berjudul “Analisis anti jamur ekstrak etanol ganggang hijau *Ulva lactuca* Linneus. penghambat jamur *Candida albican*”. Tidak lupa pula shalawat dan salam disampaikan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW. yang telah menegakkan dinul Islam yang terpatri hingga akhirul zaman. Aamiin.

Berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak maka penulis mengucapkan terima kasih yang tak terkira khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Agus Mulyono, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si., selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Fitria Nungky Harjanti, M.Sc. selaku dosen pembimbing I dan Didik Wahyudi, M.Si Selaku_Dosen Pembimbing II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Ir. Hj. Liliek Harianie A.R., M.P., selaku Dosen wali, yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Ir. Hj. Liliek Harianie A.R., M.P., selaku ketua penguji dan Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc., dan Prilya Dewi Fitriyani, M.Sc., selaku anggota penguji, yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberi masukan pada penulis sehingga tugas akhir terselesaikan dengan lancar.
7. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium tersebut.

Penulis berharap penyusunan laporan Seminar Proposal ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca dan pendengar.

Malang, 12 Februari 2026

Nur Wakhidah Fitriani Maryuananda

DAFTAR ISI

HA LAMAN JUDUL.....	ii
HA LAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
الملخص.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Batasan Masalah	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Taksonomi <i>Ulva lactuca</i> Linneus.....	10
2.2 Senyawa Metabolit Sekunder pada <i>Ulva lactuca</i> Linneus	14
2.2.1 Flavonoid	17
2.2.2 Alkaloid	18
2.2.3 Saponin	19
2.2.4 Tanin	21
2.3 Metode ekstraksi	23
2.4 Keputihan	24
2.5 <i>Candida albicans</i>	25
2.6 Anti jamur	27
2.7 DMSO (Dimetil sulfoksida).....	29

2.8 Uji aktivitas anti jamur ekstrak <i>Ulva lactuca</i> Linneus. secara in vitro terhadap <i>Candida albicans</i>	30
2.9 MIC (<i>Minimum Inhibitory Concentration</i>) dan zona hambat.	32
BAB III METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Rancangan Penelitian.....	34
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
3.3 Alat dan Bahan.....	35
3.3.1 Alat.....	35
3.3.2 Bahan.....	35
3.4 Prosedur Penelitian	35
3.4.1 Preparasi sampel	35
3.4.2 Pembuatan Ekstraksi.....	36
3.4.3 Pembuatan media.....	37
3.4.4 Persiapan culture <i>Candida albicans</i>	38
3.4.5 Pembuatan dosis ekstrak <i>ulva lactuca</i> Linneus sebagai antijamur	39
3.5 Parameter Pengamatan.....	40
3.5.1 Zona Hambat (Diameter Zona Hambat)	40
3.5.2 Konsentrasi Hambat Minimum (KHM)/ MIC	41
3.6 Analisis data	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Aktivitas daya hambat ekstrak <i>Ulva lactuca</i> Linneus terhadap pertumbuhan <i>Candida albicans</i>	43
4.1.1 Hasil uji zona hambat difusi cakram.....	43
4.1.2 Data Hasil Uji MIC Metode Sumuran	55
BAB V PENUTUP.....	64
5.1 KESIMPULAN.....	64
5.2 SARAN.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Ulva lactuca</i> Linneus.....	11
Gambar 2.2.1 Struktur dasar Flavonoid.....	17
Gambar 2.2.3 (a) struktur saponin tipe Steroid dan (b) struktur saponin tipe Triterpenoid.....	20
Gambar 2.2.4 Struktur Tanin.....	22
Gambar 3.5.1 Cara pengukuran Zona hambat.....	40
Gambar 4.1 Zona hambat cakram pertumbuhan <i>Candida albicans</i> pada berbagai konsentrasi ekstrak <i>Ulva lactuca</i> setelah inkubasi selama 48jam jam pada suhu 37°C.....	45
Gambar 4.2 Grafik Rerata dan Standar Deviasi Daya Hambat Ekstrak <i>Ulva lactuca</i> terhadap Pertumbuhan <i>Candida albicans</i> setelah Inkubasi 48 Jam.....	46
Gambar 4.3 Hasil Uji Sumuran MIC 48 Jam.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perlakuan dan Konsentrasi Ekstrak Etanol <i>Ulva lactuca</i> Linneus.....	34
Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Zona Hambat Standar Deviasi (Output SPSS).....	44
Tabel 4.2 Hasil uji lanjut Duncan (DMRT) diameter zona hambat ekstrak etanol <i>Ulva lactuca</i> terhadap pertumbuhan <i>Candida albicans</i>	49
Tabel 4.3 Hasil Uji Pertumbuhan <i>Candida albicans</i> dalam Penentuan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM).....	57

.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Pembuatan Konsentrasi Larutan Uji Ekstrak <i>Ulva lactuca</i> dengan Metode Difusi Cakram.....	78
Lampiran 2. Data Hasil Pengukuran Zona Hambat Ekstrak Etanol <i>Ulva lactuca</i> terhadap Pertumbuhan <i>Candida albicans</i> dengan Metode Difusi Cakram.....	80
Lampiran 3. Output SPSS Statistik Deskriptif Zona Hambat Metode Difusi Cakram.....	82
Lampiran 4. Hasil Uji MIC Ekstrak Etanol <i>Ulva lactuca</i> Linneus. Terhadap <i>Candida albicans</i>	84
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	85
Lampiran 6. Hasil Perlakuan difusi cakram zona hambat.....	89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, insiden infeksi jamur kulit mengalami peningkatan dan menjadi masalah kesehatan yang signifikan (Kruithoff, 2023). Penyebab utama infeksi ini adalah *Candida albicans*, jamur yang dapat berperan sebagai patogen oportunistik ketika sistem kekebalan tubuh menurun. Infeksi yang ditimbulkannya bervariasi, mulai dari bentuk ringan seperti kandidiasis oral dan vaginal hingga kondisi berat seperti kandidemia yang berpotensi fatal. Pada tahap awal, infeksi ini umumnya dapat ditangani dengan obat antijamur konvensional, termasuk golongan azol (fluconazole, voriconazole), polien (amphotericin B), dan echinocandin. Namun, penggunaan obat secara berulang dapat memicu resistensi *Candida albicans*, sehingga efektivitas pengobatan menurun, durasi perawatan pasien bertambah, dan biaya kesehatan meningkat (Mamudi, 2023).

Di Indonesia, *Candida albicans* dilaporkan bertanggung jawab atas sekitar 24,4% kasus kandidemia, dengan tingkat kepekaan yang tinggi terhadap fluconazole (97,3%) dan echinocandin (97,9%). Meski demikian, terdapat bukti awal munculnya resistensi terhadap golongan echinocandin, khususnya micafungin (Setiawan *et al.*, 2024; Farida *et al.*, 2021). Studi lain juga mengungkapkan bahwa *Candida albicans* menjadi penyebab utama infeksi saluran kemih, baik pada pasien diabetes (66,7%) maupun non-diabetes (70,7%), dengan tingkat resistensi terhadap micafungin masing-masing tercatat 7,1% pada pasien diabetes dan 8,9% pada pasien non-diabetes (Pratiwi *et al.*, 2022).

Salah satu masalah kesehatan yang ditimbulkan oleh infeksi *Candida albicans* adalah keputihan, kondisi yang umum dialami oleh remaja putri sebagai

gangguan pada sistem reproduksi. Keputihan ditandai dengan keluarnya cairan vagina secara berlebihan, yang bisa bersifat normal maupun menandakan adanya kelainan kesehatan (Afriani, 2023). Kondisi ini sering muncul menjelang menstruasi, ketika kadar hormon estrogen meningkat sementara produksi hormon progesteron belum optimal (Ayu *et al.*, 2023). Dalam siklus reproduksi, hormon estrogen yang dihasilkan ovarium merangsang sekresi serviks yang tipis, bening, elastis, dan menyerupai benang, sedangkan hormon progesteron menstimulasi sekresi lebih kental seperti jeli, yang dikenal sebagai keputihan (Fitria *et al.*, 2020).

Infeksi *Candida albicans* pada saluran reproduksi wanita disebut kandidiasis, yang dapat bersifat akut maupun subakut akibat pertumbuhan jamur yang tidak terkendali di area vagina (Mayasari *et al.*, 2015). Tingginya kejadian kandidiasis pada remaja putri diduga terkait dengan rendahnya tingkat kebersihan diri, terutama dalam merawat organ reproduksi menjelang menstruasi, sehingga risiko infeksi jamur meningkat (Agustin, 2018). Penelitian menunjukkan bahwa dari 35 responden, 60% spesimen urin pada fase pra-menstruasi positif mengandung *Candida albicans* (Ayu *et al.*, 2023). Kondisi ini juga diperparah oleh kebiasaan kurang menjaga kebersihan, penggunaan pantyliner, serta pemakaian pembersih vagina yang dapat meningkatkan kelembapan area genital, sehingga memicu keputihan patologis akibat infeksi *Candida albicans* (Wahyuni, 2019).

Peningkatan resistensi jamur terhadap obat antijamur kini menjadi isu global yang semakin serius. Di Eropa, *Candida glabrata* tercatat memiliki tingkat resistensi tertinggi terhadap golongan azol, bahkan mencapai 100% di Kroasia, sementara *Candida parapsilosis* menunjukkan angka resistensi sebesar 72,6% di Italia (Barchiesi *et al.*, 2024). Di Amerika Serikat, beberapa spesies jamur, termasuk

Candida albicans, *Candida parapsilosis*, dan *Candida tropicalis*, juga mengalami peningkatan resistensi terhadap *fluconazole*, bersamaan dengan munculnya *Candida auris*, yang dikenal memiliki profil multiresistensi (Arastehfar *et al.*, 2023). Kondisi ini menegaskan bahwa resistensi antijamur telah menjadi tantangan signifikan dalam pengendalian infeksi jamur, baik di negara maju maupun berkembang. Meningkatnya resistensi terhadap obat antijamur mendorong pencarian alternatif dari sumber alami. Salah satu kandidat yang menarik adalah alga hijau *Ulva lactuca* Linnaeus, yang mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder, seperti flavonoid, alkaloid, tanin, terpenoid, dan saponin, yang memiliki sifat antimikroba. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak *Ulva lactuca* Linnaeus efektif menghambat pertumbuhan *Candida albicans*, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai antijamur alami.

Minat terhadap pemanfaatan bahan alam sebagai sumber pengobatan terus meningkat, seiring meningkatnya perhatian terhadap efek samping obat-obatan kimia atau sintetis (Priyana, 2023). Salah satu sumber daya alam yang menjanjikan adalah rumput laut, yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai terapi bagi berbagai penyakit. Kandungan nutrisi dalam rumput laut, termasuk serat, vitamin, dan mineral, berperan sebagai antioksidan alami. Selain membantu melawan stres oksidatif, senyawa antioksidan tersebut juga menunjukkan aktivitas antimikroba, termasuk kemampuan sebagai agen antijamur. Di antara jenis-jenis rumput laut, *Ulva lactuca* Linnaeus telah diidentifikasi memiliki potensi antimikroba yang menonjol (Cotas *et al.*, 2022). Sumber daya alam, baik yang berasal dari laut maupun daratan, menyimpan berbagai potensi yang secara alami mendukung kebutuhan makhluk hidup dan memiliki nilai yang sangat penting. Dalam penelitian

ini, *Ulva lactuca* Linnaeus dipilih sebagai objek penelitian dengan tujuan memperoleh ekstrak yang kaya akan senyawa bioaktif. Pemanfaatan tumbuhan sebagai sumber obat sejalan dengan prinsip bahwa setiap ciptaan memiliki fungsi dan manfaat bagi kehidupan, yang juga tercermin dalam firman Allah SWT dalam QS. Asy-Syu‘araa ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۝٧

Artinya: “Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami telah menumbuhkan di sana segala jenis (tanaman) yang tumbuh baik?”

Istilah kariim digunakan untuk menunjukkan sesuatu yang mengandung nilai kebaikan bagi objek yang dimaksud. Menurut Shihab (2008) dalam *Tafsir Al-Mishbah*, frasa “tumbuhan yang baik” (*zauj kariim*) pada QS. Asy-Syu‘araa’ ayat 7 merujuk pada tumbuhan yang tumbuh dengan subur dan memberikan manfaat bagi manusia maupun makhluk hidup lainnya. Tumbuhan dikatakan baik bukan hanya karena kesuburannya, tetapi juga karena nilai kegunaannya. Pemahaman ini mendorong manusia untuk taat dan bersyukur kepada Allah SWT, salah satunya melalui pemanfaatan tumbuhan secara bijak dan optimal, termasuk dalam bidang pengobatan, demi kemaslahatan umat manusia.

Ungkapan “*ambatnā fihā*” mengisyaratkan keberagaman dan kelimpahan jenis tumbuhan yang diciptakan dan tumbuh di bumi. Menurut As-Shiddieqy (1996) dalam *Tafsir An-Nūr*, QS. Asy-Syu‘araa’ ayat 7 dapat dipahami sebagai peringatan bagi manusia yang bersikap ingkar kepada Allah SWT, mendustakan risalah para rasul, dan tidak mau merenungkan tanda-tanda kebesaran-Nya yang terlihat di alam. Salah satu bukti nyata dari kebesaran tersebut adalah terciptanya berbagai jenis tumbuhan dengan karakteristik yang beragam, yang secara keseluruhan

mencerminkan keagungan dan kekuasaan Allah SWT.

Asy-Syaukani (1996) dalam *Tafsir Fathul Qadīr* mengutip pandangan Asy-Sya‘bi yang menyamakan manusia dengan tanaman yang tumbuh di bumi. Dalam perumpamaan ini, terdapat manusia yang tergolong baik (*kariim*) dan akan memperoleh balasan surga, serta manusia yang tergolong buruk yang akan menerima balasan neraka. Sejalan dengan konsep nilai kebaikan dan manfaat tersebut, *Ulva lactuca* Linneus. diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder, seperti flavonoid, alkaloid, tanin, tokoferol, dan melatonin (Hudaifah *et al.*, 2020). Senyawa bioaktif ini bekerja secara sinergis dan memberikan efek farmakologis yang mendukung, sehingga *Ulva lactuca* Linneus. memiliki potensi sebagai agen antijamur (Barot *et al.*, 2016). Selain aktivitas antijamurnya, senyawa-senyawa tersebut juga dilaporkan memiliki sifat antiinflamasi, yang tidak hanya membantu meredakan peradangan pada *acne vulgaris*, tetapi juga berperan dalam mempercepat proses penyembuhan luka (Wang *et al.*, 2025).

Ekstrak *Ulva lactuca* Linneus. dilaporkan memiliki aktivitas antijamur yang kuat melalui berbagai mekanisme, antara lain penghambatan pembentukan biofilm, merusak membran sel jamur, gangguan metabolisme dan aktivitas enzim, induksi stres oksidatif melalui peningkatan produksi *reactive chemical species* (RCS), serta penghambatan sintesis dinding sel jamur (Bharathi & Lee, 2024). Keberagaman mekanisme ini menegaskan potensi rumput laut sebagai agen antijamur alami yang dapat dikembangkan untuk terapi infeksi jamur yang lebih efektif dan aman. Dukungan terhadap hal ini terlihat pada penelitian Moustafa *et al.* (2023), yang menunjukkan bahwa uji antibiofilm dengan pewarnaan kristal violet secara signifikan menurunkan biomassa biofilm pada inkubasi 48 dan 72 jam, bahkan

melebihi efektivitas *chlorhexidine* sebagai kontrol positif. Aktivitas antijamur tersebut diyakini terjadi akibat kombinasi gangguan struktur sel jamur, penghambatan proliferasi, perubahan morfologi sel, serta stres oksidatif yang diinduksi oleh integrasi senyawa aktif ke dalam lipid membran sel.

Senyawa bioaktif dalam ekstrak *Ulva lactuca* Linnaeus, khususnya flavonoid dan fenol, diketahui memiliki aktivitas antijamur yang bekerja secara sinergis. Senyawa-senyawa ini dapat mengganggu sintesis dinding sel sekaligus merusak integritas membran jamur, sehingga secara efektif menekan pertumbuhan patogen seperti *Candida albicans*. Dinding sel *Candida albicans* terutama terdiri dari β -1,3-glukan dan kitin, yang berperan penting dalam menjaga kekuatan struktural dan kelangsungan hidup sel. Ekstrak metanol *Ulva lactuca* Linnaeus (ULME) dilaporkan mengandung flavonoid dan fenol yang mampu menghambat enzim β -1,3-glukan sintase, sehingga pembentukan dinding sel terganggu. Gangguan ini melemahkan struktur dinding sel dan akhirnya menyebabkan lisis sel jamur (Moustafa *et al.*, 2023).

Resistensi terhadap obat antijamur dan kemampuan membentuk biofilm merupakan faktor virulensi utama yang berperan dalam patogenesis infeksi *Candida*. Penelitian oleh Moustafa *et al.* (2023) menunjukkan bahwa ekstrak metanol *Ulva lactuca* Linnaeus memiliki aktivitas antijamur yang signifikan, terlihat dari kemampuannya menekan pertumbuhan dan mengeliminasi sel *Candida*, sekaligus menghambat pembentukan biofilm tanpa menimbulkan efek sitotoksik pada sel manusia. Namun, kandungan senyawa bioaktif dalam *Ulva lactuca* Linnaeus bersifat variatif dan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Studi Keintjem *et al.* (2019) melaporkan bahwa perbedaan lokasi geografis dan musim

pengambilan sampel dapat memengaruhi komposisi metabolit, sehingga pada beberapa kondisi ekstrak mungkin tidak menunjukkan aktivitas optimal terhadap *Candida albicans*. Meski demikian, efektivitas ekstrak *Ulva lactuca* Linnaeus terhadap *Candida albicans* tetap terbukti, meskipun sering memerlukan konsentrasi yang relatif tinggi. Baik ekstrak etanol maupun metanol mampu menghasilkan zona hambat terhadap *Candida albicans*, dengan efek tertinggi pada konsentrasi 150 mg/mL. Meskipun aktivitas antifungal ini masih lebih rendah dibandingkan nystatin sebagai kontrol positif, efek penghambatan yang dihasilkan tetap signifikan secara biologis (Emad *et al.*, 2022).

Penelitian ini memanfaatkan ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linnaeus sebagai bahan uji dengan *Candida albicans* sebagai mikroorganisme target. Ekstraksi merupakan tahap penting dalam penelitian bahan alam karena menentukan jenis dan jumlah senyawa bioaktif yang diperoleh. Etanol merupakan pelarut yang banyak digunakan karena memiliki polaritas menengah sehingga mampu melarutkan senyawa polar dan semi-polar seperti flavonoid, alkaloid, tanin, fenol, dan saponin serta relatif aman dan bertoksisitas rendah (Harborne, 1998; Azwanida, 2015). Ekstrak etanol diketahui mampu mengekstraksi metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antijamur, terutama senyawa fenolik dan flavonoid yang dapat mengganggu membran sel dan metabolisme jamur (Cowan, 1999).

Aktivitas antijamur dievaluasi melalui parameter biologis, yaitu pengukuran diameter zona hambat menggunakan metode difusi agar dan penentuan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM/MIC). Metode difusi digunakan secara luas untuk menilai aktivitas antijamur karena mampu menunjukkan efektivitas senyawa melalui pembentukan zona hambat. Diameter zona hambat mencerminkan tingkat

sensitivitas mikroorganisme terhadap zat uji sehingga menjadi indikator kuantitatif potensi antijamur. Oleh karena itu, parameter ini digunakan dalam penelitian untuk mengevaluasi aktivitas ekstrak *Ulva lactuca* terhadap *Candida albicans*. Sebagai pembanding, penelitian ini menggunakan kontrol positif berupa antijamur standar *nistatin*, kontrol negatif berupa pelarut DMSO, serta kelompok perlakuan dengan variasi konsentrasi ekstrak. Kehadiran kelompok kontrol ini memungkinkan penilaian efektivitas ekstrak secara objektif dan terukur. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara konsentrasi ekstrak dan intensitas aktivitas antijamur. Diharapkan, penelitian ini dapat memberikan informasi awal mengenai potensi *Uva. lactuca* Linnaeus sebagai kandidat antijamur dari bahan alam, sekaligus menjadi dasar bagi pengembangan lebih lanjut produk fitofarmaka berbasis alga laut untuk pengendalian infeksi jamur.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini bagaimana aktivitas daya hambat ekstrak *Ulva lactuca* Linneus terhadap pertumbuhan *Candida albicans* yang ditunjukkan melalui diameter zona hambat dan uji sumuran MIC?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas daya hambat ekstrak *Ulva lactuca* Linneus terhadap pertumbuhan *Candida albicans* yang ditunjukkan melalui diameter zona hambat dan uji sumuran MIC.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah mengetahui aktivitas daya hambat ekstrak *Ulva lactuca* Linneus terhadap pertumbuhan *Candida albicans* yang ditunjukkan melalui diameter zona hambat dan uji sumuran MIC.

1.5 Batasan Masalah

Batasan Masalah penelitian kali ini sebagai berikut

1. Penelitian ini dibatasi pada pengujian aktivitas daya hambat ekstrak *Ulva lactuca* Linneus terhadap pertumbuhan *Candida albicans* secara in vitro melalui pengukuran diameter zona hambat dan penentuan nilai MIC menggunakan metode sumuran.
2. Pengujian dilakukan secara in vitro di laboratorium Biosafety Level 2 (BSL-2). Penelitian ini tidak mencakup uji in vivo (uji pada hewan atau manusia) untuk melihat efek ekstrak *Ulva lactuca* Linneus. terhadap *Candida albicans*.
3. Penelitian hanya membatasi penggunaan beberapa konsentrasi tertentu dari ekstrak *Ulva lactuca* Linneus. yaitu konsentrasi (100-15 mg/mL) untuk mengukur efektivitas dalam menghambat *Candida albicans*. Variasi konsentrasi ini ditentukan berdasarkan standar laboratorium.
4. Jenis ekstrak yang digunakan adalah ekstrak etanol alga hijau *Ulva lactuca* Linneus.
5. Fokus pengukuran hanya pada zona hambat (diameter zona hambat) sebagai indikator efektivitas anti jamur ekstrak terhadap *Candida albicans*. Konsentrasi hambat minimum, dan analisis statistik.
6. Agen anti jamur standar digunakan sebagai kontrol positif untuk membandingkan efektivitas ekstrak alga. Kontrol negatif (pelarut tanpa bahan aktif) digunakan untuk memastikan hasil bukan akibat dari pelarut atau faktor lain.
7. *Ulva Lactuca* Linneus. yang di peroleh dari Situbondo
8. Isolat *Candida albicans* di peroleh dari Laboratorium Mikrobiologi terpadu UNISMA.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

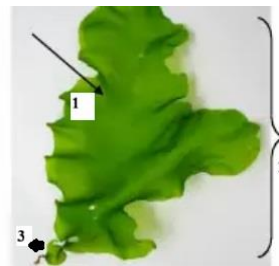
2.1 Taksonomi *Ulva lactuca* Linneus

Makroalga merupakan salah satu sumber daya alam yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan obat herbal. Alga jenis ini bersifat makroskopis, memiliki pertumbuhan relatif cepat, dan dapat dibudidayakan di perairan tawar dengan biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan mikroalga (Budiman, 2024). Makroalga diklasifikasikan berdasarkan ukuran thalusnya yang besar, sehingga dapat diamati secara langsung dengan mata telanjang, dengan panjang bervariasi mulai dari beberapa puluh sentimeter hingga puluhan meter, umumnya $\geq 0,5$ m, bahkan beberapa spesies mampu mencapai panjang hingga 65 m (Pereira, 2021). Seiring meningkatnya pemanfaatan dan budidaya, produksi makroalga dilaporkan mengalami kenaikan dengan laju pertumbuhan sekitar 6–8,7% per tahun dalam beberapa dekade terakhir (González-Meza, 2023). Salah satu jenis makroalga yang sering ditemukan di perairan dangkal berbatu adalah *Ulva lactuca* Linnaeus, atau yang dikenal sebagai selada laut (Kasanah *et al.*, 2021). Spesies ini termasuk dalam kelompok alga hijau (Chlorophyta) dan menjadi salah satu sumber daya hayati laut yang penting di Indonesia.

Ulva lactuca Linnaeus, seperti alga hijau pada umumnya, memiliki struktur sel yang khas dan kompleks. Selnya dilengkapi dengan *kloroplas*, organel yang mengandung klorofil dan berperan penting dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan energi dan metabolit organik. Materi genetik berupa DNA tersimpan di dalam *nukleus*, yang mengatur aktivitas sel, sintesis protein, dan pewarisan sifat. Beberapa jenis alga hijau juga memiliki *flagela*, yaitu struktur seperti cambuk yang berfungsi sebagai alat gerak untuk membantu sel bergerak dalam medium air.

Dinding sel alga hijau terutama tersusun dari *selulosa*, memberikan kekuatan struktural dan proteksi, meskipun beberapa spesies tertentu dapat tidak memiliki dinding sel, sehingga bersifat lebih fleksibel. Untuk cadangan energi, alga hijau menyimpan pati sebagai sumber utama energi, sementara kandungan lemak yang disimpan relatif rendah, sehingga metabolisme alga lebih bergantung pada karbohidrat sebagai bahan bakar dan untuk pertumbuhan (Chasani, 2024). Struktur sel yang kompleks dan kemampuan fotosintesis yang tinggi membuat *Ulva lactuca* menjadi sumber bahan bioaktif dan nutrisi yang potensial untuk berbagai aplikasi, termasuk dalam bidang farmasi dan nutraceutical.

Morfologi dari *Ulva lactuca* Linneus dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 2.1 *Ulva lactuca* Linneus. (Abdukhalik, 2015)

Keterangan : 1. Daun semu, 2. Talus, 3. Akar pelekot

Ulva lactuca mempunyai taksonomi sebagai berikut (Malavenda, 2018)

Kingdom : Plantae

Divisi : Thallophyta

Subdivisi : Algae

Kelas : Chlorophyceae

Ordo : Ulvales

Famili : Ulvaceae

Genus : *Ulva*

Spesies : *Ulva lactuca* Linneus

Secara umum, alga memiliki karakteristik morfologi yang tampak serupa, meskipun secara struktural menunjukkan variasi, sehingga dikelompokkan ke dalam Thallophyta, yaitu kelompok tumbuhan bertalus yang tidak memiliki diferensiasi organ sejati berupa akar, batang, dan daun, melainkan tersusun atas satu struktur utama yang disebut talus. Menurut Mutizabal-Aros *et al.* (2024), talus alga menunjukkan keragaman bentuk, antara lain dikotomus dengan percabangan dua yang berulang, pinicilat dengan percabangan berpasangan dan berlawanan sepanjang talus utama, intrikat dengan percabangan yang melingkari sumbu utama, serta talus yang tidak bercabang. Secara spesifik, *Ulva lactuca* Linnaeus memiliki talus berbentuk lembaran tipis dengan permukaan licin, tepi bergelombang, serta penebalan pada bagian pangkal. Talus ini terkadang tampak transparan dan berwarna hijau terang hingga hijau gelap. Sebagai makroalga, ukuran talus *Ulva lactuca* umumnya berkisar antara 20–30 cm, namun pada kondisi tertentu dapat mencapai panjang hingga 1 m, dengan ketebalan lembaran sekitar 40–200 μm .

Alga ini melekat pada substrat menggunakan struktur perekat berbentuk cakram yang memungkinkan penempelan kuat pada permukaan batuan. Ketebalan talusnya relatif tipis, sekitar 0,1 mm, dengan ukuran yang bervariasi dan tidak beraturan. Organisme ini umumnya tumbuh menempel pada substrat karang mati di wilayah paparan terumbu karang, khususnya pada perairan dangkal dengan kedalaman antara 0,5 hingga 5 meter (Ficología *et al.*, 2023).

Dibandingkan kelompok alga lain, alga hijau dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki komposisi metabolit sekunder yang lebih beragam dan dominan

bersifat antimikroba, seperti flavonoid, alkaloid, tanin, dan fenol. Senyawa-senyawa tersebut diketahui mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme melalui mekanisme kerusakan membran sel, gangguan sintesis dinding sel, serta inhibisi aktivitas enzim patogen. Analisis fitokimia menunjukkan adanya senyawa golongan steroid dengan rumus molekul $C_{21}H_{30}O_4$ dan berat molekul 346 g/mol pada waktu retensi 5,98 menit. Berdasarkan data dari Dr. Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Databases, senyawa golongan steroid diketahui memiliki aktivitas biologis sebagai antimikroba, antiinflamasi, antikanker, dan antiasma (U.S. Department of Agriculture (USDA), 2016).

Aktivitas antimikroba tersebut mendukung dugaan bahwa kandungan steroid dalam ekstrak *Ulva lactuca* berkontribusi terhadap aktivitas antifungi terhadap *Candida albicans* melalui mekanisme gangguan stabilitas membran sel dan peningkatan permeabilitas membran. Dengan demikian, keberadaan senyawa ini memperkuat hasil uji daya hambat yang menunjukkan terbentuknya zona bening pada media uji. Selain itu, *Ulva lactuca* juga mengandung pigmen klorofil a dan b, karotenoid, serta polisakarida sulfat (ulvan) yang memiliki aktivitas antioksidan dan imunomodulator. Dengan komposisi senyawa tersebut, alga ini memiliki potensi sebagai agen antifungi terhadap *Candida albicans* melalui mekanisme penghambatan pertumbuhan maupun kerusakan struktur sel jamur (Mickymaray, S., & Alturaiki, W. 2018).

Sementara itu, alga cokelat lebih banyak mengandung polisakarida struktural seperti fucoidan dan alginat yang berperan sebagai imunomodulator. Alga cokelat kaya akan fucoidan, alginat, laminarin, dan fukosantin. Senyawa fucoidan memiliki aktivitas antikoagulan, antivirus, dan antijamur. Pigmen

fukosantin diketahui bersifat antioksidan kuat dan berpotensi sebagai agen antikanker. Selain itu, kandungan fenolik pada alga coklat relatif lebih tinggi dibanding alga hijau sehingga aktivitas antimikrobanya sering lebih kuat (Gupta & Abu-Ghannam, 2011). sedangkan alga merah didominasi karagenan yang aktivitas antimikrobanya relatif lebih rendah. Alga merah mengandung polisakarida struktural seperti agar, karaginan, dan porfirin. Karaginan memiliki sifat antivirus dan antibakteri, sedangkan pigmen fikobiliprotein bersifat antioksidan. Beberapa spesies alga merah dilaporkan memiliki aktivitas antijamur terhadap jamur patogen kulit dan mukosa (Pramesti, *et al.*, 2024). Oleh karena itu, alga hijau dinilai lebih potensial sebagai sumber kandidat senyawa antijamur alami (Samson *et al.*, 2024).

2.2 Senyawa Metabolit sekunder pada *Ulva lactuca* Linneus

Ulva lactuca Linnaeus diketahui mengandung berbagai Beberapa senyawa metabolit sekunder yang terdapat di dalamnya meliputi alkaloid, flavonoid, dan saponin, tanin, terpenoid, dan steroid. Hal ini sejalan dengan makna QS. An-Nahl ayat 69 yang menegaskan bahwa bahan-bahan alami yang diciptakan oleh Allah SWT memiliki potensi sebagai sumber penyembuhan, termasuk dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme seperti jamur. Aktivitas antijamur ekstrak etanol *Ulva lactuca* terhadap *Candida albicans* yang ditunjukkan dalam penelitian ini selaras dengan prinsip tersebut, meskipun tingkat efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif serta konsentrasi ekstrak yang digunakan.

ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ
لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ٦٩

“Kemudian, wahai lebah, makanlah dari berbagai jenis buah, dan ikutilah jalan-jalan

Tuhanmu yang telah Dia permudah untukmu. Dari perutmu keluar madu dengan berbagai warna, yang di dalamnya terdapat obat bagi manusia. Sesungguhnya, hal itu merupakan bukti kebesaran Allah bagi orang-orang yang mau berpikir.”

Berdasarkan penjelasan Quraish Shihab dalam Tafsir Al-Mishbah (2008) ayat tersebut menegaskan bahwa madu mengandung potensi sebagai sarana penyembuhan bagi manusia, meskipun sumber nektar yang dikumpulkan lebah berasal dari beragam jenis bunga yang tidak seluruhnya bersifat aman atau bermanfaat bagi manusia. Fenomena ini mencerminkan adanya proses penciptaan yang mengandung hikmah dan keteraturan, di mana Allah SWT menghadirkan manfaat melalui mekanisme alam yang kompleks. Dengan demikian, hal tersebut merupakan bukti nyata atas manusia yang memanfaatkan akal dan pikirannya mampu memahami serta merenungkan kekuasaan dan kebesaran Allah SWT. Frasa “*fīhi syifā’ linnās*” sebagaimana ditafsirkan oleh Muhammad Hamid Usman dalam Tafsir *Al-Qurṭubi* (1214) dimaknai sebagai pernyataan bahwa di dalamnya terkandung unsur yang berfungsi sebagai sarana penyembuhan bagi manusia. Kata ganti “*hi*” pada frasa tersebut secara gramatikal merujuk pada madu, sebagaimana disepakati oleh mayoritas ulama (al-jumhūr). Dengan demikian, ayat tersebut menegaskan potensi madu sebagai agen terapeutik. Penafsiran ini diperkuat oleh pandangan lain yang menyatakan bahwa berbagai sediaan farmasi, baik dalam bentuk minuman obat maupun preparat topikal seperti salep dan pasta, secara historis maupun fungsional banyak memanfaatkan madu sebagai bahan dasar dalam proses pengobatan.

Menurut Imam Asy-Syaukani dalam Tafsir *Fathul Qadīr* yang ditakhrij oleh Sayyid Ibrahim (1229), ungkapan “sesungguhnya pada yang demikian itu” merujuk pada fenomena lebah dan madu yang telah diuraikan sebelumnya. Pernyataan

“sesungguhnya hal itu menjadi bukti kebesaran Tuhan bagi mereka yang mau berpikir” dimaknai sebagai penegasan bahwa fenomena tersebut merupakan ayat kauniyah yang dapat dipahami melalui penggunaan akal dan perenungan mendalam terhadap ciptaan Allah SWT. Keberadaan lebah beserta proses biologis dan perilakunya dipandang sebagai ciptaan yang sangat kompleks, teratur, dan rinci, sehingga mencerminkan keagungan serta kekuasaan Allah SWT bagi mereka yang mengamati dan memikirkannya secara rasional dan ilmiah.

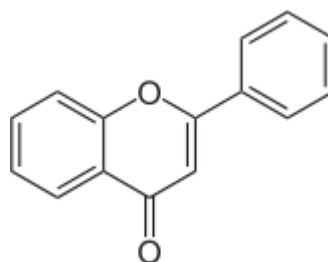
Dari perspektif ilmiah, ayat tersebut dapat dikaitkan dengan fakta bahwa madu mengandung berbagai senyawa antimikroba alami, seperti hidrogen peroksida, flavonoid, dan asam fenolat, yang berperan dalam menekan pertumbuhan bakteri maupun jamur. Dengan demikian, ayat ini bisa dipahami sebagai landasan teologis yang menegaskan bahwa bahan-bahan alami ciptaan Allah SWT memiliki potensi aktivitas antimikroba, termasuk sebagai agen antijamur. Perlu dicatat, efektivitas senyawa-senyawa tersebut dapat berbeda-beda, tergantung pada jenis dan konsentrasi masing-masing senyawa aktif yang terkandung.

Uji fitokimia didasarkan pada prinsip interaksi antara senyawa target dengan reagen tertentu yang spesifik, sehingga memunculkan respons berupa perubahan warna, pembentukan endapan, atau terbentuknya busa sebagai indikator keberadaan senyawa bioaktif (Safutri *et al.*, 2022; Lalopua, 2024). Salah satu contoh pengujian adalah uji flavonoid, yang dilakukan dengan Ekstrak ditambahkan dengan serbuk magnesium dan asam klorida pekat. untuk mereduksi ikatan glikosida flavonoid, sehingga menghasilkan perubahan warna sebagai tanda positif keberadaan senyawa tersebut (Muthmainnah, 2019). Senyawa metabolit sekunder sendiri merupakan kelompok senyawa kimia yang selain bersifat biologis, senyawa ini juga berfungsi

melindungi tumbuhan secara alami dari hama dan penyakit. (Cowan, 1999). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa alga hijau, di dalamnya terdapat metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, alkaloid, tokoferol, dan melatonin, yang berfungsi sebagai antioksidan alami serta memiliki berbagai aktivitas biologis. mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, alkaloid, tokoferol, dan melatonin, yang berfungsi sebagai antioksidan alami serta memiliki aktivitas farmakologis, termasuk sebagai antibakteri, antikanker, dan antifungi, dengan senyawa-senyawa tersebut umumnya terdeteksi dalam ekstrak etanol alga hijau (Dewi *et al.*, 2023).

2.2.1 Flavonoid

Ulva lactuca Linnaeus Penelitian Hudaifah *et al.* (2020) menunjukkan bahwa sampel tersebut mengandung senyawa bioaktif berupa flavonoid. Flavonoid termasuk golongan senyawa polifenol yang memiliki kerangka karbon sebanyak 15 atom, tersusun dalam struktur dasar C₆–C₃–C₆, yakni dua cincin aromatik yang dihubungkan oleh rantai tiga atom karbon, yang dalam beberapa kondisi dapat mengalami siklisasi membentuk cincin heterosiklik tambahan.



Gambar 2.2.1 Struktur dasar Flavonoid (Redha, 2010)

Ulva lactuca Linnaeus dilaporkan memiliki Memperlihatkan efek antioksidan yang signifikan sehingga berpotensi dikembangkan menjadi salah satu sumber antioksidan alami (Windyaswari *et al.*, 2019). Keberadaan flavonoid dalam ekstrak aseton *Ulva lactuca* Linnaeus menunjukkan bahwa senyawa tersebut bersifat polar

dan dapat terekstraksi dengan baik menggunakan pelarut polar. Secara kimia, flavonoid merupakan senyawa polar yang umumnya larut dalam pelarut polar seperti metanol, etanol, aseton, dan air (Harborne, 1987). Di dalam jaringan tumbuhan, flavonoid umumnya ditemukan dalam bentuk aglikon maupun glikosida. Bentuk glikosida memiliki satu atau lebih gugus hidroksil ($-OH$) yang berikatan dengan gugus gula, sehingga meningkatkan kelarutan flavonoid dalam pelarut polar (Nugraha, 2017).

Pada tumbuhan, flavonoid berfungsi sebagai komponen pertahanan fisiologis yang berperan penting dalam menghadapi berbagai bentuk cekaman lingkungan, seperti serangan patogen, paparan radiasi UV-B dan cahaya dengan intensitas tinggi, kondisi kekeringan, suhu rendah, serta tingkat salinitas yang meningkat. Sintesis dan akumulasi flavonoid diketahui meningkat setelah tanaman terpapar radiasi ultraviolet, seiring dengan kemampuannya menyerap panjang gelombang pada spektrum UV. Oleh karena itu, senyawa ini berperan sebagai pelindung alami yang menyerupai mekanisme tabir surya pada jaringan tanaman. Selain fungsi fotoprotektif, flavonoid juga memiliki aktivitas antioksidan dengan kemampuan menetralkan spesies oksigen reaktif (reactive oxygen species/ROS), yang berkaitan dengan keberadaan gugus hidroksil fenolik dalam struktur kimianya (Sisa *et al.*, 2010).

2.2.2 Alkaloid

Ulva lactuca Linneus. diketahui mengandung alkaloid sebagai salah satu komponen kimia utamanya (Sukrawati, 2024). Alkaloid merupakan kelompok metabolit sekunder yang ditandai oleh keberadaan atom nitrogen dalam strukturnya dan banyak dijumpai pada jaringan tumbuhan. Hasil skrining fitokimia yang dilakukan

oleh Elmegeed *et al.* (2014) terhadap ekstrak kasar alga hijau *Ulva lactuca* Linneus. menunjukkan bahwa kadar alkaloid mencapai $79,58 \pm 4,5$ mg per 100 g bobot kering. Nilai tersebut relatif tinggi apabila dibandingkan dengan kandungan metabolit sekunder lain yang terdeteksi, seperti flavonoid sebesar 2,36 mg/100 g dan saponin sebesar 0,03 mg/100 g, sehingga menegaskan dominasi alkaloid dalam komposisi fitokimia alga tersebut.

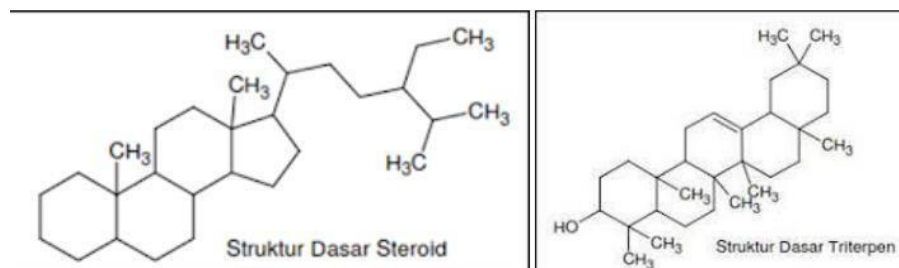
Alkaloid merupakan senyawa bioaktif dari tumbuhan yang memiliki beragam aktivitas farmakologis, termasuk sebagai modulasi sistem imun yang mampu menekan pertumbuhan bakteri, virus, jamur, dan sel kanker (Olivia *et al.*, 2004). Mekanisme antimikroba alkaloid meliputi penghambatan enzim esterase, DNA dan RNA polimerase, serta gangguan pada proses respirasi sel, selain kemampuan interkalasi langsung dengan DNA (Aniszewski, 2007). Khusus pada aktivitas antifungi, alkaloid diketahui merusak integritas membran sel jamur melalui ikatan dengan ergosterol, sehingga terbentuk pori yang menyebabkan kebocoran komponen intraseluler dan kematian sel (Setiabudy *et al.*, 2007). Selain itu, alkaloid juga mengganggu sintesis dinding sel dengan menargetkan komponen strukturalnya, sehingga pembentukan dinding sel tidak sempurna dan mengakibatkan lisis serta kematian sel jamur (Sari *et al.*, 2022).

2.2.3 Saponin

Ulva lactuca Linnaeus mengandung saponin, salah satu metabolit sekunder yang umum terdapat pada berbagai alga laut dan dikenal memiliki berbagai aktivitas biologis (Feroz, 2018). Saponin merupakan senyawa glikosida yang tersusun dari aglikon hidrofobik umumnya berupa triterpenoid atau steroid—yang melekat pada satu atau beberapa gugus gula hidrofilik. Struktur amfipatik ini

memungkinkan saponin berinteraksi dengan membran sel, sehingga menimbulkan efek biologis seperti antibakteri, antijamur, antiinflamasi, dan antikanker (Feroz, 2018). Secara kimia, saponin mampu membentuk busa dan tersusun dari aglikon polisiklik yang terikat pada satu atau lebih gugus gula (Majinda, 2012). Ekstraksi saponin dari bahan alam dilakukan dengan memindahkan zat terlarut dari matriks tanaman ke pelarut, umumnya pelarut polar seperti metanol, dan identifikasinya dapat dilakukan dengan mengamati terbentuknya busa stabil pada ekstrak. Kelimpahan saponin pada tumbuhan tingkat tinggi menjadikannya banyak dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional sebagai agen terapeutik (Wink, 2015; Yanuartono, 2017).”

Saponin merupakan senyawa glikosida dengan konfigurasi kompleks. bermassa bersifat bermolekul besar yang banyak ditemukan pada tumbuhan, beberapa organisme laut sederhana, serta sejumlah bakteri. Senyawa ini bersifat polar sehingga larut dengan mudah dalam air, tetapi tidak dapat dilarutkan dalam pelarut non-polar seperti eter (Aswin, 2008).



a). Struktur Dasar Steroid

b). Struktur Dasar Triterpenoid

Gambar 2.2.3 (a) struktur saponin tipe Steroid dan (b) struktur saponin tipe Triterpenoid (Robinson, 1995)

Saponin adalah glikosida yang memiliki inti aglikon steroid atau triterpenoid dengan satu atau beberapa gugus glikosil, biasanya pada posisi C3, meskipun beberapa memiliki dua rantai gula pada posisi C3 dan C17 (Putri et al., 2023). Saponin steroid banyak terdapat pada monokotil seperti Sansevieria (Agavaceae) dan Gadung (Dioscoreaceae), dan hidrolisisnya menghasilkan saraponin (Hostettmann, 1995). Sementara itu, saponin triterpenoid tersebar pada dikotil seperti kacang-kacangan (Leguminosae) dan Pinang (Araliaceae), dan hidrolisisnya menghasilkan sapogenin. Senyawa ini berperan sebagai mekanisme pertahanan alami tumbuhan terhadap stres lingkungan dan serangan patogen (Yanuartono, 2017).

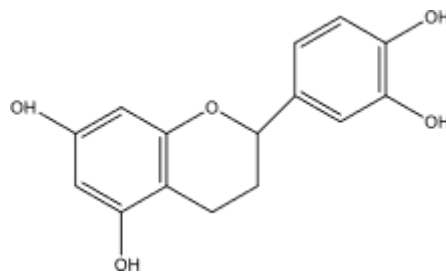
Saponin menunjukkan beragam aktivitas farmakologis tergantung jenisnya. Saponin steroid memiliki potensi terapeutik terhadap reumatik, anemia, diabetes, sifilis, impotensi, dan efek antifungi, sedangkan saponin triterpenoid bersifat antibakteri, antijamur, antiinflamasi, dan ekspektoran (Evans, 2002). Selain itu, saponin juga memiliki sifat hemolitik, antivirus, sitotoksik atau antikanker, antiprotozoa, hipokolesterolemik, serta berperan melindungi tumbuhan dari jamur dan serangga (Yanuartono, 2017; Suparjo, 2008). Mekanisme antibakterinya berkaitan dengan sifat permukaannya yang menyerupai deterjen, sehingga merusak permeabilitas membran sel, mengganggu stabilitas membran sitoplasma, dan menyebabkan kebocoran isi sel hingga kematian bakteri (Sani, 2013; Sudarmi, 2017).

2.2.4 Tanin

Ulva lactuca Linneus mengandung tanin sebagai salah satu metabolit sekunder aktif (Windyaswari, 2019). Tanin, termasuk senyawa polifenol, memiliki

berbagai aktivitas biologis seperti astringen, antibakteri, antidiare, dan antioksidan. Analisis fitokimia menunjukkan keberadaan tanin bersama senyawa lain seperti alkaloid, flavonoid, fenol hidrokuinon, dan steroid, dengan ekstrak menunjukkan aktivitas antioksidan signifikan ($IC_{50} 48,64 \pm 0,65$ ppm) (Nurjanah *et al.*, 2023). Studi lain menyebutkan ekstrak metanol *Ulva lactuca* memiliki kadar tanin tertinggi, yang berperan penting dalam aktivitas antioksidannya (Whankatte & Ambhore, 2019). Secara kimia, tanin adalah senyawa organik kompleks (500–3000 g/mol), sulit dikristalkan, mampu membentuk ikatan dengan protein dan biopolimer, serta berfungsi sebagai antioksidan biologis melalui struktur cincin benzena yang terikat gugus hidroksil (Ryanata, 2015; Noer *et al.*, 2018).

Tanin merupakan senyawa metabolit sekunder dengan aktivitas biologis yang beragam, antara lain berperan sebagai astringen, antibakteri, antidiare, dan antioksidan. Secara struktural, tanin dibagi menjadi dua tipe utama, yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi, masing-masing dengan sifat kimia dan mekanisme kerja yang berbeda (Hersila & Si, 2023).



Gambar 2.2.4 Struktur Tanin (Robinson, 1995)

Tanin pada tumbuhan terbagi menjadi dua jenis utama, yakni tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis, dengan dominasi tanin terkondensasi pada sebagian besar spesies tumbuhan (Thoriq *et al.*, 2024). Tanin terhidrolisis, seperti

ellagitanin dan asam tanin, memiliki aktivitas antibakteri yang signifikan. Ellagitanin bekerja dengan mengikat protein pada dinding sel bakteri, menyebabkan lisis sel, serta memfiksasi ion besi yang penting untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri. Sementara itu, efektivitas antibakteri asam tanin dipengaruhi oleh jumlah gugus hidroksil yang terkandung dalam molekulnya. Dengan demikian, kandungan dan struktur tanin dalam suatu tumbuhan secara langsung berkontribusi terhadap kemampuan antibakterinya (Sari *et al.*, 2022).

2.3 Metode ekstraksi

Ekstraksi adalah tahap krusial dalam penelitian bahan alam, terutama untuk memperoleh senyawa bioaktif dari tumbuhan, alga, maupun mikroorganisme. Dalam bidang farmakologi dan mikrobiologi, ekstraksi berfungsi untuk mengisolasi metabolit sekunder yang berpotensi memiliki aktivitas biologis, seperti efek antijamur, antibakteri, atau antioksidan (Harborne, 1998). Proses ini dilakukan dengan pemilihan pelarut yang disesuaikan dengan sifat kimiawi senyawa target untuk memastikan efisiensi isolasi.

Dalam penelitian fitokimia, maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang paling umum diterapkan. Teknik ini melibatkan perendaman serbuk bahan kering ke dalam pelarut pada suhu terkontrol atau suhu ruang selama jangka waktu tertentu, biasanya 24–72 jam. Keunggulan metode maserasi terletak pada kesederhanaannya, efisiensi untuk skala laboratorium, serta kemampuannya menjaga kestabilan senyawa yang sensitif terhadap panas (Ghani, 2005). Pada *Ulva lactuca* Linneus, pendekatan ini efektif untuk mengekstraksi dan mempertahankan senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, tanin, dan fenol, yang mayoritas bersifat polar dan larut dalam pelarut polar.

Etanol 96% banyak digunakan sebagai pelarut ekstraksi bahan alam karena efektif mengekstraksi senyawa polar hingga semi-polar, bersifat food grade, relatif aman, dan memiliki titik didih rendah sehingga mempermudah pemekatan ekstrak (Makkar *et al.*, 2007). Dalam metode maserasi, serbuk kering *Ulva lactuca* Linneus direndam dalam etanol 96% (rasio 1:20 w/v) selama tiga hari pada suhu ruang (25–27°C). Setelah perendaman, larutan disaring, dan pelarut diuapkan dengan rotary evaporator pada suhu 40–50°C hingga terbentuk ekstrak kental, yang kemudian digunakan untuk uji aktivitas antijamur terhadap *Candida albicans*. Keberhasilan ekstraksi dipengaruhi faktor seperti jenis pelarut, lama perendaman, suhu, dan ukuran partikel, sehingga optimalisasi kondisi ekstraksi penting untuk memperoleh senyawa bioaktif dengan kuantitas dan kualitas maksimal (Sasidharan *et al.*, 2011).

2.4 Keputihan

Keputihan (vaginal discharge, leukorrhea, atau flour albus) adalah pengeluaran cairan dari vagina yang dapat bersifat normal atau abnormal. Keputihan normal ditandai cairan jernih, tidak berbau, dan tidak menimbulkan gatal atau nyeri, sebagai bagian dari fisiologi wanita sehat. Sebaliknya, keputihan abnormal biasanya disebabkan infeksi bakteri, jamur, atau parasit, ditandai peningkatan volume, perubahan warna, rasa gatal, nyeri, dan bau tidak sedap (Marhaeni, 2016). Kondisi ini sering menjadi gejala penyakit reproduksi seperti vaginitis, kandidiasis, dan trikomoniasis, sehingga memerlukan penanganan tepat untuk mencegah komplikasi pada organ reproduksi (Sugiharti, 2025).

Dalam perspektif syar'i, keputihan abnormal dianggap sebagai najis dan menuntut perempuan untuk tidak melakukan hubungan suami-istri hingga kondisi tersebut bersih. Sebaliknya, keputihan normal tidak menimbulkan gangguan,

ditandai dengan cairan yang jernih, tidak berbau, serta Cairan ini tidak menimbulkan rasa gatal maupun nyeri, sedangkan keputihan patologis yang merupakan kondisi medis yang memerlukan perhatian serius, karena jika tidak ditangani, dapat memicu berbagai gangguan dan penyakit pada organ reproduksi wanita (Sugiharti, 2025).

2.5 *Candida albicans*

Candida albicans adalah jamur patogen yang sering menginfeksi manusia, menyebabkan kandidiasis yang bisa bersifat akut maupun subakut dan menyerang berbagai organ, termasuk mulut, vagina, kulit, kuku, paru-paru, dan saluran pencernaan (Jawetz, 1996). Infeksi ini umum di daerah tropis seperti Indonesia karena kelembaban tinggi dan sanitasi yang kurang mendukung. *Candida albicans* merupakan spesies oportunistik utama yang menyebabkan berbagai bentuk kandidiasis, termasuk vulvovaginitis kandidiasis (VVC) pada wanita usia reproduktif, kandiduria, dan kandidiasis gastrointestinal yang berpotensi komplikasi serius (Marbun, 2021; Gaziano *et al.*, 2023). Di rongga mulut, *Candida albicans* dapat berkembang sebagai yeast maupun hifa, di mana hifa berperan dalam menembus sel epitel dan merusak jaringan. Faktor lingkungan seperti penggunaan gigi tiruan, pH saliva, interaksi antar spesies *Candida*, dan merokok mendorong transformasi ini, yang terkadang asimtomatik (Debby & Fitria, 2022; Samaranayake, 2015). Organisme ini juga dapat menyebabkan kandidiasis diseminata yang mengancam nyawa (Van de Veerdonk *et al.*, 2010).

Candida albicans menunjukkan pertumbuhan yang dalam rentang suhu 25–37°C ketika dikultur di media pembiakan sederhana, tampil berwujud sel oval dan memperbanyak diri dengan cara bertunas, dengan spora yang dikenal sebagai

blastospora atau sel ragi. Analisis mikroskopis mengungkapkan morfologi jamur ini berupa pseudohifa yang terbentuk dalam kelompok di sekitar blastokonidia bulat bersepta, *Candida albicans* memiliki sel berukuran panjang 3–7 μm dan lebar 3–14 μm . Spesies ini dapat membentuk hifa semu berupa rantai bercabang dari blastospora, sekaligus mampu menghasilkan hifa sejati (Umboro *et al.*, 2022). Identifikasi *Candida albicans* biasanya dilakukan dengan mengamati pembentukan tabung germinal (germ tubes) dalam serum atau terbentuknya spora berdinding tebal besar yang disebut khlamidospora (Lee *et al.*, 1999).

Pertumbuhan mikroorganisme berlangsung melalui beberapa fase, yaitu fase lag, eksponensial (log), stasioner, dan kematian. Pada fase lag, sel beradaptasi terhadap lingkungan tanpa terjadi pembelahan, sedangkan pada fase eksponensial sel mengalami pembelahan aktif dan metabolisme berlangsung maksimal. Fase stasioner terjadi ketika laju pertumbuhan sel seimbang dengan laju kematian akibat keterbatasan nutrisi dan akumulasi metabolit, sementara fase kematian ditandai dengan penurunan jumlah sel hidup secara progresif (Madigan *et al.*, 2018). Sensitivitas mikroorganisme terhadap senyawa antimikroba dipengaruhi oleh fase pertumbuhan tersebut, di mana sel umumnya paling rentan pada fase eksponensial karena proses sintesis dinding sel, protein, dan asam nukleat berlangsung aktif (Tortora *et al.*, 2020). Oleh karena itu, dalam pengujian aktivitas antijamur secara *in vitro*, inokulum biasanya disiapkan dari kultur muda agar berada pada kondisi fisiologis optimal. Prinsip ini menjadi dasar penting dalam penelitian aktivitas antijamur ekstrak bahan alam, termasuk pengujian ekstrak *Ulva lactuca* terhadap *Candida albicans*, karena penggunaan kultur aktif memungkinkan pengamatan efek hambatan pertumbuhan yang lebih akurat dan representatif terhadap potensi

bioaktivitas ekstrak.

2.6 Anti jamur

Antijamur adalah senyawa yang mampu menekan pertumbuhan atau mematikan jamur dengan cara mengganggu proses metabolisme pada jamur patogen yang merugikan manusia, sejalan dengan firman Allah dalam Surah Al-Jatsiyah ayat 13.

وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمُوتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ١٣

“Dia telah menundukkan bagi manusia segala yang ada di langit dan di bumi, semuanya sebagai rahmat dari-Nya. Sesungguhnya hal ini merupakan tanda kebesaran Allah bagi orang-orang yang menggunakan akal dan merenungkan-Nya.”

Menurut Asy-Syaukani (1921) dalam *Tafsir Fathul Qadir*, yang ditakhriz oleh Ibrahim (1223), istilah “sakhara” merujuk pada penundukan seluruh ciptaan Allah di langit dan Di bumi, semua ciptaan Allah ditundukkan untuk memenuhi kebutuhan dan kemaslahatan manusia. Penundukan ini mencakup berbagai unsur alam yang berperan secara ekologis dan fisik, seperti matahari, bulan, bintang, cahaya, hujan, awan, dan angin, yang bekerja secara teratur untuk menjaga kelangsungan hidup dan kesejahteraan manusia.

Menurut Ash-Shiddieqy (1996) dalam *Tafsir An-Nuur*, Allah menundukkan seluruh elemen ciptaan di langit dan di bumi untuk menunjang kesejahteraan manusia. Dengan akal dan kemampuan berpikir yang dianugerahkan, manusia dapat memanfaatkan sumber daya alam tersebut secara optimal, termasuk eksplorasi laut, udara, maupun daratan. Fenomena ini mencerminkan tanda-tanda kebesaran dan kekuasaan Allah bagi individu yang mengamati dan merenungkan

keteraturan alam secara ilmiah.

Menurut Sihab (2008) dalam *Tafsir Al-Misbah*, istilah “sakhkhara” atau “menundukkan” merujuk pada pengaturan seluruh ciptaan, baik benda mati maupun makhluk hidup, Semua ciptaan Allah bekerja dalam suatu sistem yang teratur, sehingga manusia dapat memanfaatkannya secara optimal. Ayat ini menegaskan, ‘Sesungguhnya dalam hal itu terdapat tanda-tanda bagi kaum yang berpikir,’ yang menunjukkan bahwa hanya mereka yang merenungkan ciptaan Allah dengan akal yang mampu memahami kebesaran dan kasih sayang-Nya. Penundukan seluruh makhluk di langit dan bumi bertujuan agar manusia dapat memanfaatkannya dalam menjalankan tugas sebagai khalifah di bumi.

Hal ini menekankan kewajiban manusia untuk berusaha mengeksplorasi dan memanfaatkan potensi ciptaan Allah melalui keinginan untuk memahami sebagian ilmu-Nya. Sejak zaman dahulu hingga kini, manusia terus mengembangkan pengetahuan untuk memanfaatkan alam semesta, sehingga seiring berjalannya waktu, semakin banyak rahasia ciptaan Allah yang dapat diketahui dan dimanfaatkan untuk kesejahteraan hidup. Meski demikian, pengetahuan manusia sejauh ini baru mencakup sebagian kecil dari ilmu Allah yang hakiki (*Tafsir Kemenag*).

Ciptaan Allah di langit seperti matahari, bulan, bintang, awan, angin, dan hujan serta ciptaan-Nya di bumi, termasuk tumbuhan, hewan, gunung, dan lautan, tidak hanya menjadi rahmat dan karunia bagi manusia, tetapi juga bukti nyata kebesaran dan kekuasaan-Nya. Hal ini menegaskan bahwa Allah adalah Zat Yang Maha Esa, satu-satunya Tuhan yang selalu memelihara seluruh makhluk dan tidak dapat disekutukan dengan apapun. Pemahaman terhadap hal ini hanya dapat dicapai

melalui pengamatan yang teliti, pemikiran rasional, dan kesungguhan dalam mencari kebenaran. Dengan menelaah keterkaitan dan saling ketergantungan antara berbagai makhluk, dapat disimpulkan bahwa setiap elemen alam saling berinteraksi secara terpadu dan tidak dapat berdiri secara terpisah (*Tafsir Kemenag*).

Antijamur bekerja melalui dua mekanisme utama: fungisidal, yang membunuh jamur langsung, dan fungistatik, yang hanya menghambat pertumbuhannya. Terapi infeksi jamur bertujuan menyingkirkan patogen sekaligus memulihkan flora normal kulit dan mukosa (Labiqah & Marantika, 2021). Salah satu target utama antijamur adalah ergosterol, komponen penting membran sel jamur. Antijamur polien mengikat ergosterol dan kanal ion membran, meningkatkan permeabilitas membran, menyebabkan kebocoran ion, dan memicu kematian sel. Antijamur azol menghambat enzim 14- α -demethylase, mengganggu sintesis ergosterol, merusak permeabilitas membran, dan menghentikan pertumbuhan sel, contohnya ketokonazol, flukonazol, dan itrakonazol (Heeres et al., 2010).

Obat antijamur yang menargetkan sintesis asam nukleat, seperti 5-flusitosin (5-FC), menghambat perpanjangan rantai RNA dan pembentukan DNA dengan mengganggu aktivitas enzim penting di dalam sel jamur. Dinding sel jamur, tersusun dari mannoprotein, kitin, dan glukan, menjaga bentuk, kekakuan, dan metabolisme sel. Ekinokandin, sebagai antijamur penghambat dinding sel, menekan sintesis β -1,3-glukan sehingga merusak struktur dinding dan menyebabkan lisis sel (Mela, 2022).

2.7 DMSO (Dimetil sulfoksida)

Dimetil sulfoksida (DMSO) merupakan pelarut organik polar aprotik yang

luas digunakan dalam penelitian biologi dan farmasi karena kemampuannya melarutkan senyawa polar maupun nonpolar. Sifat ini menjadikan DMSO efektif untuk melarutkan metabolit sekunder dari berbagai bahan alam, termasuk ekstrak tumbuhan dan alga (Galvao *et al.*, 2014). Dalam uji aktivitas antimikroba *in vitro*, DMSO berperan baik sebagai pelarut maupun sebagai kontrol negatif, karena pada konsentrasi rendah ($\leq 1-2\%$) ia tidak menunjukkan aktivitas antijamur atau antibakteri yang signifikan, sehingga hambatan pertumbuhan mikroba dapat diatribusikan pada ekstrak uji (Santos *et al.*, 2018). Namun, pada konsentrasi tinggi, DMSO dapat bersifat sitotoksik dan mengganggu pertumbuhan mikroorganisme, sehingga penggunaannya harus dibatasi untuk menjaga validitas hasil pengujian (Yoshida & Krug, 2020).

DMSO memiliki rumus molekul C_2H_6OS dan berat molekul 78,13 g/mol, dengan struktur yang terdiri dari satu atom sulfur yang berikatan dengan dua gugus metil ($-CH_3$) dan satu atom oksigen melalui ikatan rangkap ($S=O$). Secara geometris, molekul ini berbentuk trigonal piramida akibat adanya pasangan elektron bebas pada atom sulfur. Senyawa ini berbentuk cairan bening tak berwarna, memiliki titik didih tinggi sekitar $189^\circ C$, dan densitas $\pm 1,095 \text{ g/cm}^3$ pada suhu kamar. Dengan sifat pelarut universalnya, DMSO kerap digunakan dalam penelitian biologi dan kimia, termasuk pada uji aktivitas antijamur dan antimikroba, biasanya pada konsentrasi rendah (0,1–1%) untuk menghindari efek toksik terhadap mikroorganisme uji (Santos *et al.*, 2021).

2.8 Uji aktivitas anti jamur ekstrak *Ulva lactuca* Linneus. secara *in vitro* terhadap *Candida albicans*

Perlakuan dengan menggunakan dua metode *Disk diffusion* (difusi cakram)

dan microdilution.

1. Metode *Disk Diffusion* (Difusi Cakram):

Aktivitas antijamur dievaluasi menggunakan metode difusi cakram, dengan kertas cakram berisi ekstrak *Ulva lactuca* Linneus diletakkan pada media agar yang diinokulasi *Candida albicans*. Inokulum disiapkan dengan suspensi *C. albicans* dalam larutan salin steril sesuai standar McFarland 0,5 ($\pm 1-2 \times 10^6$ CFU/mL) dan diratakan di permukaan media Sabouraud Dextrose Agar sebelum penempatan cakram berdiameter 6 mm sebagai sampel uji (Jeon *et al.*, 2021; Raj *et al.*, 2016).

Kertas cakram steril direndam dalam berbagai konsentrasi ekstrak *Ulva lactuca* Linneus (100–1000 µg/mL) lalu diletakkan di media agar yang diinokulasi *Candida albicans* (Raj *et al.*, 2016). Kontrol positif menggunakan antijamur standar (nistatin atau ketokonazol), sedangkan kontrol negatif menggunakan pelarut ekstrak (etanol) untuk memastikan pelarut tidak memengaruhi pertumbuhan jamur (Saidani *et al.*, 2012). Cawan Petri diinkubasi pada 35–37°C selama 24–48 jam, kemudian diamati zona bening di sekitar cakram sebagai indikator hambatan pertumbuhan, dengan diameter zona menunjukkan efektivitas ekstrak (Raj *et al.*, 2016).

2. Microdilution:

Metode ini digunakan untuk menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (Minimum Inhibitory Concentration/MIC) ekstrak alga hijau terhadap *Candida albicans* dengan menambahkan ekstrak secara langsung ke dalam media cair. Sebagai kontrol positif, dilakukan penambahan agen antijamur standar, seperti nystatin, untuk membandingkan tingkat penghambatan pertumbuhan. Kontrol

negatif dilakukan menggunakan pelarut saja, guna memastikan bahwa pelarut tidak memengaruhi pertumbuhan *Candida albicans*. Mikroplate kemudian diinkubasi pada suhu 35–37°C selama 24–48 jam dalam kondisi tertutup dan gelap (Barchiesi et al., 1994). Setelah inkubasi, MIC ditentukan dengan mengamati kekeruhan di setiap sumur; sumur yang tetap jernih menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan. Konsentrasi terendah ekstrak yang menghasilkan sumur jernih dianggap sebagai MIC, yang menandakan tidak adanya pertumbuhan jamur pada kondisi tersebut (Pfaller et al., 1995).

2.9 MIC (*Minimum Inhibitory Concentration*) dan zona hambat.

Konsentrasi Hambat Minimum (MIC) adalah kadar terendah suatu senyawa antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada media padat atau cair (El Moussaoui et al., 2019; CLSI, 2012). Penentuan MIC dilakukan melalui metode dilusi, dan semakin rendah nilai MIC, semakin tinggi kemampuan senyawa dalam menekan pertumbuhan mikroba (Balouiri et al., 2016). Dalam studi antijamur, termasuk terhadap *Candida albicans*, MIC menunjukkan konsentrasi terendah senyawa bioaktif yang efektif menghambat pertumbuhan jamur (Pfaller et al., 2012).

Selain MIC, uji zona hambat merupakan teknik penting untuk menilai aktivitas antijamur. Zona hambat adalah area bening di sekitar sumur atau cakram yang mengandung ekstrak pada media agar yang diinokulasi jamur uji, biasanya menggunakan metode agar well diffusion atau disk diffusion (Valgas et al., 2007). Pada disk diffusion, diameter zona menunjukkan efektivitas antimikroba dan dikategorikan sebagai lemah (<10 mm), sedang (10–20 mm), dan kuat (>20 mm) (Davis & Stout, 1971), sehingga memberikan penilaian kuantitatif kemampuan

senyawa bioaktif menekan pertumbuhan jamur.

Pengujian zona hambat bersifat kualitatif hingga semi-kuantitatif karena hanya menunjukkan keberadaan efek penghambatan dan memperkirakan intensitasnya. Hasil interpretasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk konsentrasi senyawa uji, kemampuan difusi senyawa dalam media, jenis pelarut, serta karakteristik mikroorganisme uji. Untuk mendapatkan penilaian yang lebih akurat mengenai aktivitas antimikroba, uji zona hambat biasanya dipadukan dengan penentuan *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) (Balouiri *et al.*, 2016). Zona hambat memberikan indikasi awal secara cepat mengenai potensi antijamur, sedangkan MIC menyajikan data kuantitatif mengenai konsentrasi minimum yang efektif menekan pertumbuhan jamur. Kombinasi kedua metode ini memberikan evaluasi yang komprehensif dan sering diterapkan dalam penelitian bioaktivitas antijamur dari ekstrak tumbuhan, alga, maupun mikroorganisme lain (Ahmad & Aqil, 2007).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian *experimental laboratories* menggunakan percobaan jenis Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yaitu faktor konsentrasi ekstrak *Ulva lactuca* Linneus. Jenis perlakuan berdasarkan konsentrasi, banyaknya 3 kali ulangan untuk memperoleh hasil yang valid secara statistik.

Tabel 3.1 Perlakuan dan Konsentrasi Ekstrak Etanol *Ulva lactuca* Linneus.

Kode	Perlakuan	Konsentrasi (mg/mL)
T1	Kontrol Positif (Nystatin)	Nystatin 0,04 µg
T2	Kontrol Negatif (DMSO)	DMSO 7,5 mL
T3	Ekstrak Ulva — K1 (100%)	1,5 mg/mL
T4	Ekstrak Ulva — K2 (75%)	1,125 mg/mL
T5	Ekstrak Ulva — K3 (50%)	0,75 mg/mL
T6	Ekstrak Ulva — K4 (25%)	0,375 mg/mL
T7	Ekstrak Ulva — K5 (15%)	0,22 mg/ mL

Perlakuan yang digunakan disini adalah

1. Kontrol positif: cakram direndam dalam nistatin
2. Kontrol negatif: cakram direndam hanya dengan pelarut (DMSO).

Perlakuan dilakukan berdasarkan konsentrasi ekstrak *Ulva lactuca* Linneus., diantaranya: Konsentrasi ekstrak yang digunakan dibuat dalam seri pengenceran 100 mg/mL, 75 mg/mL, 50 mg/mL, 25 mg/mL, 15 mg/mL. Pengenceran dilakukan secara 3 kali lipat (dilution factor 1:3), dari konsentrasi tinggi ke rendah, menggunakan pelarut seperti DMSO.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dengan judul “Analisis antijamur ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus. Penghambat jamur *Candida albicans*” dilaksanakan pada bulan September-Desember 2025 dan bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Terpadu UNISMA

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Peralatan yang digunakan diantaranya oven, blender, ayakan yang berukuran mesh 90 inch, *maserator*, neraca analitik, spatula, erlenmeyer, beaker glass, *micro pipet*, pipet volume, bola hisap, corong pisah, *rotary evaporator*, labu alas bulat, *moisture analyzer*, tabung reaksi, corong buchner vacuum, hotplate, vortex, stirer, pengukur zona hambat, *laminar airflow*, autoclave, inkubator.

3.3.2 Bahan

Bahan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ulva lactuca* Linneus. berasal dari Situbondo.

Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah etanol 95%, aquades steril, Isolat *Candida albicans*, DMSO, senyawa antijamur *nistatin*, media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA), *Sabouraud Dextrose Broth* (SDB), kertas cakram, kertas saring, alcohol, aluminium foil, pipet tips, NaCl.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Preparasi sampel

Alga yang dipilih dikumpulkan, dicuci untuk menghilangkan kotoran, dan dikeringkan. Pengeringan alga merupakan tahap penting untuk mengurangi kadar air dan mencegah degradasi metabolit sekunder. Metode pengeringan yang umum digunakan, menggunakan oven bersuhu rendah dilakukan pada suhu rendah (40–50

°C). Lebih cepat, higienis, dan dapat menjaga kestabilan senyawa aktif jika suhu dijaga tidak terlalu tinggi (Yaich *et al.*, 2011). Alga kering kemudian dihaluskan menjadi bubuk agar mudah diekstraksi. Alga hijau *Ulva lactuca* Linneus. dicuci bersih, kemudian *Ulva lactuca* Linneus. dikeringkan menggunakan oven. *Ulva lactuca* Linneus. kering dihaluskan menggunakan blender. Serbuk alga hijau *Ulva lactuca* Linneus. diayak menggunakan ayakan yang berukuran mesh 90 dalam luasan 1 inch jumlah lubang 90, sehingga ukuran partikel yang dapat melewati saringan tersebut sekitar 282 µm. Semakin tinggi angka mesh, semakin kecil ukuran partikel yang dapat lolos (ASTM E11-06, 2006).

3.3.2 Pembuatan Ekstraksi

Ekstraksi senyawa metabolit sekunder dari alga hijau dapat dilakukan dengan beberapa metode maserasi, bubuk alga direndam dalam pelarut organik etanol PA selama 24-72 jam pada suhu ruang atau dalam suhu terkontrol 25°C (Sobuj *et.al.*, 2021). Proses maserasi dilakukan selama 48 jam pada suhu kamar dengan pengadukan ringan setiap 12 jam untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi. Pemilihan lama waktu maserasi 48 jam didasarkan pada penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kisaran waktu efektif untuk maserasi adalah 24–72 jam. (Santos *et al.*, 2018). Campuran tersebut diaduk secara berkala untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi. Setelah perendaman selesai, larutan diekstraksi dari residu alga melalui penyaringan (menggunakan kertas saring atau kain kasa). Pelarut diuapkan menggunakan *Rotary Evaporator*. Indikator keberhasilan ekstraksi meliputi perubahan warna pelarut, kejenuhan ekstrak, rendemen yang dihasilkan, hasil uji fitokimia, serta analisis kandungan senyawa bioaktif. Perubahan warna menunjukkan adanya senyawa yang larut (Yaich *et al.*, 2011), sedangkan kejenuhan

ekstrak ditandai dengan filtrat yang semakin pucat (Hernández-Carmona *et al.*, 2009). Selain itu, persentase rendemen yang tinggi serta hasil uji fitokimia yang positif menegaskan keberhasilan proses ekstraksi (Kumar & Kaladharan, 2007).

Ekstrak ini siap digunakan untuk menguji aktivitas anti jamur terhadap *Candida albicans* menggunakan metode *disk diffusion* (difusi cakram) dan *microdilution* untuk menentukan kemampuan ekstrak alga dalam menghambat atau membunuh *Candida albicans*.

3.4.3 Pembuatan media

Pembuatan media untuk uji aktivitas antijamur terhadap *Candida albicans* melibatkan persiapan media kultur yang mendukung pertumbuhan jamur, diantaranya media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) atau *Sabouraud Dextrose Broth* (SDB). Media ini memiliki nutrisi yang cocok untuk pertumbuhan *Candida albicans*. Media padat SDA digunakan untuk observasi morfologi koloni dan uji *papper disc*, sedangkan media cair SDB digunakan untuk membuat suspensi sel homogen dan uji visual pada uji MIC *well diffusion*. Berikut adalah metode pembuatan media tersebut:

a. Persiapan *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA)

Dextrose dan peptone dilarutkan dalam 352 mililiter aquades dalam beaker atau wadah kaca besar. Ditimbang bubuk SDA dengan berat 22 gram diaduk hingga semua bahan larut. Panaskan campuran hingga mendidih dengan *hot plate*. Untuk menghindari gumpalan diaduk secara berkala. Sterilisasi campuran dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15-20 menit untuk membunuh kontaminan yang mungkin ada. Setelah disterilisasi, biarkan media mendingin hingga sekitar 45- 50°C. Jika diperlukan, ditambah zat penghambat bakteri, seperti antibiotik, untuk mencegah

pertumbuhan bakteri tanpa mempengaruhi *Candida albicans*. Tuangkan media ke dalam cawan Petri steril hingga mencapai ketebalan sekitar 4 mm. Biarkan agar memadat pada suhu kamar (Saraswathi *et.al.*, 2023).

b. **Penyiapan dan Penyimpanan Media**

Media agar yang telah dituangkan dalam cawan Petri sebaiknya disimpan terbalik (bagian agar di atas), dibungkus dengan kantong plastik dan disimpan dikulkas 2-5°C untuk mencegah kondensasi, kekeringan, dan kontaminasi. Umumnya media agar dapat digunakan selama 2–6 minggu. Jika terdapat endapan, media sebaiknya dihangatkan sedikit dan dihomogenkan kembali sebelum digunakan.

3.4.4 Persiapan culture *Candida albicans*

Isolat *Candida albicans* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Laboratorium Terpadu Universitas Islam Malang (UNISMA). Isolat diremajakan terlebih dahulu pada media Sabouraud Dextrose Agar (SDA) dan diinkubasi pada suhu 30–37°C selama 24 jam hingga diperoleh koloni tunggal yang tumbuh optimal dan menunjukkan karakteristik morfologi khas berwarna putih-krem, berbentuk bulat, halus, dan permukaan agak mengkilat. Koloni tunggal berumur 24–48 jam diambil secara aseptik menggunakan ose steril yang telah dipijarkan hingga berpijar dan didinginkan beberapa detik sebelum digunakan. Koloni tersebut kemudian diinokulasikan ke dalam 5 mL media Sabouraud Dextrose Broth (SDB) steril di dalam tabung reaksi, lalu diinkubasi pada suhu 30–37°C selama 24 jam untuk memperoleh kultur cair dalam fase pertumbuhan aktif.

Setelah inkubasi, kultur cair dihomogenkan dan diambil untuk dibuat suspensi dalam larutan NaCl fisiologis steril 0,85–0,9%. Suspensi dihomogenkan

menggunakan vortex hingga diperoleh kekeruhan yang merata. Standarisasi jumlah sel dilakukan dengan menyesuaikan kekeruhan suspensi hingga setara dengan standar 0,5 McFarland ($\pm 1,5 \times 10^8$ CFU/mL). Penyesuaian dilakukan secara visual dan dikonfirmasi melalui pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 600 nm (OD600) menggunakan spektrofotometer. Untuk memastikan konsentrasi sel sesuai target, dapat dilakukan verifikasi menggunakan metode plate count sesuai prosedur mikrobiologi standar (Forbes et al., 2016). Suspensi jamur yang telah distandarisasi kemudian digunakan sebagai inokulum pada pengujian aktivitas antijamur ekstrak etanol terhadap *Candida albicans* menggunakan metode difusi cakram pada media Potato Dextrose Agar (PDA)

3.4.5 Pembuatan dosis ekstrak *Ulva lactuca* Linneus sebagai antijamur

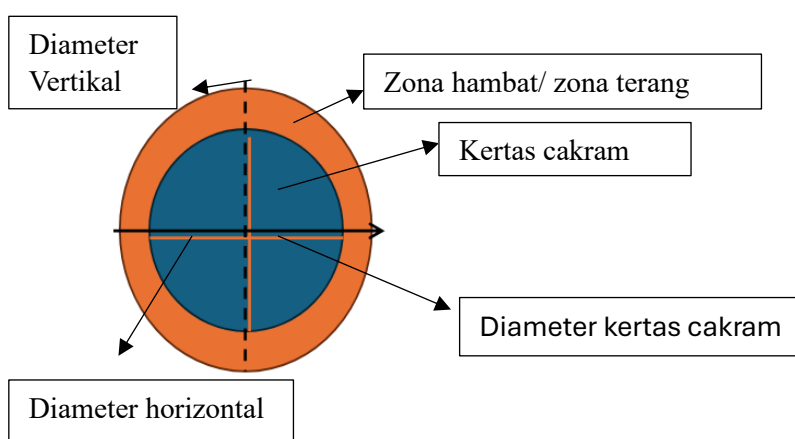
Larutan stok ekstrak alga hijau *Ulva lactuca* Linneus dibuat pada konsentrasi tinggi sebagai larutan induk, kemudian diencerkan untuk memperoleh konsentrasi perlakuan. Pengenceran dilakukan menggunakan metode pengenceran bertingkat (*serial dilution*) dengan pelarut (DMSO) hingga diperoleh variasi konsentrasi uji. Pada penelitian ini digunakan lima konsentrasi ekstrak, yaitu 100 mg/mL, 75 mg/mL, 50 mg/mL, 25 mg/mL, dan 15 mg/mL. Rentang konsentrasi tersebut ditentukan berdasarkan hasil ekstraksi, rendemen ekstrak yang diperoleh, serta mengacu pada literatur yang menyatakan bahwa konsentrasi ekstrak bahan alam untuk uji aktivitas antimikroba umumnya berada pada kisaran 15–1000 mg/mL (Hanie Amin, 2019). Konsentrasi yang menunjukkan adanya zona hambat pada uji awal selanjutnya digunakan sebagai dasar penentuan konsentrasi pada uji lanjutan Minimum Inhibitory Concentration (MIC) dengan metode pengenceran dua kali lipat sesuai pedoman CLSI (2012) dan Santos *et al.* (2018).

3.5 Parameter Pengamatan

3.5.1 Zona Hambat (Diameter Zona Hambat)

Zona hambat merupakan daerah bening di sekitar sumuran pada media agar yang menunjukkan terhambatnya pertumbuhan *Candida albicans* akibat pemberian ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus. Pengujian zona hambat dilakukan menggunakan metode paper disc, sesuai dengan prosedur uji aktivitas antijamur.

Setelah inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C, diameter zona hambat yang terbentuk diukur menggunakan jangka sorong dalam satuan milimeter (mm) seperti terlihat pada gambar 3.5.1. Diameter zona hambat diperoleh dengan mengukur diameter total daerah bening kemudian dikurangi dengan diameter cakram. Nilai diameter zona hambat digunakan sebagai indikator efektivitas anti jamur ekstrak, dimana semakin besar diameter zona hambat menunjukkan semakin kuat aktivitas penghambatan terhadap pertumbuhan *Candida albicans*. Metode ini mengacu pada standar CLSI M44-A2 yang merupakan pedoman internasional untuk pengujian sensitivitas antijamur metode *paper disc* pada khamir, sehingga prosedur dan interpretasi hasil memiliki validitas ilmiah yang terstandarisasi.



Gambar 3.5.1. Cara pengukuran Zona hambat

Diameter Zona hambat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Hasanah & Novian, 2020)

$$d = \frac{(Dv - Dc) + (Dh - Dc)}{2}$$

Keterangan: d. diameter zona hambat, Dh. Diameter horizontal, Dv. Diameter vertical, Dc. Diameter cakram

3.5.2 Konsentrasi Hambat Minimum (KHM)/ MIC

konsentrasi terendah dari ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus. yang masih mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans*. Penentuan KHM dilakukan menggunakan metode pengenceran bertingkat (*broth dilution method*) dengan media cair, mengacu pada standar CLSI M27-A3 untuk pengujian sensitivitas antijamur terhadap jamur *Candida*.

Setiap konsentrasi ekstrak diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C, kemudian diamati secara visual terhadap adanya kekeruhan media sebagai indikator pertumbuhan jamur. Konsentrasi ekstrak yang tidak menunjukkan kekeruhan media atau tidak memperlihatkan pertumbuhan jamur dinyatakan sebagai konsentrasi efektif. Konsentrasi terendah yang masih mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans* ditetapkan sebagai nilai KHM.

Hasil pengamatan terhadap diameter zona hambat dan konsentrasi hambat minimum (KHM) ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus. terhadap *Candida albicans* selanjutnya disajikan dan dianalisis secara rinci pada Bab IV (Hasil dan Pembahasan) untuk mengetahui tingkat efektivitas dan potensi anti jamur ekstrak yang diuji.

3.6 Analisis data

Data hasil uji aktivitas antijamur ekstrak *Ulva lactuca* Linneus terhadap *Candida albicans* dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA (Analysis of Variance). Sebelum analisis ANOVA, dilakukan uji homogenitas varians dan

normalitas data untuk memastikan syarat ANOVA terpenuhi. Analisis dilakukan dengan program SPSS pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Apabila F hitung $< 0,05$, menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan. Data hasil analisis MIC digunakan untuk menentukan konsentrasi *Ulva lactuca* Linneus mulai menghambat pertumbuhan dari *candida albicans* yang berfungsi untuk menentukan efektivitas penghambatan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Aktivitas daya hambat ekstrak *Ulva lactuca* Linneus terhadap pertumbuhan *Candida albicans*

4.1.1 Hasil uji zona hambat *papper disc*

Hasil pengukuran diameter zona hambat ekstrak etanol *Ulva lactuca* terhadap *Candida albicans* pada berbagai konsentrasi, nilai rata-rata dan standar deviasinya tercantum pada Tabel 4.1. Data menunjukkan bahwa ekstrak *Ulva lactuca* efektif menghambat pertumbuhan *Candida albicans* pada konsentrasi 25% hingga 100%, sedangkan pada konsentrasi 15% tidak terbentuk zona hambat. Aktivitas antijamur ini dapat diamati secara visual melalui metode difusi cakram, seperti terlihat pada Gambar 4.1, di mana zona bening di sekitar cakram menandakan penghambatan pertumbuhan jamur. Selain itu, hasil pengamatan menunjukkan adanya hubungan positif antara konsentrasi ekstrak dengan luas dan ketajaman zona hambat, di mana semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin besar dan jelas zona bening yang terbentuk, mengindikasikan efektivitas antijamur yang meningkat.

Hasil uji aktivitas antijamur ekstrak etanol *Ulva lactuca* terhadap *Candida albicans* menggunakan metode *papper disc* ditampilkan secara visual pada Gambar 4.1. Gambar ini memperlihatkan terbentuknya zona bening di sekitar cakram berisi ekstrak pada berbagai konsentrasi, yang menandakan penghambatan pertumbuhan jamur uji. Peningkatan konsentrasi ekstrak menghasilkan zona hambat yang lebih luas dan jelas dibandingkan konsentrasi yang lebih rendah, menunjukkan hubungan positif antara konsentrasi dan efektivitas antijamur. Pada perlakuan kontrol positif, zona hambat yang terbentuk paling besar dan tegas, membuktikan efektivitas antijamur standar dalam menekan pertumbuhan *Candida albicans*. Sebaliknya,

kontrol negatif tidak menunjukkan zona hambat, menegaskan bahwa pelarut yang digunakan tidak berperan dalam penghambatan jamur. Temuan ini menunjukkan bahwa efek antijamur yang diamati sepenuhnya disebabkan oleh senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak etanol *Ulva lactuca*, yang bekerja secara langsung menghambat pertumbuhan koloni *Candida albicans* pada media agar.

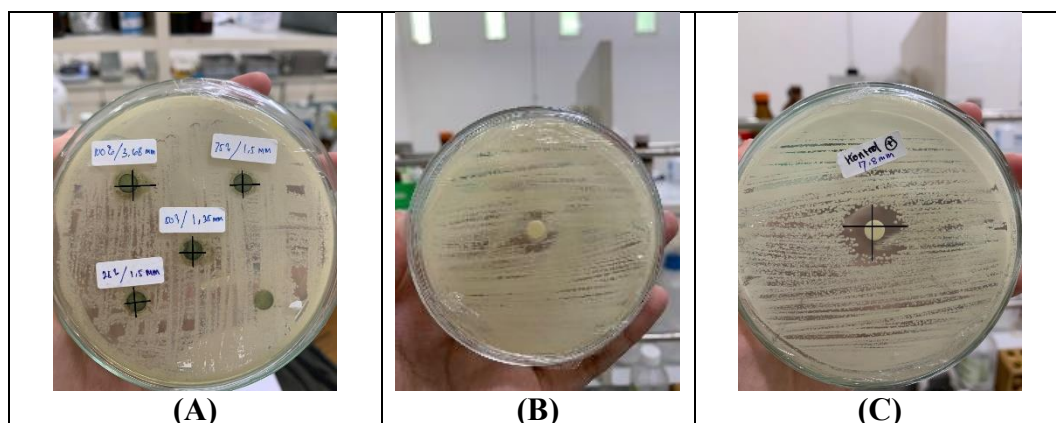
Untuk melengkapi pengamatan visual, data diameter zona hambat disajikan secara kuantitatif pada Tabel 4.1. Analisis menunjukkan bahwa ekstrak etanol *Ulva lactuca* menghasilkan ukuran zona hambat yang bervariasi tergantung pada konsentrasi ekstrak. Secara umum, peningkatan konsentrasi ekstrak diikuti oleh peningkatan rata-rata diameter zona hambat, menunjukkan adanya korelasi positif antara konsentrasi ekstrak dan efektivitas penghambatan pertumbuhan *Candida albicans*. Tabel 4.1 menampilkan nilai rata-rata beserta standar deviasi untuk setiap konsentrasi, yang menegaskan bahwa konsentrasi lebih tinggi tidak hanya memperluas zona hambat tetapi juga meningkatkan kejelasan dan konsistensi efek antijamur. Temuan ini memperkuat bukti bahwa senyawa bioaktif dalam ekstrak bertanggung jawab secara langsung terhadap kemampuan penghambatan jamur uji.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Zona Hambat Standar Deviasi (Output SPSS)

Konsentrasi (%)	Mean (mm)	SD (mm)	Kategori Aktivitas
100	2,69	1,20	Lemah
75	1,16	0,84	Lemah
50	0,68	0,89	Lemah
25	0,51	0,78	Lemah
15	0,00	0,00	Lemah
(+) Nystatin	17,80	—	Sangat kuat
(-) DMSO	0,00	—	Lemah

Keterangan: < 5mm: lemah, 5–10 mm = sedang, 10–20 mm = kuat, >20 mm = sangat kuat.

Analisis data pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus mampu membentuk zona hambat terhadap *Candida albicans* pada konsentrasi 25% hingga 100%, dengan ukuran zona yang meningkat seiring bertambahnya konsentrasi. Konsentrasi tertinggi, yaitu 100%, menghasilkan zona hambat terbesar dengan rata-rata $2,69 \pm 1,20$ mm, sedangkan pada konsentrasi 15% tidak terbentuk zona hambat. Perlakuan kontrol positif menampilkan zona hambat yang luas dan tegas, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan zona hambat sama sekali, mengonfirmasi bahwa media dan prosedur pengujian berada dalam kondisi optimal. Hasil ini yang divisualisasikan pada Gambar 4.1, menegaskan bahwa penghambatan pertumbuhan *Candida albicans* sepenuhnya disebabkan oleh senyawa bioaktif dalam ekstrak, dan menunjukkan adanya hubungan positif antara konsentrasi ekstrak dan efektivitas antijamur. Selain itu, data ini memberikan dasar kuantitatif untuk menentukan konsentrasi efektif ekstrak dalam uji antijamur lebih lanjut.



Gambar 4.1 Zona hambat cakram pertumbuhan *Candida albicans* pada berbagai konsentrasi ekstrak *Ulva lactuca* setelah inkubasi selama 2x24 jam pada suhu 37C

(A. Perlakuan zona hambat cakram, B. Kontrol negatif, C. Kontrol positif)

(Sumber: Data penelitian pribadi 2026)

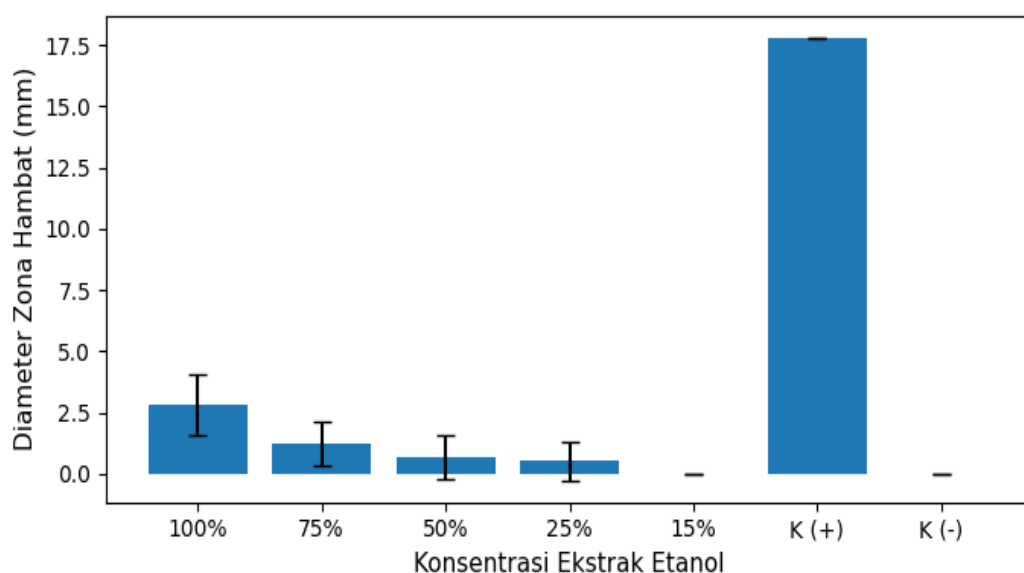
Aktivitas antijamur ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus terhadap *Candida albicans* dievaluasi menggunakan metode difusi cakram, salah satu teknik in vitro yang umum untuk menilai kemampuan antimikroba melalui pembentukan zona hambat di sekitar cakram uji (Balouiri *et al.*, 2016). Hasil terlihat zona bening di sekitar cakram pada Gambar 4.1 berbagai konsentrasi ekstrak, yaitu 100% (3,68 mm), 75% (1,5 mm), 50% (1,30 mm), dan 25% (1,5 mm). Tanda silang berwarna hitam menunjukkan lokasi pengukuran diameter zona hambat yang diamati sebagai indikator aktivitas antijamur. Pengujian menunjukkan bahwa ekstrak efektif membentuk zona hambat pada konsentrasi 25% hingga 100%, dengan diameter tertinggi mencapai 3,65 mm, sedangkan pada konsentrasi 15% tidak terbentuk zona hambat. Perlakuan kontrol positif menghasilkan zona hambat sebesar 17,8 mm, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan penghambatan sama sekali, menegaskan validitas sistem pengujian. Temuan ini mengindikasikan adanya hubungan positif antara konsentrasi ekstrak dan efektivitas penghambatan pertumbuhan *Candida albicans*, sekaligus menegaskan keandalan metode difusi cakram dalam menilai aktivitas antijamur ekstrak (CLSI, 2018). Selain itu, data ini memberikan dasar kuantitatif untuk menentukan konsentrasi ekstrak efektif dalam pengembangan penelitian antijamur lebih lanjut

Menurut kriteria kekuatan antimikroba, diameter zona hambat ≤ 5 mm diklasifikasikan sebagai aktivitas lemah. Oleh karena itu, seluruh konsentrasi ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus yang diuji tergolong memiliki aktivitas antijamur lemah. Secara umum, diameter zona hambat meningkat seiring peningkatan konsentrasi ekstrak, menunjukkan hubungan positif antara konsentrasi dan kemampuan penghambatan pertumbuhan *Candida albicans*. Variasi diameter ini dipengaruhi oleh

konsentrasi senyawa aktif, kemampuan difusi ke media, serta sensitivitas mikroorganisme uji (Jawetz et al., 2016).

Kenaikan diameter zona hambat yang mengikuti peningkatan konsentrasi ekstrak menunjukkan bahwa aktivitas antijamur ekstrak etanol *Ulva lactuca* bersifat dosis-respons (dose-dependent). Konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi meningkatkan jumlah senyawa bioaktif yang berdifusi ke media, sehingga kemampuan ekstrak dalam menghambat pertumbuhan *Candida albicans* juga meningkat (Cowan, 1999).

Data diameter zona hambat disajikan dalam bentuk grafik beserta nilai standar deviasi untuk memfasilitasi interpretasi hasil uji aktivitas antijamur ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus terhadap *Candida albicans*. Gambar 4.2 menampilkan distribusi data secara visual, di mana standar deviasi digunakan untuk menggambarkan pola respons pertumbuhan jamur terhadap peningkatan konsentrasi ekstrak.



Gambar 4.2 Grafik Rerata dan Standar Deviasi Daya Hambat Ekstrak *Ulva lactuca* terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* setelah Inkubasi 48 Jam
(Sumbu X konsentrasi ekstrak *Ulva lactuca*, Sumbu Y diameter zona hambat, error bar standar deviasi)

Analisis Gambar 4.2 dan Tabel 4.1, yang menyajikan nilai rata-rata serta standar deviasi diameter zona hambat, menunjukkan bahwa ekstrak etanol *Ulva lactuca* cenderung meningkatkan ukuran zona hambat seiring dengan peningkatan konsentrasi. Konsentrasi 100% menghasilkan rata-rata zona hambat tertinggi sebesar $2,69 \pm 1,20$ mm, sedangkan konsentrasi yang lebih rendah menampilkan nilai rata-rata yang lebih kecil. Tumpang tindih error bar antar konsentrasi menandakan bahwa perbedaan aktivitas antijamur antar perlakuan belum tampak signifikan secara visual. Meski demikian, hasil ini tetap mengindikasikan potensi aktivitas antijamur ekstrak *Ulva lactuca*, khususnya pada konsentrasi tinggi. Variabilitas antar ulangan, yang tercermin dari tumpang tindih error bar, memperlihatkan bahwa meskipun terdapat tren peningkatan zona hambat, perbedaan yang diamati belum dapat dinyatakan signifikan secara statistik (Weiss, 2010).

Hasil uji in vitro menunjukkan bahwa ekstrak *Ulva lactuca* Linneus dapat menghambat pertumbuhan *Candida albicans*, yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat di sekitar sumuran pada berbagai konsentrasi. Zona hambat ini menggambarkan difusi senyawa bioaktif dari ekstrak ke dalam media agar, yang berperan dalam menekan proliferasi jamur. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa ekstrak ganggang hijau memiliki aktivitas antijamur terhadap *Candida albicans* serta jamur patogen lainnya (Astirin et al., 2012; Pratiwi, 2017).

Analisis lanjutan menggunakan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$), seperti ditunjukkan pada Tabel 4.2, mengungkapkan bahwa variasi konsentrasi ekstrak etanol *Ulva lactuca*

memberikan pengaruh signifikan terhadap diameter zona hambat *Candida albicans*. Hasil pengelompokan Duncan menunjukkan bahwa konsentrasi 100% termasuk dalam kelompok (b), konsentrasi 75% dan 50% masing-masing dalam kelompok (c) dan (c-d), sedangkan konsentrasi 25% dan 15% berada dalam kelompok (d) yang tidak berbeda nyata dengan kontrol negatif. Kontrol positif tergolong dalam kelompok (a) dan memperlihatkan aktivitas penghambatan tertinggi. Perbedaan kelompok huruf ini menegaskan adanya perbedaan rerata diameter zona hambat yang signifikan secara statistik antar perlakuan yang diuji (Gomez & Gomez, 1984).

Tabel 4.2 Hasil uji lanjut Duncan (DMRT) diameter zona hambat ekstrak etanol *Ulva lactuca* terhadap pertumbuhan *Candida albicans*

Konsentrasi	Diameter zona hambat (mm)	Huruf Duncan
kontrol (+)	17,80 ± 0,00	A
100%	2,83 ± 1,24	B
75%	1,22 ± 0,88	C
50%	0,68 ± 0,87	c-d
25%	0,51 ± 0,77	D
15%	0,00 ± 0,00	D
Kontrol (-)	0,00 ± 0,00	D

(Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% ($\alpha = 0,05$)).

Berdasarkan grafik rata-rata $\pm$ standar deviasi dan analisis lanjutan menggunakan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$), konsentrasi ekstrak etanol *Ulva lactuca* menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam daya hambat terhadap pertumbuhan *Candida albicans*. Hasil uji Duncan memperlihatkan bahwa konsentrasi 100% berbeda nyata dibandingkan seluruh konsentrasi ekstrak lainnya, sedangkan konsentrasi 25% dan 15% tidak

berbeda signifikan dengan kontrol negatif. Temuan ini mengindikasikan adanya hubungan dosis-respons, di mana peningkatan konsentrasi ekstrak diikuti oleh peningkatan kemampuan penghambatan pertumbuhan *Candida albicans*. Pola ini sesuai dengan laporan sebelumnya yang menyatakan bahwa aktivitas antimikroba ekstrak tanaman cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi karena kandungan senyawa bioaktif yang lebih tinggi (Cowan, 1999; Raja *et al.*, 2017). Aktivitas penghambatan tersebut terkait dengan metabolit sekunder seperti flavonoid, senyawa fenolik, saponin, dan terpenoid, yang diketahui dapat merusak integritas dinding dan membran sel mikroba sehingga menekan pertumbuhan jamur (Tiwari *et al.*, 2018).

Aktivitas antijamur ekstrak *Ulva lactuca* Linneus kemungkinan besar berkaitan dengan kandungan senyawa bioaktif, termasuk senyawa fenolik, flavonoid, dan terpenoid. Senyawa-senyawa ini berperan dalam merusak dinding sel dan membran plasma jamur, mengganggu permeabilitas membran, serta menghambat proses metabolisme seluler (Harborne, 2006). Kerusakan struktural tersebut menyebabkan pertumbuhan *Candida albicans* terhambat, yang ditunjukkan melalui pembentukan zona hambat pada media.

Daya hambat ekstrak *Ulva lactuca* terhadap *Candida albicans* pada konsentrasi rendah masih terbatas, karena jumlah senyawa bioaktif yang berdifusi ke media relatif sedikit. Dengan peningkatan konsentrasi ekstrak, jumlah senyawa aktif yang tersedia meningkat, sehingga interaksi dengan sel jamur lebih optimal dan zona hambat yang terbentuk menjadi lebih luas. Temuan ini mendukung laporan Rahayu *et al.* (2020), yang menyatakan bahwa aktivitas antijamur ekstrak alga laut meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi ekstrak.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans*, yang ditandai dengan munculnya zona hambat pada konsentrasi tertentu. Aktivitas penghambatan ini meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak, menunjukkan sifatnya yang bergantung pada dosis (dose-dependent). Temuan ini konsisten dengan laporan sebelumnya yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak alga laut berkorelasi dengan luas zona hambat yang terbentuk (El-Sheekh *et al.*, 2014). Namun, meskipun terdapat penghambatan, seluruh zona hambat yang dihasilkan masih tergolong dalam kategori aktivitas lemah, yaitu ≤ 5 mm.

hambat terhadap *Candida albicans*, meskipun masih lebih rendah dibandingkan kontrol positif. Temuan ini sejalan dengan laporan sebelumnya mengenai aktivitas antimikroba ekstrak ganggang laut, di mana ekstrak kasar umumnya menunjukkan aktivitas lebih rendah dibandingkan senyawa murni atau hasil fraksinasi (Manilal *et al.*, 2009). Variasi standar deviasi pada beberapa konsentrasi mencerminkan perbedaan diameter zona hambat antar ulangan, yang kemungkinan dipengaruhi oleh faktor teknis, seperti ketebalan media agar, homogenitas ekstrak, dan kemampuan difusi senyawa aktif dalam media padat. Sebagaimana dijelaskan Balouiri *et al.* (2016), efektivitas metode difusi cakram sangat bergantung pada kemampuan senyawa untuk berdifusi secara optimal. Berdasarkan hasil uji in vitro, ekstrak *Ulva lactuca* Linneus pada berbagai konsentrasi mampu membentuk zona hambat, yang menandakan kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans*.

Sebagai pembanding, kontrol positif menghasilkan zona hambat sebesar 17,8 mm, yang tergolong kuat, sedangkan kontrol negatif tidak menampilkan zona

hambat. Zona hambat yang konsisten pada kontrol positif menunjukkan bahwa prosedur uji telah berjalan dengan baik dan *Candida albicans* berada dalam kondisi sensitif terhadap antijamur standar (CLSI, 2018). Sebaliknya, ketiadaan zona hambat pada kontrol negatif menegaskan bahwa pelarut tidak memiliki aktivitas antijamur, sehingga seluruh efek penghambatan yang diamati dapat dikaitkan secara spesifik dengan senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak (Balouiri *et al.*, 2016).

Ketidaksesuaian hubungan linear antara konsentrasi dan diameter zona hambat pada uji difusi cakram telah banyak dilaporkan, terutama pada penggunaan ekstrak bahan alam yang mengandung beragam komponen kimia dengan karakteristik fisikokimia yang berbeda-beda (Balouiri *et al.*, 2016). Metode ini memiliki keterbatasan karena bersifat semi-kuantitatif, sehingga hasil yang diperoleh belum dapat merepresentasikan aktivitas antijamur secara menyeluruh dan absolut (Davis & Stout, 1971). Zona hambat yang dihasilkan pada berbagai tingkat konsentrasi ekstrak, meskipun menunjukkan kecenderungan peningkatan, tidak semata-mata mencerminkan efektivitas biologis senyawa aktif, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kemampuan senyawa tersebut untuk berdifusi dalam media agar. Difusi senyawa dari cakram ke dalam agar menjadi faktor penentu utama dalam metode ini, di mana senyawa yang memiliki berat molekul kecil serta sifat polar cenderung menghasilkan zona hambat yang lebih besar dibandingkan senyawa bermolekul besar atau bersifat nonpolar (Valgas *et al.*, 2007).

Ekstrak etanol *Ulva lactuca* tergolong sebagai ekstrak kasar yang terdiri atas campuran senyawa dengan sifat fisikokimia yang heterogen. Heterogenitas tersebut berimplikasi pada perbedaan kemampuan masing-masing senyawa aktif dalam

berdifusi ke dalam media agar, meskipun secara biologis berpotensi memiliki aktivitas antijamur. Oleh sebab itu, diameter zona hambat yang terbentuk tidak dapat dijadikan satu-satunya indikator tingkat aktivitas antijamur ekstrak, melainkan juga mencerminkan keterbatasan metode difusi cakram dalam mengevaluasi potensi aktivitas antijamur bahan alam secara komprehensif (Bonev *et al.*, 2008).

Ulva lactuca diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti flavonoid, senyawa fenolik, dan terpenoid, yang berpotensi berperan sebagai agen antimikroba (Pangestuti & Kim, 2011). Namun, ketika diaplikasikan dalam bentuk ekstrak kasar, kandungan senyawa aktif tersebut diduga masih berada pada konsentrasi yang relatif rendah sehingga aktivitas antijamur yang dihasilkan belum optimal. Selain itu, kompleksitas struktur dinding sel *Candida albicans* dapat membatasi penetrasi senyawa antijamur ke dalam sel jamur, yang pada akhirnya memengaruhi efektivitas penghambatan pertumbuhan (Tortora *et al.*, 2019). Hasil uji difusi cakram menunjukkan kesesuaian dengan pengujian MIC secara visual, di mana ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus. belum mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans* secara total pada konsentrasi hingga 50%. Konsistensi temuan dari kedua metode tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas antijamur ekstrak masih terbatas pada rentang konsentrasi yang diuji (CLSI, 2018).

Dalam ekstrak kasar, aktivitas antijamur yang terukur dapat dipengaruhi oleh interaksi antarsenyawa, baik yang bersifat sinergis maupun antagonis, serta oleh perbedaan kemampuan difusi dan kelarutan masing-masing komponen. Kondisi ini menyebabkan aktivitas yang terdeteksi melalui uji difusi cakram tidak selalu mencerminkan potensi biologis senyawa secara optimal. Oleh karena itu, meskipun

ekstrak menunjukkan aktivitas yang relatif lemah pada uji tersebut, profil fitokimia dan kemungkinan mekanisme kerja dari kelompok senyawa yang terkandung tetap mengindikasikan adanya potensi efek antijamur yang lebih nyata apabila dilakukan pengujian lanjutan, seperti fraksionasi, penentuan MIC/MFC, atau kajian mekanisme kerja.

Temuan penelitian ini mendukung laporan sebelumnya yang menunjukkan bahwa ekstrak alga hijau memiliki potensi untuk menghambat pertumbuhan *Candida albicans*, meskipun tingkat aktivitasnya tidak selalu seragam. Variasi diameter zona hambat antarpelitian kemungkinan disebabkan oleh perbedaan metode ekstraksi, jenis pelarut, dan konsentrasi ekstrak yang digunakan, karena faktor-faktor tersebut memengaruhi jenis dan jumlah senyawa bioaktif yang berhasil diekstraksi (Rodrigo *et al.*, 2025).

Perbedaan respons penghambatan pada uji ini kemungkinan dipengaruhi oleh karakteristik biologis jamur uji, termasuk variasi strain *Candida albicans* yang digunakan. Selain itu, aspek teknis selama pengujian *in vitro*, seperti ketebalan media agar, kondisi inkubasi, dan lama pengamatan, juga dapat memengaruhi ukuran zona hambat yang terbentuk. Dengan demikian, perbedaan hasil antara penelitian ini dan studi sebelumnya tetap dapat dianggap wajar dan dapat dijelaskan secara metodologis, konsisten dengan laporan-laporan terbaru mengenai uji aktivitas antijamur berbasis difusi agar (Pham *et al.*, 2024).

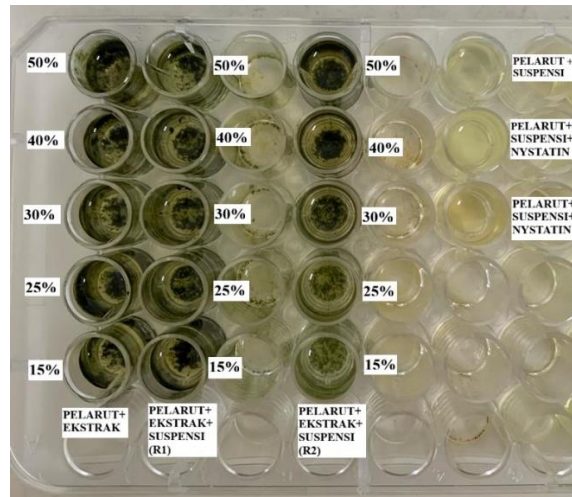
Metode difusi cakram memiliki keterbatasan dalam menilai aktivitas antijamur, terutama terhadap senyawa yang kemampuan difusinya rendah dalam media agar. Akibatnya, potensi biologis senyawa aktif dalam ekstrak tidak selalu tercermin secara akurat melalui ukuran diameter zona hambat yang terbentuk.

Selain itu, sifat semi-kuantitatif metode ini membatasi kemampuannya untuk membedakan secara pasti apakah efek penghambatan yang terjadi bersifat fungistatik atau fungisidal (Pfaller & Diekema, 2020).

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif dan akurat mengenai aktivitas antijamur, diperlukan pengujian lanjutan menggunakan metode kuantitatif, seperti *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dan *Minimum Fungicidal Concentration* (MFC). Pendekatan ini memungkinkan evaluasi yang lebih spesifik terhadap efektivitas ekstrak dalam menghambat pertumbuhan serta memengaruhi viabilitas sel jamur (CLSI, 2022).

4.1.2 Data Hasil Uji MIC Metode Sumuran

Pengujian *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) ekstrak etanol *Ulva lactuca* L. terhadap *Candida albicans* dilakukan secara visual dengan menilai kekeruhan, keberadaan endapan, dan kejernihan media pada berbagai konsentrasi ekstrak. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa seluruh konsentrasi ekstrak yang diuji (15%, 25%, 30%, 40%, dan 50%) masih menimbulkan kekeruhan dan endapan, menandakan bahwa pertumbuhan jamur tetap berlangsung. Sebaliknya, media pada kontrol positif yang menggunakan Nystatin tetap jernih tanpa kekeruhan atau endapan, menunjukkan penghambatan pertumbuhan jamur secara efektif. Kontrol pelarut menunjukkan adanya kekeruhan, mengindikasikan pertumbuhan jamur normal tanpa pengaruh senyawa antijamur, sedangkan kontrol media murni tetap bening.



Gambar 4.3 Hasil Uji Sumuran MIC 48 Jam
Sumber: Data Penelitian pribadi 2026.

Untuk mempermudah pemahaman hasil pengamatan visual, data uji MIC disajikan secara sistematis dalam Tabel 4.3. Tabel ini menunjukkan hubungan antara variasi konsentrasi ekstrak etanol *Ulva lactuca* dan pertumbuhan *Candida albicans*, yang dinyatakan secara kualitatif sebagai tumbuh (1) atau tidak tumbuh (0).

Analisis data pada tabel menunjukkan bahwa ekstrak etanol *Ulva lactuca* mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans* pada konsentrasi tertentu, yang ditunjukkan oleh media yang tetap jernih tanpa adanya indikasi pertumbuhan jamur. Konsentrasi terendah yang efektif dalam mencegah pertumbuhan ini ditetapkan sebagai nilai *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) ekstrak etanol *Ulva lactuca* terhadap *Candida albicans*.

Tabel 4.3 Hasil Uji Pertumbuhan *Candida albicans* dalam Penentuan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM)

No	Konsentrasi	Jumlah Ulangan	Total Nilai	Rata-rata Pertumbuhan
1	50%	3	3	1,00
2	40%	3	3	1,00
3	30%	3	3	1,00
4	25%	3	3	1,00
5	15%	3	3	1,00
6	Kontrol + (Nystatin)	3	0	0,00
7	Kontrol Pelarut	1	1	1,00
8	Kontrol Media	1	0	0,00

Keterangan: 1 = Ada pertumbuhan jamur , 0 = Tidak ada pertumbuhan jamur

Analisis dilakukan dengan menggunakan tiga variabel utama: konsentrasi ekstrak, ulangan percobaan, dan pertumbuhan jamur. Variabel konsentrasi diekspresikan dalam bentuk data numerik yang menunjukkan tingkat perlakuan ekstrak, sedangkan variabel ulangan berperan untuk memverifikasi konsistensi hasil melalui replikasi percobaan. Pertumbuhan jamur dikodekan sebagai data numerik dikotomis, dengan nilai 0 menunjukkan tidak adanya pertumbuhan dan nilai 1 menunjukkan pertumbuhan jamur.

Data dianalisis secara deskriptif tanpa menggunakan uji inferensial, dengan tujuan untuk menentukan konsentrasi terendah ekstrak yang mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans* secara visual. Nilai *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) ditetapkan berdasarkan konsentrasi paling rendah yang menunjukkan tidak adanya pertumbuhan jamur pada seluruh replikasi percobaan.

Pendekatan ini berfungsi untuk memberikan gambaran awal mengenai efektivitas ekstrak sebagai agen antijamur sekaligus menjadi dasar bagi pengujian lanjutan menggunakan metode kuantitatif yang lebih spesifik.

Hasil pengujian MIC secara visual menunjukkan bahwa ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus. belum mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans* secara efektif pada konsentrasi 15% hingga 50%. Seluruh sumur uji pada rentang konsentrasi tersebut tetap menunjukkan kekeruhan dan endapan, yang menandakan adanya pertumbuhan jamur yang aktif. Penentuan MIC dilakukan dengan mengamati kejernihan media; media yang tetap jernih tanpa kekeruhan maupun endapan dianggap menunjukkan tidak terjadinya pertumbuhan jamur.

Pada kontrol negatif, berupa pelarut tanpa ekstrak, media juga menunjukkan kekeruhan dan endapan, mengonfirmasi bahwa pelarut tidak memiliki efek antijamur. Dengan demikian, kekeruhan yang diamati pada sumur perlakuan sepenuhnya mencerminkan pertumbuhan jamur normal, bukan pengaruh pelarut.

Secara umum, uji MIC bertujuan untuk menentukan konsentrasi minimum suatu bahan yang masih mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme, dalam hal ini *Candida albicans*. Prinsip ini sejalan dengan konsep ukuran, batas, dan ketentuan (*qadar*) yang telah ditetapkan oleh Allah SWT (QS. Al-Qamar: 49).

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ٤٩

“Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukuran”.

Dalam *Tafsir Al-Qurthubi*, sebagaimana dikutip oleh Al-Hifnawi dan ditakriz oleh Uztman (1214), dijelaskan bahwa pada hari kiamat, orang-orang yang berdosa akan diseret ke neraka hingga wajah mereka menempel di permukaannya, lalu kepada mereka dikatakan untuk merasakan panasnya api neraka. Penegasan ini

mengingatkan bahwa Allah menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukuran dan ketentuan-Nya. Hadis terkait juga diriwayatkan oleh At-Tirmidzi, yang menilai hadis tersebut sebagai *hasan shahih*.

Dalam *Al-Misbah* (2002), Quraish Shihab menegaskan bahwa keteraturan alam mencerminkan adanya hukum-hukum tertentu, yang dapat dipelajari dan dipahami oleh manusia melalui ilmu pengetahuan.

Dalam *Tafsir Ath-Thabari*, sebagaimana dikutip oleh Thabariz⁴ (1301) dan ditakhriz oleh Bakri (2010), ayat “Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran” menegaskan bahwa Allah menciptakan seluruh makhluk sesuai dengan takdir yang telah ditetapkan-Nya. Menurut Abu Ja’far, ayat ini juga berkaitan dengan ayat sebelumnya, yang memperingatkan tidak hanya orang-orang yang berdosa karena kekafiran, tetapi juga mereka yang menolak ketentuan takdir.

Selain itu, penafsiran yang menyatakan bahwa kata “*khalaqnaahu*” berfungsi sebagai kata sifat (*syai’in*) tidaklah tepat. Makna yang lebih akurat adalah “*Innaa khalaqnaa kulla syai’in biqadarihi*”, yang menegaskan bahwa penciptaan setiap makhluk dilakukan menurut takdir Allah. Konsep *qadar* ini mencakup ukuran, waktu, dan pengaruh setiap ciptaan, sehingga seluruh makhluk berada dalam ketentuan dan hukum yang telah ditetapkan oleh Allah.

Dengan demikian, setiap individu akan menerima hukuman sesuai dengan ketetapan dan hukum yang telah ditentukan oleh Allah, dan segala sesuatu akan terjadi menurut ketentuan-Nya (*Tafsir Kemenag*). Konsep ketetapan atau takdir ini juga ditegaskan dalam ayat lain, yaitu Q.S. Al-Furqan ayat 2, yang menekankan prinsip yang sama.

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ
فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ۚ ۲

“(Yaitu Zat) yang milik-Nyalah kerajaan langit dan bumi, (Dia) tidak mempunyai anak, dan tidak ada satu sekutu pun dalam kekuasaan(-Nya). Dia telah menciptakan segala sesuatu, lalu menetapkan ukuran-ukurannya dengan tepat.”

Al-Hifnawi (1172) dalam *Tafsir Al-Qurthubi*, yang ditakhriz oleh Uztman (1214), menjelaskan bahwa istilah “qadara taqdira” pada ayat “Dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya” merujuk pada ketentuan Allah dalam menciptakan segala sesuatu berdasarkan hikmah dan aturan-Nya. Penciptaan ini dilakukan secara sempurna dan tidak dipengaruhi oleh hawa nafsu atau kelalaian, berlangsung sesuai ketetapan Ilahi hingga Hari Kiamat dan seterusnya. Sebagai Pencipta Yang Maha Kuasa, Allah menjadi tujuan utama seluruh ibadah manusia.

Menurut Syaikhani (1834) dalam *Tafsir Fatkhul Qadir*, yang ditakhriz oleh Sayyid Ibrahim (1229), istilah “samawati waard” merujuk pada Al-Qur’an sebagai wahyu yang diturunkan oleh Allah, Sang Maha Mengetahui segala rahasia di langit dan bumi. Al-Qur’an tidak merupakan ciptaan manusia, bukan hasil pengarang lain, maupun rangkaian dongeng atau tradisi sebelumnya, melainkan perintah ilahi yang bersumber dari Dzat yang mengetahui segala sesuatu secara sempurna. Konsekuensinya, manusia tidak memiliki kemampuan untuk menandinginya atau menghasilkan satu surah pun yang sebanding dengan Al-Qur’an.

Menurut Wahbah (1961) dalam *Tafsir Al-Munir* (2016), Allah SWT menegaskan kebesaran-Nya melalui empat sifat utama. Dalam firman-Nya, “Aladzi lahu mulkussamawati walard”, Allah dijelaskan sebagai pemilik mutlak segala yang ada di langit dan di bumi, yang memiliki kekuasaan penuh untuk mengatur milik-Nya sesuai kehendak-Nya. Allah mampu menciptakan dan meniadakan,

mematikan dan menghidupkan, serta memerintahkan dan melarang, semuanya berdasarkan hikmah dan maslahat yang sempurna.

Salah satu sifat tersebut, yaitu “*wa khalaqa kuli syaiin faqadarahu taqdira*”, menunjukkan bahwa Allah menciptakan segala sesuatu tanpa anak atau sekutu. Setiap makhluk diciptakan dengan ukuran, bentuk, dan spesifikasi yang telah ditetapkan, serta diberi kemampuan dan peran yang sesuai dengan hakikatnya, sehingga seluruh ciptaan berjalan sesuai ketentuan Ilahi.

Ayat tersebut menegaskan bahwa seluruh ciptaan Allah SWT diciptakan dengan ukuran dan ketentuan yang tepat. Dalam konteks penelitian ini, prinsip “ukuran” dapat diinterpretasikan melalui penentuan *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC), yaitu konsentrasi terendah ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus yang efektif menghambat pertumbuhan *Candida albicans*. Temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas suatu senyawa tidak hanya ditentukan oleh jumlahnya, melainkan oleh konsentrasi yang optimal sesuai dengan mekanisme kerja biologisnya. Dengan demikian, penentuan MIC tidak hanya memiliki relevansi ilmiah, tetapi juga mencerminkan prinsip keteraturan dan ketetapan Allah SWT dalam menciptakan segala sesuatu dengan ukuran yang tepat.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa ganggang hijau mengandung senyawa bioaktif, termasuk flavonoid, alkaloid, dan terpenoid, yang memiliki potensi aktivitas antifungi. Efektivitas senyawa-senyawa ini sangat bergantung pada konsentrasi serta metode ekstraksi yang digunakan. Berdasarkan temuan penelitian ini, diperlukan pengujian lanjutan dengan konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi (>50%) atau melalui proses fraksinasi untuk meningkatkan kemurnian dan potensi aktivitas senyawa bioaktif. Oleh karena itu, *Minimum Inhibitory*

Concentration (MIC) ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus. terhadap *Candida albicans* pada penelitian ini ditetapkan lebih dari 50% (MIC > 50%). Hasil ini dapat dijadikan dasar untuk pengembangan penelitian selanjutnya, baik melalui optimasi metode ekstraksi maupun pengujian dengan rentang konsentrasi yang lebih luas, guna memperoleh karakterisasi aktivitas antijamur yang lebih akurat.

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol *Ulva lactuca* memiliki potensi antijamur yang terbatas terhadap *Candida albicans*, yang tercermin dari diameter zona hambat yang kecil dan tidak tercapainya *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) hingga konsentrasi 50%. Temuan ini konsisten dengan laporan sebelumnya, yang menunjukkan bahwa aktivitas antijamur alga hijau terhadap spesies *Candida* umumnya lebih rendah dibandingkan terhadap jamur lain, khususnya pada ekstrak kasar. Beberapa studi pada *Ulva lactuca* dan alga hijau sejenis menekankan bahwa efektivitas antijamur sangat dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan tingkat kemurnian senyawa; ekstrak yang telah difraksinasi atau digunakan pada konsentrasi tinggi menunjukkan aktivitas antijamur yang lebih nyata dibandingkan ekstrak kasar (Ganeshkumar *et al.*, 2023).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak alga hijau cenderung lebih efektif terhadap jamur filamen atau spesies non-*Candida*, seperti *Aspergillus* dan *Fusarium*, dibandingkan terhadap *Candida albicans*. Efektivitas yang lebih rendah terhadap *Candida albicans* diduga disebabkan oleh karakteristik biologisnya, termasuk dinding sel yang kompleks, kemampuan membentuk biofilm, dan sistem pompa efluks yang efisien, yang meningkatkan toleransinya terhadap senyawa antijamur berbasis bahan alam. Dengan demikian, rendahnya aktivitas ekstrak *Ulva lactuca* terhadap *Candida albicans* dalam penelitian ini

masih konsisten dengan laporan sebelumnya dan tidak menunjukkan ketiadaan potensi antijamur, melainkan mencerminkan spesifisitas target jamur serta perlunya optimasi ekstrak atau pengujian pada organisme uji lain (El Zawawy *et al.*, 2020).

Penelitian selanjutnya sebaiknya melibatkan fraksinasi ekstrak etanol *Ulva lactuca* serta pengujian pada konsentrasi lebih tinggi atau terhadap spesies jamur lain, untuk mengidentifikasi fraksi bioaktif yang memiliki potensi antijamur lebih spesifik dan optimal. Pendekatan ini didukung oleh temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa pemurnian fraksi serta variasi organisme uji dapat meningkatkan deteksi aktivitas antijamur pada ekstrak alga hijau (Pérez *et al.*, 2016; Ganeshkumar *et al.*, 2023). Dengan demikian, strategi ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai efektivitas antijamur senyawa bioaktif yang terkandung dalam *Ulva lactuca*.

BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Ekstrak etanol *Ulva lactuca* Linneus memperlihatkan aktivitas antijamur terhadap *Candida albicans* secara in vitro, yang terlihat dari terbentuknya zona hambat pada beberapa konsentrasi uji. Aktivitas ini meningkat sejalan dengan kenaikan konsentrasi ekstrak, dengan konsentrasi 100% menghasilkan diameter zona hambat tertinggi sebesar $2,69 \pm 1,20$ mm. Namun, seluruh konsentrasi yang diuji masih tergolong aktivitas lemah (≤ 5 mm). Dibandingkan dengan kontrol positif yang menunjukkan efek penghambatan jauh lebih besar, efektivitas ekstrak etanol *Ulva lactuca* relatif rendah, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan adanya penghambatan.

5.2 SARAN

Penelitian selanjutnya sebaiknya melibatkan fraksinasi ekstrak *Ulva lactuca* serta pelaksanaan uji MIC dan MFC secara kuantitatif, untuk menentukan konsentrasi efektif sekaligus mengidentifikasi senyawa bioaktif yang berperan dalam aktivitas antijamur. Selain itu, pengujian terhadap spesies jamur patogen lain dan uji toksisitas awal juga penting dilakukan untuk mendukung pengembangan ekstrak sebagai kandidat agen antijamur alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, D. (2023). *Edukasi Tentang Keputihan (Flour Albus)*. Penerbit NEM.
- Agustin, D. (2018). Gambaran *Candida albicans* Pada Urin Remaja PraMenstruasi Di Poltekkes Kemenkes Palembang Jurusan Analis Kesehatan Tahun 2018 Karya. *Photosynthetica*, 2(1), 1–13.
- Ahmed, M. A., & El-Sayed, M. A. (2023). Evaluation of the Inhibitory Effect of Marine Macroalgal *Ulva lactuca* Extract on *Candida* spp. Biofilm Formation. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 27(2), 549–564.
- Al Aboody, M. S., & Mickymaray, S. (2020). Anti-fungal efficacy and mechanisms of flavonoids. *Antibiotics*, 9(2), 45.
- Aniszewski, T. (2007). *Alkaloid Secrets of Life*. Amsterdam : Elsevier.
- Aonofriesei, F. (2023). Increased Absorption and Inhibitory Activity against *Candida* spp. of Imidazole Derivatives in Synergistic Association with a Surface Active Agent. *Microorganisms*, 12(1), 51.
- Astirin, O. P., Perwitasari, E. A., & Setyawan, A. D. (2012). Aktivitas antijamur ekstrak alga hijau terhadap pertumbuhan *Candida albicans*. *Biodiversitas*, 13(2), 70–75.
- Astriani, A., & Nurjanah, N. (2024). Pemanfaatan Rumput Laut Sebagai Garam Fungsional Dan Sumber Aktivitas Antioksidan. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia*, 4(2), 78-88.
- Aswin, L. (2008). Pengaruh Ekstrak Kulit Buah Rambutan (*Nephelium Lappaceum* L) Terhadap Kadar Kolesterol Total Serum pada Tikus Wstar. *Journal Sains and technology*. Vol:5 no.3.
- Ayu, P. E. I., Bintari, N. W. D., Idayani, S., & Damayanti, I. A. M. (2023). Gambaran jamur *Candida albicans* pada urin pra- menstruasi mahasiswi Stikes Wira Medika Bali. *Jurnal Riset Kesehatan Nasional*, 7(2), 84-90

- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. (2016). *Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review*. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79.
- Barchiesi, F., Colombo, A. L., McGough, D. A., & Rinaldi, M. G. (1994). Comparative study of broth macrodilution and microdilution techniques for in vitro antifungal susceptibility testing of yeasts by using the National Committee for Clinical Laboratory Standards' proposed standard. *Journal of Clinical Microbiology*, 32(10), 2494-2500.
- Barot, M., Kumar, N. J. I., & Kumar, R. N. (2016). Bioactive compounds and antifungal activity of three different seaweed species *Ulva lactuca*, *Sargassum tenerrimum* and *Laurencia obtusa* collected from Okha coast, Western India. *J. Coast. Life Med*, 4(4), 284-289.
- Bharathi, D., & Lee, J. (2024). Recent Advances in Marine-Derived Compounds as Potent Antibacterial and Antifungal Agents: A Comprehensive Review. *Marine Drugs*, 22(8), 348.
- Bonev, B., Hooper, J., & Parisot, J. (2008). Principles of assessing bacterial susceptibility to antibiotics using the agar diffusion method. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 61(6), 1295–1301
- Bongomin, F., Gago, S., Oladele, R. O., & Denning, D. W. (2017). Global and multi-national prevalence of fungal diseases—estimate precision. *Journal of fungi*, 3(4), 57.
- Budiman, A. (2024). *Biorefinery microalga: Dari Mikroalga menjadi Energi Material Komponen Aktif Pangan dan Pakan*. UGM PRESS.
- Chasani, A. R. (2024). *Fikologi: Dasar-Dasar Pengenalan Alga*. UGM PRESS.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2018). *Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of yeasts* (4th ed.). CLSI standard M27. CLSI.
- Cotas, J. et al. (2022). *Seaweed Phenolics: From Extraction to Applications*. *Marine Drugs*, 20(6), 351.

- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.
- Daglia, M. (2012). *Polyphenols as antimicrobial agents. Current Opinion in Biotechnology*, 23(2), 174–181.
- Debby, R., & Fitria Diniah Janah Sayekti². (2022). Hubungan Merokok Dengan Jumlah Koloni. *Meditory*, 10(6), 119–127.
- Dewi L. P. W. A. , Dewi, K. Y. K. (2023). Potensi Selada Laut (*Ulva lactuca* L.) Sebagai Antibakteri, Antiinflamasi, Dan Antioksidan Dalam Terapi Acne Vulgaris. *Essence of Scientific Medical Journal*. 21(1): 73-79.
- El Zawawy, N. A., Ali, S. M., & Abd El-Karim, S. S. (2020). *Antifungal activity of marine algae extracts against Candida albicans and other pathogenic fungi. Journal of Applied Microbiology*, 128(5), 1350–1362.
- Elmegeed, D. F. A., Ghareeb, D. A., Elsayed, M., & El-Saadani, M. (2014). Phytochemical constituents and bioscreening activities of green algae (*Ulva lactuca*). *Int. J. Agric. Pol. Res.*
- El-Sheekh, M. M., El-Shenody, R. A. E. K., Bases, E. A., & El-Shenody, A. E. (2014). Antimicrobial activity of some seaweeds species from the Red Sea, Egypt. *Journal of Biotechnology Research*, 5, 1–12.
- El-Sheekh, M. M., Yousuf, W. E., Kenawy, E. R., & Mohamed, T. M. (2023). Biosynthesis of cellulose from *Ulva lactuca*, manufacture of nanocellulose and its application as antimicrobial polymer. *Scientific Reports*, 13(1), 10188.
- Evans, W. C. (2002). Trease and Evans Pharmacognosy. 15th edition. Edinburgh, Saunders.
- Feroz, B. (2018). Saponins from marine macroalgae: A review. *J. Mar. Sci. Res. Dev*, 8(4).
- Fitria, L., Shahib, M. N., & Sastramihardja, H. (2020). Perbedaan Penurunan Jumlah Koloni *Candida albicans* Antara Pemberian Cebokan Rebusan Biji

Manjakani Dan Daun Sirih Merah Pada Wanita Usia Subur (WUS) Yang Mengalami Keputihan. *Jurnal Medikes (Media Informasi Kesehatan)*, 7(1), 185–196.

Ganeshkumar, A., Ramesh, M., Karthikeyan, S., & Rajeshkumar, S. (2023). Effect of extraction methods and fractionation on antifungal activity of green seaweed (*Ulva* spp.) extracts. *Algal Research*, 72

Gani, M. S. (2024). *Tafsir 'Ilmi dalam Tafsir Al-Maraghi: Studi pada Ayat-Ayat Juz 'Amma. Al-Mustafid: Journal of Quran and Hadith Studies*, 3(2).

Gaziano, R., Sabbatini, S., & Monari, C. (2023). The interplay between *Candida albicans*, vaginal mucosa, host immunity and resident microbiota in health and disease: an overview and future perspectives. *Microorganisms*, 11(5), 1211.

González-Meza, G. M., Elizondo-Luevano, J. H., Cuellar-Bermudez, S. P., Sosa-Hernández, J. E., Iqbal, H. M., Melchor-Martínez, E. M., & Parra-Saldívar, R. (2023). New perspective for macroalgae-based animal feeding in the context of challenging sustainable food production. *Plants*, 12(20), 3609.

Handayani, I. S., Zaini, M., Dharmono, D., & Wulandari, E. (2022). An Analysis of Biology Students' Creative Thinking ability in Ethnobotany Course. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 13(1), 13-20.

Hanie Amin, H. (2019). *Ulva lactuca* as a cheap and safe biopesticide in fields and its chemical composition (in vitro). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 23(5 (Special Issue)), 415-428.

Harborne, J. B. (2006). *Metode fitokimia: Penuntun cara modern menganalisis tumbuhan* (Terjemahan K. Padmawinata & I. Soediro). Bandung: Penerbit ITB.

Harborne, J.B., (1987), *Metode Fitokima: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Terbitan kedua, Diterjemahkan oleh: Kosasih. Bandung: Penerbit ITB.

- Hasanussulhi, M. (2021). Identifikasi Jenis-Jenis Makro Alga pada Zona Intertidal di Pantai Nembrala Desa Nembrala, Kecamatan Rote Barat, Kabupaten Rote Ndao. *Jurnal Ilmia Unstan Rote*, 1-7.
- Heeres, J., Meerpoel, L., & Lewi, P. (2010). Conazoles. *Molecules*, 15(6), 4129-4188.
- Hersila, N., MP, M. C., Si, V. M., & Si, I. M. (2023). Senyawa Metabolit Sekunder (Tanin) pada Tanaman sebagai Antifungi. *Jurnal Embrio*, 15(1), 16-22.
- Hostettmann, K. & A. Marston. (1995). Saponins. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hudaifah, I., Mutamimah, D., & Utami, A. U. (2020). Komponen Bioaktif dari *Euchema cottonii*, *Ulva lactuca*, *Halimeda opuntia*, dan *Padina australis*. *Jurnal Lemuru*, 2(2), 63-70.
- Jawetz, E., Melnick, J. L., Adelberg, E. A., (1996), Mikrobiologi Kedokteran, Edisi XX, Penerbit Salemba Medika, Jakarta.
- Jeon, S., Shin, J. H., Lim, H. J., Choi, M. J., Byun, S. A., Lee, D., ... & Shin, M. G. (2021). Disk diffusion susceptibility testing for the rapid detection of fluconazole resistance in *Candida* isolates. *Annals of laboratory medicine*, 41(6), 559-567.
- Kasanah, N., Ulfah, M., Nugroho, A., & Wijnana, A. P. A. (2021). *Rumput Laut Indonesia: Keanekaragaman Rumput Laut Nusa Tenggara Timur*. Ugm Press.
- Kruithoff, C., Gamal, A., McCormick, T. S., & Ghannoum, M. A. (2023). Dermatophyte infections worldwide: increase in incidence and associated antifungal resistance. *Life*, 14(1), 1.
- la Sociedad Española de Ficología, S. E. F., Ballantine, D. L., Norris, J. N., & Ruiz, H. (2023). Potensi pemanfaatan. *Keanekaragaman Makroalga di Pesisir Pantai Peh Pulo*, 49.

- Labiqah, A., & Marantika, A. V. (2021). Uji Potensi Ekstrak Etanol Kayu Secang (Caesalpinia Sappan L.) Terhadap Pertumbuhan Jamur Panu (Malassezia Furfur). *Jurnal Sehat Indonesia: Vol*, 3(1).
- Lalopua, V. M. N. (2024). Deteksi Senyawa Bioaktif Polifenol Dan Flavonoid Dari Ekstrak Aseton Makro Alga Ulva Lactuca Di Perairan Hulaliu Kecamatan Pulau Haruku. *Sistem Dan Teknologi Informasi*, 6(2), 267-273.
- Lee, K. H., Shin, W. S., Kim, D., & Koh, C. M. (1999). The presumptive identification of *Candida albicans* with germ tube induced by high temperature. *Yonsei Medical Journal*, 40(5), 420-424.
- Lukitasari, M. (2019). *Mengenal Tumbuhan Lumut (Bryophyta): Deskripsi, Klasifikasi, Potensi dan Cara Mempelajarinya*. CV. Ae Media Grafika.
- Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., & Stahl, D. A. (2018). *Brock Biology of Microorganisms* (15th ed.). Pearson.
- Majinda, R. R. T. (2012). Extraction and isolation of saponins, *Methods in Molecular Biology*, 864, 415–426.
- Makkar, H. P. S., Siddhuraju, P., & Becker, K. (2007). *Plant Secondary Metabolites*. Humana Press.
- Mamudi, C. O. (2023). Diagnosis dan Tata Laksana Infeksi Paru akibat Jamur. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 29(3), 327-333.
- Manilal, A., Sujith, S., Selvin, J., Shakir, C., & Kiran, G. S. (2009). Antimicrobial potential of marine organisms collected from the southwest coast of India against multiresistant human and shrimp pathogens. *The Scientific World Journal*, 9, 1–11.
- Marbun, R. A. T. (2021). Uji aktivitas ekstrak daun pirdot (*Saurauia vulcani* Korth.) terhadap pertumbuhan *Candida albicans* secara in vitro. *Jurnal Bios Logos*, 11(1), 1-6.
- Marhaeni, G. A. (2016). Keputihan pada wanita. *Jurnal Skala Husada: The Journal of Health*, 13(1).

- Mayasari, I., Khuzaiyah, S., & Krisiyanti, R. (2015). Karakteristik Wanita Dengan Fluor Albus. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 7(1), 1– 10.
- Megawati, M. (2020). Uji Perbandingan Daya Antifungi Ekstrak Cair Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L) dengan Daun Sirih (*Piper betle* L) Terhadap *Candida albicans* Sebagai Bahan Utama Pembuatan Vaginal Douches. *Jurnal Farmasi Sandi Karsa*, 6(1), 12-16.
- Mela, H. M. (2022). Berbagai Bahan Alam Sebagai Antijamur *Malassezia* Sp. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*.
- Mickymaray, S., & Alturaiki, W. (2018). Antifungal efficacy of marine macroalgae against fungal isolates from bronchial asthmatic cases. *Molecules*, 23(11), 3032.
- Moustafa, M. A., El-Sayed, M. M., & El-Sayed, S. A. (2023). *Evaluation of the inhibitory effect of marine macroalgal Ulva lactuca extracts on Candida spp. biofilm formation*. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 27(4), 545–568.
- Musbah, H. A., Abouelkhair, W. S., Yousef, S. A. E., Moustafa, E. E., & Hasan, A. M. H. (2019). Screening of antifungal activities of five algal crude extracts. *Journal of Scientific Research in Science*, 36(1), 318-338.
- Mutavski, Z., Petrović, S., Stanković, M., & Nikolić, M. (2024). Metabolite profiling and biological activity of ethanol extract of *Ulva lactuca* L. *Journal of Applied Phycology*, 36(1), 1–12
- Muthmainnah, B. (2019). Skrining fitokimia senyawa metabolit sekunder dari ekstrak etanol buah delima (*Punica granatum* L.) dengan metode uji warna. *Media Farmasi*, 13(2), 36-41.
- Mutizabal-Aros J, Ramírez ME, Haye PA, Meynard A, Pinilla-Rojas B, Núñez A, Latorre-Padilla N, Search FV, Tapia FJ, Saldías GS, et al.(2024) Morphological and Molecular Identification of *Ulva* spp. (Ulvophyceae; Chlorophyta) from Algarrobo Bay, Chile: Understanding the Composition of Green Tides. *Plants*.13(9):1258.

- Noer, S., Pratiwi, R. D., Gresinta, E., Biologi, P., & Teknik, F. (2018). Penetapan kadar senyawa fitokimia (tanin, saponin dan flavonoid) sebagai kuersetin pada ekstrak daun inggu (*Ruta angustifolia* L.). *Jurnal Eksakta*, 18(1), 19-29.
- Nugraha, A. C., Prasetya, A. T., & Mursiti, S. (2017). Isolasi, identifikasi, uji aktivitas senyawa flavonoid sebagai antibakteri dari daun mangga. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2), 91-96.
- Nurjanah, N., Ramlan, R., Jacob, A. M., & Seulalae, A. V. (2023). Komposisi kimia tepung dan aktivitas antioksidan ekstrak *Ulva lactuca* dan genjer (*Limncharis flava*) sebagai bahan baku pembuatan garam rumput laut. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 18(1), 63-74.
- Oktarina, E. (2017). Alga: potensinya pada kosmetik dan biomekanismenya. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 9(2).
- Olivia, F. , Alam, S., & Hadibroto, I. 2004. Seluk Beluk Food Suplemen. Jakarta: Gramedia. pp. 49
- Pereira, L. (2021). Macroalgae. *Encyclopedia*, 1(1), 177-188.
- Pfaller, M. A., Messer, S. A., & Coffmann, S. (1995). Comparison of visual and spectrophotometric methods of MIC endpoint determinations by using broth microdilution methods to test five antifungal agents, including the new triazole D0870. *Journal of Clinical Microbiology*, 33(5), 1094-1097.
- Pham, T. H., Nguyen, L. T., Tran, Q. D., & Vo, H. M. (2024). Methodological considerations in agar diffusion–based antifungal activity assays of natural products. *Journal of Fungi*, 10(2), 1–15.
- Pramesti, P. S. A., Samirana, P. O., & Putra, A. A. G. R. Y. (2024). Fitokimia dan Aktivitas Farmakologi dari Alga *Kappaphycus alvarezii*. In *Prosiding Workshop dan Seminar Nasional Farmasi* (Vol. 3, pp. 99-108).
- Pratiwi, R. H. (2017). Uji aktivitas antijamur ekstrak rumput laut terhadap jamur patogen. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(1), 45–52.

- Priyana, P. (2023). Sosialisasi Bahaya Obat Kimia pada Obat Jamu Tradisional dipandang dari Aspek Hukum Kesehatan. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 3(1), 186-197.
- Putri, P. A., Chatri, M., & Advinda, L. (2023). Karakteristik saponin senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan. *Jurnal Serambi Biologi*, 8(2), 252-256.
- Rahayu, S., Widyastuti, E., & Nugroho, R. A. (2020). Aktivitas antijamur ekstrak alga laut terhadap *Candida albicans* pada berbagai konsentrasi. *Jurnal Biologi Indonesia*, 16(2), 123–130.
- Raj, G. A., Chandrasekaran, M., Jegan, S., & Venkatesalu, V. (2016). Phytochemical analysis and antifungal activity of *Ulva* species from the Kanniyakumari Gulf of Mannar, South Coast India. *Nat Prod Ind J*, 12(3), 104.
- Ramatillah, M., & Laila, A. D. (2022). Buku Ajar Farmakoterapi Dasar.
- Redha, S. M., Sahar S. E. S., Hanan A. A. T., Maysa E. M., dan Kamel H. S. (2010). Antioxidant, antimicrobial activities of flavonoids glycosides from *Leucaena leucocephala* leaves. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. Vol. 5 (06), pp. 138-147. ISSN 2231-3354.
- Rizkaprilisa, W. (2023). Pemanfaatan rumput laut sebagai pangan fungsional: Systematic review: Indonesia. *Science Technology and Management Journal*, 3(2), 28-33.
- Rodrigo, M. A., Hernández, L. R., Gómez, P. J., & Silva, D. C. (2025). Effect of extraction methods and solvents on antifungal activity of green algae extracts against *Candida albicans*. *Journal of Applied Phycology*, 37(1), 1–12.
- Ryanata E. (2015). Penentuan Jenis Kadar Tanin dan Penetapan Kadar Tanin dari Kulit Buah Pisang Masak (*Musa paradisiaca* L.) secara Spektrofotometri dan Permanganometri. *J Ilm Mhs Univ Surabaya*.;4(1):1–16.
- Safutri, W., Karim, D. D. A., & Fevinia, M. (2022). Skrining Fitokimia Simplisia Di Kabupaten Pringsewu. *Journal Pharmacy Aisyah*, 1(1), 23-27.

- Saidani, K., Bedjou, F., Benabdesselam, F., & Touati, N. (2012). Antifungal activity of methanolic extracts of four Algerian marine algae species. *African Journal of Biotechnology*, 11(39), 9496-9500.
- Samaranayake, L. (2015). Essential Microbiology for Dentistry. *West Indian Medical Journal*.
- Samson, E., Unitly, A. J. A., Lesbatta, K. J., Killay, A., Watuguly, T. W., Kaihena, M., & Sikafir, B. B. (2024). *Etnomedisin Biota Laut*. TOHAR MEDIA.
- Sani, R. N., Nisa, F. C., Andriani, R. D., dan Madigan, J. M . 2013. Analisis Reedmen dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Mikroalga Laut (*Tetraselmis chui*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 2 (2): 121-126.
- Santoso, R. S. (2024). Kajian aktivitas farmakologi dan mekanisme aksi polyherbal ekstrak pegagan, meniran, dan kencur: Literature review. *Jurnal Komunitas Farmasi Nasional*, 4(02).
- Saraswathi, M., Prakash, H. R., & Sarada, D. (2023). Isolation and Speciation of the Candida by using Sabouraud's Dextrose Agar and Hi Crome Candida Agar in Cancer patients. *International Journal Dental and Medical Sciences Research*. Volume 5, Issue 2, pp 120-123.
- Sari, N. I., Diharmi, A., Sidauruk, S. W., & Sinurat, F. M. (2022). Identifikasi komponen bioaktif dan aktivitas ekstrak rumput laut merah (*Eucheuma spinosum*). *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 14(1), 9-15.
- Sasidharan, S., Chen, Y., Saravanan, D., Sundram, K. M., & Yoga Latha, L. (2011). Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from plants' extracts. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 8(1), 1–10.
- Septi Andriyani, S. (2023). Etnobotani tumbuhan obat tradisional pada Masyarakat sumber jaya kecamatan Lalembuu dan kontribusinya sebagai media pembelajaran pada materi plantae (Doctoral dissertation, IAIN Kendari).

- Setiabudy, R. & Bahry, B. (2007). *Farmakologi dan Terapi: Obat Jamur*. Edisi 5. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. pp. 571-84.
- Sobuj, M. K. A., Islam, M. A., Islam, M. S., Islam, M. M., Mahmud, Y., & Rafiquzzaman, S. M. (2021). Effect of solvents on bioactive compounds and antioxidant activity of *Padina tetrastromatica* and *Gracilaria tenuistipitata* seaweeds collected from Bangladesh. *Scientific Reports*, 11(1), 19082.
- Sudarmi, K., Ida Bagus G. D., I Ketut M. 2017. Uji Fitokimia dan Daya Hambat Ekstrak Daun Juwet (*Syzygium cumini*) terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* ATCC. *Jurnal Simbiosis*. Vol. 1 (2): 47-51.
- Sugiharti, R. K. (2025). Penerapan rebusan daun sirih untuk mengatasi keputihan pada Wanita usia aubur. *Proficio*, 6(2).
- Suparjo. 2008. Saponin: Peran dan Pengaruhnya Bagi Ternak Dan Manusia.. Fakultas Peternakan. Jambi.
- Thoriq, T., & Pramesthi, A. R. Y. (2024). Bioactivity, Synthesis, And Innovative Applications Of Tannins: A Literature Review. *Variable Research Journal*, 1(01), 73-85.
- Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2020). *Microbiology: An Introduction* (13th ed.). Pearson.
- Umboro, R. O., & Apriliany, F. (2022). Aktivitas Antifungi Ekstrak Etanol Daun Parsley (*Petroselinum Crispum*) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Candida Albicans* Secara Invitro. *Jurnal Kesehatan Qamarul Huda*, 10(2), 224-231.
- Valgas, C., de Souza, S. M., Smânia, E. F. A., & Smânia Jr., A. (2007). Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38(2), 369–380.
- van de Veerdonk, F. L., Kullberg, B. J., & Netea, M. G. (2010). Pathogenesis of invasive candidiasis. *Current opinion in critical care*, 16(5), 453-459.

- Wahyuni, A. S. (2019). Gambaran *Candida albicans* pada Urin Mahasiswa di Perguruan Tinggi Kesehatan Kota Palembang Tahun 2019. 1–23.
- Wahyuningsih, M. S. H., & Rakhwamati, R. (2024). *Penemuan dan Pengembangan Senyawa Obat dari bahan Alam*. UGM PRESS.
- Wang, C. H., Huang, Z. T., & Tai, K. F. (2025). In vitro and in vivo evaluation of *Ulva lactuca* for wound healing. *PloS one*, 20(1).
- Weerasekera, M. M., Wijesinghe, G. K., Jayarathna, T. A., Gunasekara, C. P., Fernando, N., Kottegoda, N., & Samaranayake, L. P. (2016). Culture media profoundly affect *Candida albicans* and *Candida tropicalis* growth, adhesion and biofilm development. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 111, 697-702.
- Whankatte, V. R., & Ambhore, J. S. (2016). Phytochemical screening and antioxidant activity of *Ulva lactuca*. *International Journal of Current Research*, 8(9), 38265-38269.
- Windyaswari, A. S., Elfahmi, E., Faramayuda, F., Riyanti, S., Luthfi, O. M., Ayu, I. P., ... & Magfirah, R. (2019). Profil fitokimia selada laut (*Ulva lactuca*) dan mikro alga filamen (*Spirogyra* sp) sebagai bahan alam bahari potensial dari perairan Indonesia. *Kartika: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 7(2), 88-101.
- Wink, M. 2015. Review: modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. *Medicines*. 2: 251-286.
- Yanuartono, H. Purnamaningsih, A. Nururrozi, & S. Indarjulianto. 2017. Saponin: Dampak terhadap Ternak (Ulasan). *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. Vol. 6 (2): 79-90. ISSN 2303-1093.
- Zore, G. B., Thakre, A. D., Jadhav, S., & Karuppayil, S. M. (2011). Terpenoids inhibit *Candida albicans* growth by affecting membrane integrity and arrest of cell cycle. *Phytomedicine*, 18(13), 1181-1190.
- Zubaidah, E., Effendi, F. D., & Afgani, C. A. (2022). *Kombucha: Mikrobiologi, teknologi, dan manfaat kesehatan*. Universitas Brawijaya Press.

Zulfadhli, Z., & Rinawati, R. (2018). Potensi Selada Laut *Ulva lactuca* Sebagai Antifungi Dalam Pengendalian Infeksi *Saprolegnia* Dan *Achlya* Pada Budidaya Ikan Kerling (*Tor* sp). *Jurnal Perikanan Tropis*, 5(2), 183-188.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Pembuatan Konsentrasi Larutan Uji Ekstrak *Ulva lactuca*

Data Dasar Perhitungan

- Massa ekstrak = 5,47 g = 5470 mg
- Volume pelarut = 547 mL
- Konsentrasi stok (C_1) =

$$\frac{5470}{547} = 10 \text{ mg/mL}$$

- Volume akhir tiap larutan (V_2) = 1,5 mL

Rumus yang digunakan:

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

Keterangan Simbol

C_1 = konsentrasi stok

C_2 = konsentrasi perlakuan

V_1 = volume ekstrak yang diambil

V_2 = volume akhir larutan

Perhitungan Volume Ekstrak

1. Konsentrasi 100%

$$V_1 = \frac{10 \times 1,5}{10}$$

$$V_1 = 1,5 \text{ mL}$$

Volume DMSO: $1,5 - 1,5 = 0 \text{ mL}$

2. Konsentrasi 75%

$$V_1 = \frac{7,5 \times 1,5}{10}$$

$$V_1 = 1,125 \text{ mL}$$

Volume DMSO: $1,5 - 1,125 = 0,375 \text{ mL}$

3. Konsentrasi 50%

$$V_1 = \frac{5 \times 1,5}{10}$$

$$V_1 = 0,75 \text{ mL}$$

Volume DMSO: $1,5 - 0,75 = 0,75 \text{ mL}$

4. Konsentrasi 25%

$$V_1 = \frac{2,5 \times 1,5}{10}$$

$$V_1 = 0,375 \text{ mL}$$

Volume DMSO: $1,5 - 0,375 = 1,125 \text{ mL}$

5. Konsentrasi 15%

$$V_1 = \frac{1,5 \times 1,5}{10}$$

$$V_1 = 0,225 \text{ mL}$$

Volume DMSO: $1,5 - 0,225 = 1,275 \text{ mL}$

Tabel Hasil Perhitungan

Konsentrasi Volume Ekstrak Volume DMSO Volume Total

100	1,5 mL	0 mL	1,5 mL
75	1,125 mL	0,375 mL	1,5 mL
50	0,75 mL	0,75 mL	1,5 mL
25	0,375 mL	1,125 mL	1,5 mL
15	0,225 mL	1,275 mL	1,5 mL

Perhitungan konsentrasi dilakukan menggunakan prinsip pengenceran larutan

$C_1V_1 = C_2V_2$ sehingga konsentrasi yang dihasilkan akurat dan dapat direplikasi secara ilmiah.

Lampiran 2. Data Hasil Pengukuran Zona Hambat Ekstrak Etanol *Ulva lactuca* terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* dengan Metode Difusi Cakram

Konsentrasi	Replikasi 1 (mm)	Replikasi 2 (mm)	Replikasi 3 (mm)
100%	Cawan petri 1 (3,6mm) cawan petri 2 (2,85mm) cawan petri 3 (3,68mm)	Cawan petri 1 (4,12 mm) Cawan petri 2 (2,45 mm) Cawan petri 3 (1,78 mm)	Cawan petri 1 (3,68 mm) Cawan petri 2 (1,5 mm) Cawan petri 3 (0,58 mm)
75%	Cawan petri 1 (0,35 mm) Cawan petri 2 (2,85 mm) Cawan petri 3 (1,5 mm)	Cawan petri 1 (0,35 mm) Cawan petri 2 (1,5 mm) Cawan petri 3 (0,35 mm)	Cawan petri 1 (0,58 mm) Cawan petri 2 (1,5 mm) Cawan petri 3 (1,5 mm)
50%	Cawan petri 1 (0 mm) Cawan petri 2 (1,5 mm) Cawan petri 3 (1,35 mm)	Cawan petri 1 (2,35 mm) Cawan petri 2 (0,95 mm) Cawan petri 3 (0 mm)	Cawan petri 1 (0 mm) Cawan petri 2 (0 mm) Cawan petri 3 (0 mm)
25%	Cawan petri 1 (0 mm) Cawan petri 2 (0 mm) Cawan petri 3 (1,5 mm)	Cawan petri 1 (1,35 mm) Cawan petri 2 (0 mm) Cawan petri 3 (0 mm)	Cawan petri 1 (0 mm) Cawan petri 2 (1,78 mm) Cawan petri 3 (0 mm)
15%	Cawan petri 1 (0 mm) Cawan petri 2 (0 mm) Cawan petri 3 (0 mm)	Cawan petri 1 (0 mm) Cawan petri 2 (0 mm) Cawan petri 3 (0 mm)	Cawan petri 1 (0 mm) Cawan petri 2 (0 mm) Cawan petri 3 (0 mm)

Rumus Perhitungan Diagram Cakram sebagai berikut:

Diameter zona hambat diukur langsung menggunakan jangka sorong atau penggaris (dalam mm) dari tepi zona bening ke tepi seberangnya. Diameter zona hambat diukur (mm) dari tepi zona bening ke tepi seberangnya pada setiap cawan petri. Setiap konsentrasi diuji dalam tiga replikasi (x_1, x_2, x_3) dan dihitung nilai rata-ratanya menggunakan

$$\text{rumus } \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{n} \text{ dengan } n = 3.$$

Keterangan:

$\bar{x}$ = rata-rata diameter zona hambat (mm)

x_1, x_2, x_3 = hasil pengukuran tiap replikasi

n = jumlah replikasi (3)

Nilai mean digunakan sebagai indikator adanya penghambatan pertumbuhan *Candida albicans*. Kriteria penghambatan: $\bar{x} > 0\text{mm}$ menunjukkan adanya

aktivitas antijamur, sedangkan $\bar{x} = 0\text{mm}$ menunjukkan tidak adanya aktivitas. Besar zona hambat diklasifikasikan sebagai aktivitas lemah ($\leq 5\text{ mm}$), sedang (6–10 mm), dan kuat ($\geq 11\text{ mm}$).

Lampiran 3. Output SPSS Statistik Deskriptif Zona Hambat Metode Difusi Cakram

- a. Uji Normalitas Kolmogorov–Smirnov Data Diameter Zona Hambat Metode Difusi Cakram

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		diameter zona hambat (mm)
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1.2787
	Std. Deviation	1.38661
Most Extreme Differences	Absolute	.222
	Positive	.222
	Negative	-.178
Test Statistic		.222
Asymp. Sig. (2-tailed)		.046 ^c

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

- b. Uji Normalitas Kolmogorov–Smirnov Data Diameter Zona Hambat Metode Difusi Cakram

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		diameter zona hambat (mm)
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1.2787
	Std. Deviation	1.38661
Most Extreme Differences	Absolute	.222
	Positive	.222
	Negative	-.178
Test Statistic		.222
Asymp. Sig. (2-tailed)		.046 ^c

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

- c. Uji ANOVA pada Analisis Regresi antara Diameter Zona Hambat dan Konsentrasi Ekstrak

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	10394.647	1	10394.647	30.744	.000 ^b
	Residual	4395.353	13	338.104		
	Total	14790.000	14			

a. Dependent Variable: konsentrasi ekstrak (%)

b. Predictors: (Constant), diameter zona hambat (mm)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.838 ^a	.703	.680	18.38761

a. Predictors: (Constant), diameter zona hambatan (mm)

b. Dependent Variable: konsentrasi ekstrak (%)

Descriptives

diameter zona hambatan (mm)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
15.00	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
25.00	3	.5000	.86603	.50000	-1.6513	2.6513	.00	1.50
50.00	3	.9500	.82614	.47697	-1.1022	3.0022	.00	1.50
75.00	3	1.5667	1.25133	.72246	-1.5418	4.6751	.35	2.85
100.00	3	3.3767	.45786	.26434	2.2393	4.5140	2.85	3.68
Total	15	1.2787	1.38661	.35802	.5108	2.0465	.00	3.68

ANOVA

diameter zona hambatan (mm)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20.502	4	5.125	7.989	.004
Within Groups	6.416	10	.642		
Total	26.918	14			

d. Hasil uji lanjut dengan Duncan

diameter zona hambatan (mm)

konsentrasi ekstrak (%)	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Duncan ^a 15.00	3	.0000		
25.00	3	.5000	.5000	
50.00	3	.9500	.9500	
75.00	3		1.5667	
100.00	3			3.3767
Sig.		.196	.150	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

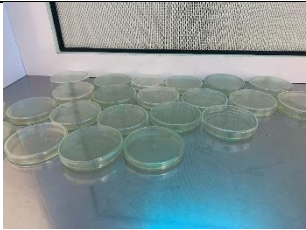
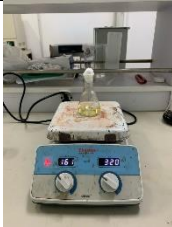
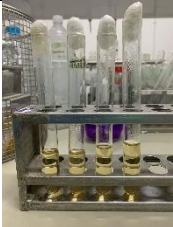
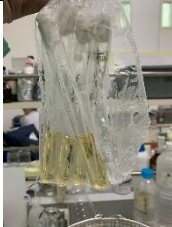
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

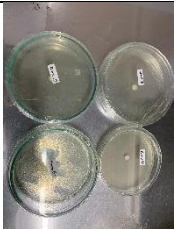
Lampiran 4. Hasil Uji MIC Ekstrak Etanol *Ulva lactuca* Linneus. Terhadap *Candida albicans*

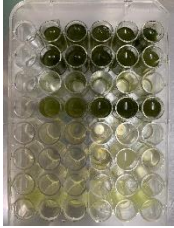
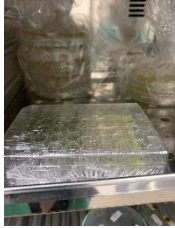
No	Konsentrasi (%)	Ulangan	Pertumbuhan Jamur
1	50	1	1
2	50	2	1
3	50	3	1
4	40	1	1
5	40	2	1
6	40	3	1
7	30	1	1
8	30	2	1
9	30	3	1
10	25	1	1
11	25	2	1
12	25	3	1
13	15	1	1
14	15	2	1
15	15	3	1
16	Kontrol + (Nystatin)	1	0
17	Kontrol + (Nystatin)	2	0
18	Kontrol + (Nystatin)	3	0
19	Kontrol pelarut	1	1
20	Kontrol media	1	0

Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian

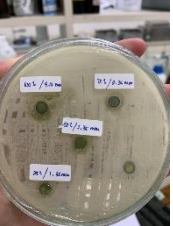
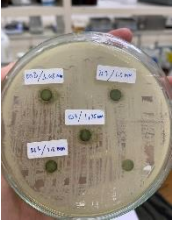
 Timbang serbuk <i>ulva lactuca</i>	 Tambahkan pelarut etanol 96% diaduk sampai tercampur bagian bawah secara merata.
 Homogenkan di atas shaker selama 2 jam	 Maserais disaring menggunakan kertas saring
 Hasil simplisia dan filtrat bisa terpisah.	 Penguapan menggunakan rotary evaporator selama 45 menit
 Diperoleh hasil penguapan berupa pasta sebanyak 4,75 gram	 Pembuatan media SDA ditimbang 22 gram
 Ditambahkan 338 ml aquades	 Dipanaskan diatas magnetic stirrer 229 rpm.

 Diatuclave dengan suhu 121 derajat Celcius selama 15 menit.	 Dituang ke cawan petri (16 ml per disc)
 Pembuatan suspense jamur Candida albicans	 Ditimbang media 1,5 gram sdb dan larutan aquades 30 ml
 Panaskan media diatas magnetic stirrer	 Dipindah di tabung kecil menjadi 4 untuk menumbuhkan suspense jamur
 Autoclave media	 Peremajaan jamur Candida albicans, diambil inoculum candida (1-2 ose)
 Masukkan inoculum ketabung SDB secara aseptik dan tutup kembali	 Uji pengukuran absorbansi dan penyesuaian kerapatan suspense menggunakan spectrofotometer (V=0.099)

 Homogenisasi akhir	 Hasil inokulum di tabung SDB secara aseptik
 Persiapan larutan dmsol pada konsentrasi ekstrak <i>Ulva lactuca</i>	 Perendaman kertas cakram pada ekstrak <i>Ulva lactuca</i>
 Proses mengkultur candida dan menanam kertas cakram pada media sda	 Kontrol positif menggunakan nystatis
 Perlakuan pada kontrol Inegative dan positif	 Diinkubasi selama 2x24 jam
	

Ditimbang ekstrak ulva lactuca untuk pada uji mic sumuran	Pembuatan larutan dmso sebagai campuran uji mic
 Pencampuran ekstra ulva lactuca dan dmso sesuai konsentrasi pada microplate	 Diinkubasi selama 1x24jam

Lampiran 6. Hasil Perlakuan difusi cakram zona hambat

Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
 Cawan petri 1	 Cawan petri 1	 Cawan petri 1
 Cawan petri 2	 Cawan petri 2	 Cawan petri 2
 Cawan petri 3	 Cawan petri 3	 Cawan petri 3



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI**

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Nur Wakhidah Fitriani Maryuananda
NIM : 210602110051
Judul : ANALISIS ANTI JAMUR EKSTRAK ETANOL GANGGANG HIJAU *Ulva lactuca* Linneus. PENGHAMBAT JAMUR *Candida albicans*

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc	172	
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc		

Ketua Program Studi Biologi
 Prof. Dr. Irena Susilowati, M.Si
 NIP. 19671113 199402 2 001

2/27/26, 2:49 PM

Sistem Informasi Akademik Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang 2.0



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341) 551354, Fax: (0341) 572533
Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 210602110051
Nama : NUR WAKHIDAH FITRIANI MARYUANANDA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc
Dosen Pembimbing 2 : DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : Uji Ekstrak Ethanol Ulva lactuca L. Secara in Vitro terhadap jamur Candida albicans

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	01 September 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	REVISI SEMPRO BAB I	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
2	03 September 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	REVISI SEMPRO BAB I	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
3	11 September 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	REVISI SEMPRO BAB I	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
4	22 September 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	KONSULTASI DAN REVISI BAB II	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
5	01 Oktober 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	REVISI SEMPRO BAB II	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
6	17 Desember 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	bimbingan pembahasan bab IV	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
7	18 Desember 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	revisi pembahasan bab IV	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
8	29 Desember 2025	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	revisi pembahasan bab IV	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
9	29 Desember 2025	DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si	konsultasi idan bimbingan integrasi di bab IV	Genap 2025/2026	Belum Dikoreksi
10	05 Januari 2026	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	revisi pembahasan bab IV dan Bab I	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
11	06 Januari 2026	DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si	revisi integrasi pada Bab I dan Bab II	Genap 2025/2026	Belum Dikoreksi
12	07 Januari 2026	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	revisi pembahasan skripsi bab IV	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
13	08 Januari 2026	DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si	revisi intergrasi pada Bab I dan Bab II	Genap 2026/2027	Belum Dikoreksi
14	09 Januari 2026	DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si	bimbingan integrasi pada bab IV pembahasan zona hambat	Genap 2026/2027	Belum Dikoreksi
15	12 Januari 2026	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	revisi pembahsan bab I,II,III, IV, V	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
16	13 Januari 2026	DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si	acc integrasi pembahasan bab IV dan Integrasi Bab I, II	Genap 2026/2027	Belum Dikoreksi
17	15 Januari 2026	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	acc revisi pembahasan bab I-bab V	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
18	18 Februari 2026	FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc	konsul revisi sidang skripsi bab 1, 2, 4	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi

<https://siakad.uin-malang.ac.id/2/0/c/0/PersJurnalBimbinganTA-35835f8ae0568491266cae5596ae82c5b3044ae82005685c8a07ba7fcb807>



Dipindai dengan CamScanner

Dosen Pembimbing 2



DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si



Kaprovdi

Malang, _____

Dosen Pembimbing 1



FITRIA NUNGKY HARJANTI, M.Sc