

**UJI AKTIVITAS ANTIKANKER SECARA *In Vitro* DARI EKSTRAK
ETANOL *Padina australis*, *Caulerpa racemosa*, DAN TAURIN DENGAN
METODE BSLT (*BRINE SHRIMP LETHALITY TEST*)**

(Skripsi)

Oleh

**YOGI WIDIANITA HUTAMI
NPM 2117061016**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

UJI AKTIVITAS ANTIKANKER SECARA *In Vitro* DARI EKSTRAK ETANOL *Padina australis*, *Caulerpa racemosa*, DAN TAURIN DENGAN METODE BSLT (*BRINE SHRIMP LETHALITY TEST*)

Oleh

Yogi Widianita Hutami

Padina australis dan *Caulerpa racemosa* merupakan golongan makroalga yang memiliki banyak manfaat. *P. australis* dan *C. racemosa* diduga memiliki senyawa bioaktif sebagai antikanker. Kanker merupakan suatu penyakit yang berbahaya dan dapat membunuh manusia. Pengobatan kanker dapat dilakukan dengan memanfaatkan *P. australis* dan *C. racemosa*. Sebelum tanaman dinyatakan memiliki efektivitas dalam membunuh sel kanker, dapat dilakukan pengujian menggunakan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*), yaitu metode skrining senyawa antikanker pada tanaman menggunakan larva *Artemia salina* Leach sebagai hewan uji. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui senyawa yang terkandung pada *P. australis* dan *C. racemosa* dengan menggunakan uji fitokimia dan identifikasi FTIR, mengetahui tingkat aktivitas antikanker, serta mengetahui nilai LC₅₀ dari masing-masing ekstrak *P. australis*, *C. racemosa*, dan taurin. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 3 bahan uji diantaranya ekstrak etanol *P. australis*, *C. racemosa*, dan taurin. Masing-masing bahan uji diberi perlakuan dengan konsentrasi 62,5 ppm, 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, dan 1000 ppm. Hasil uji fitokimia dan FTIR ekstrak etanol *P. australis* dan *C. racemosa* menunjukkan bahwa keduanya mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, steroid, dan terpenoid dengan gugus fungsi yang sama diantaranya O-H, C-H, C=C, C-N, dan C-O pada ekstrak etanol *P. australis*, sedangkan pada ekstrak etanol *C. racemosa* tidak memiliki gugus fungsi C-N. Hasil uji aktivitas antikanker menggunakan metode BSLT, diperoleh nilai LC₅₀ ekstrak etanol *P. australis* sebesar 90,49 ppm, ekstrak etanol *C. racemosa* sebesar 137,36 ppm, dan taurin sebesar 27,10 ppm. Masing-masing bahan uji dikategorikan sebagai senyawa toksik dan memiliki potensi sebagai agen antikanker.

Kata kunci : *Padina australis*, *Caulerpa racemosa*, Antikanker, *Artemia salina* L., Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*)

ABSTRACT

***In Vitro* ANTICANCER ACTIVITY TEST OF ETHANOL EXTRACT OF *Padina australis*, *Caulerpa racemosa*, AND TAURINE USING BSLT (BRINE SHRIMP LETHALITY TEST) METHOD**

By

Yogi Widianita Hutami

Padina australis and *Caulerpa racemosa* are a group of macroalgae that have many benefits. *P. australis* and *C. racemosa* are thought to have bioactive compounds as anticancer. Cancer is a dangerous disease and can kill humans. Cancer treatment can be done by utilizing *P. australis* and *C. racemosa*. Before the plant is declared to effectiveness in killing cancer cells, testing can be down using the BSLT (Brine Shrimp Lethality Test) method, which is a screening method for anticancer compounds in plants using *Artemia salina* Leach larvae as test animals. The purpose of this study was to determine the compounds contained in *P. australis* and *C. racemosa* using phytochemical tests and FTIR identification, determine the level of anticancer activity, and determine the LC₅₀ value of each extract of *P. australis*, *C. racemosa*, and taurine. This research is an experimental study using CRD (Completely Randomized Design) with 3 test materials including ethanol extracts of *P. australis*, *C. racemosa*, and taurine. Each test material was treated with concentrations of 62,5 ppm, 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, and 1000 ppm. The results of phytochemical and FTIR tests of ethanol extracts of *P. australis* and *C. racemosa* showed that both contained alkaloids, flavonoids, saponins, tannins, steroids, and terpenoids with the same functional groups including O-H, C-H, C=C, C-N, and C-O in the ethanol extract of *P. australis*, while the ethanol extract of *C. racemosa* did not have a C-N functional group. The results of the anticancer activity test using the BSLT method, obtained the LC₅₀ value of the ethanol extract of *P. australis* of 90,49 ppm, the ethanol extract of *C. racemosa* of 137,36 ppm, and taurine of 27,10 ppm. Each test material is categorized as a toxic compound and has the potential as an anticancer agent.

Keywords : *Padina australis*, *Caulerpa racemosa*, Anticancer, *Artemia salina* L., BSLT (Brine Shrimp Lethality Test) Method

**UJI AKTIVITAS ANTIKANKER SECARA *In Vitro* DARI EKSTRAK
ETANOL *Padina australis*, *Caulerpa racemosa*, DAN TAURIN DENGAN
METODE BSLT (*BRINE SHRIMP LETHALITY TEST*)**

Oleh

**Yogi Widianita Hutami
2117061016**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Penelitian : **UJI AKTIVITAS ANTIKANKER SECARA *In Vitro* DARI EKSTRAK ETANOL *Padina australis*, *Caulerpa racemosa*, DAN TAURIN DENGAN METODE BSLT (*BRINE SHRIMP LETHALITY TEST*)**

Nama Mahasiswa : **Yogi Widianita Hutami**

NPM : 2117061016

Jurusan/Program Studi : Biologi/S1 Biologi Terapan

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Menyetujui,

1. **Komisi Pembimbing**

Pembimbing I

Prof. Dra. Endang L. Widiastuti, Ph.D.
NIP. 196106111986032001

Pembimbing II

Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si.
NIP. 198804222015042001

2. **Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung**

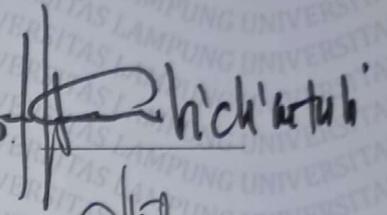
Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.
NIP. 198301312008121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

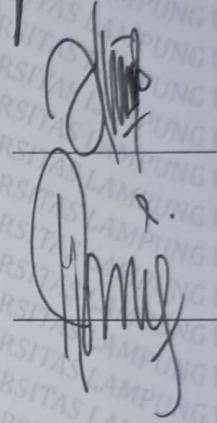
Ketua

: **Prof. Dra. Endang L. Widiastuti, M.Sc., Ph.D.**



Sekretaris

: **Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si.**



Penguji Utama

: **Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.**

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.

NIP. 197110012005011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **20 Mei 2025**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yogi Widianita Hutami
NPM : 2117061016
Program Studi : S1 Biologi Terapan
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Uji Aktivitas Antikanker Secara *In Vitro* dari Ekstrak Etanol *Padina australis*, *Caulerpa racemosa*, dan Taurin dengan Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*)”** merupakan benar karya tulis ilmiah hasil pemikiran saya sendiri berdasarkan pengetahuan serta informasi yang telah saya dapatkan dan bukan plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat. Apabila pada kemudian hari ditemukan kecurangan dalam karya tulis ilmiah ini saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 31 Mei 2025

Yang menyatakan,



Yogi Widianita Hutami

NPM. 2117061016

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Liwa pada tanggal 31 Mei 2003, merupakan anak tunggal dari pasangan Alm. Bapak Kadarmadi dengan Ibu Lulik Setyawati. Penulis beralamat di Jalan Brawijaya RT 03 RW 03, Desa Hanura, Kec. Teluk Pandan, Kab. Pesawaran, Provinsi Lampung. Penulis menyelesaikan pendidikan pertamanya di TK Dharmawanita Hanura pada tahun 2009, lalu melanjutkan sekolah di SD Negeri 1 Hanura dan lulus pada tahun 2015. Penulis menempuh pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 2 Pesawaran dan menyelesaikannya pada tahun 2018. Penulis menempuh pendidikan selanjutnya di SMA Negeri 1 Padang Cermin dan lulus pada tahun 2021.

Penulis diterima sebagai mahasiswi Program Studi S1 Biologi Terapan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN pada tahun 2021. Penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Keterampilan Kerja Laboratorium. Penulis telah menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung dengan judul “Pembenihan Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung”. Penulis juga telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Jepara, Kec. Way Jepara, Kab. Lampung Timur, Provinsi Lampung. Penulis melakukan penelitian untuk penyusunan tugas akhir di Laboratorium Biologi, Gedung MIPA Terpadu, Universitas Lampung dengan judul “Uji Aktivitas Antikanker Secara *In Vitro* dari Ekstrak Etanol *Padina australis*, *Caulerpa racemosa*, dan Taurin dengan Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*)”.

MOTTO

"Mereka adalah orang-orang yang tetap mendapat petunjuk dari Tuhannya dan mereka itulah orang-orang yang beruntung."

~ QS. Luqman 31: 5 ~

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan) tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap"

~ QS. Al-Insyirah 94 : 6-8 ~

"Pilihannya cuma nekat atau semuanya tidak akan pernah selesai"

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, saya mengucapkan banyak terima kasih atas izin-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

*Skripsi ini saya persembahkan untuk orang tua saya, **Alm. Bapak Kadarmadi, Ibu Lulik Setyawati, Bapak Adi Sumantoro**, keluarga besar, dan sahabat-sahabat saya yang sangat saya sayangi dan saya cintai. Terima kasih untuk do'a, pengorbanan, semangat, dukungan, dan motivasi yang diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan studi ini hingga akhir.*

&

Universitas Lampung – Almamater Tercinta

SANWACANA

Alhamdulillahirabbilalamin. Puji syukur tak henti-hentinya penulis haturkan kehadiran Allah SWT, karena berkat karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Uji Aktivitas Antikanker Secara *In Vitro* dari Ekstrak Etanol *Padina australis*, *Caulerpa racemosa*, dan Taurin dengan Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*)” sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat disusun dengan baik hingga selesai tidak terlepas dari dukungan banyak pihak. Ucapan terimakasih disampaikan oleh penulis kepada berbagai pihak yang telah memberikan do’a, semangat, bantuan, kritik, saran, dan bimbingannya kepada:

1. Orang tua saya, Ibu Lulik Setyawati dan Bapak Adi Sumantoro yang senantiasa mencurahkan cinta dan kasih, memberikan do’a, dukungan, perhatian, motivasi yang tiada henti serta kerja keras demi anaknya agar lebih baik dan berguna untuk banyak orang. Terkhususnya Alm. Bapak Kadarmadi, semoga Bapak tenang di alam sana dan semoga Bapak mendapatkan tempat yang terbaik di sisi Allah SWT.
2. Ibu Prof. Dra. Endang Linirin Widiastuti, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu membimbing penulis sejak penyusunan laporan praktik kerja lapangan hingga penyusunan skripsi ini selesai.
3. Ibu Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II dan Ketua Program Studi S1 Biologi Terapan, Jurusan Biologi yang selalu membimbing penulis hingga penyusunan skripsi ini selesai.

4. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc., selaku Dosen Pembahas yang membimbing penulis dan memberikan saran untuk penyempurnaan skripsi.
5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Jani Master, M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
7. Bapak Prof. Dr. Hendri Busman, M. Biomed., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberikan arahan kepada Penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
8. Sahabat-sahabat saya, Destriana Anggita, Shalsabilla Septiani, Nur Annisa Hafni Syarah, dan Dwi Sustianingsih Putri yang senantiasa menemani, memberikan semangat, canda tawa, dukungan, dan kebersamaan dalam berjuang selama perkuliahan maupun selama penyusunan skripsi.
9. Mba Devi Ardiyati Khasana, yang telah banyak memberikan bantuan, saran, dukungan, dan motivasi selama penyusunan proposal penelitian sampai penyusunan skripsi ini selesai.
10. Seluruh rekan-rekan Jurusan Biologi angkatan 2021.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan dari berbagai pihak yang telah membantu. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 31 Mei 2025

Penulis,

Yogi Widianita Hutami

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan	4
1.3 Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kanker	6
2.2 Alga Cokelat (<i>Padina australis</i>).....	9
2.2.1 Klasifikasi Alga Cokelat (<i>Padina australis</i>).....	9
2.2.2 Morfologi Alga Cokelat (<i>Padina australis</i>).....	9
2.3 Anggur Laut (<i>Caulerpa racemosa</i>)	10

2.3.1	Klasifikasi Anggur Laut (<i>Caulerpa racemosa</i>)	10
2.3.2	Morfologi Anggur Laut (<i>Caulerpa racemosa</i>)	11
2.4	Taurin	12
2.5	Uji Fitokimia	13
2.5.1	Alkaloid.....	13
2.5.2	Flavonoid	14
2.5.3	Tanin	14
2.5.4	Steroid	14
2.5.5	Terpenoid	15
2.5.6	Saponin.....	15
2.6	FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>)	15
2.7	Metode BSLT (<i>Brine Shrimp Lethality Test</i>)	17
2.8	Biologi <i>Artemia salina</i> Leach.....	18
2.8.1	Klasifikasi <i>Artemia salina</i> Leach	18
2.8.2	Morfologi <i>Artemia salina</i> Leach.....	19
III.	METODE PENELITIAN	21
3.1	Waktu dan Tempat	21
3.2	Alat dan Bahan	21
3.3	Jenis dan Rancangan Penelitian.....	22
3.4	Prosedur Kerja	22
3.4.1	Persiapan Ekstrak <i>Padina australis</i> dan <i>Caulerpa racemosa</i>	22
3.4.2	Pengujian Fitokimia	23
3.4.3	Identifikasi Senyawa dengan FTIR.....	24
3.4.4	Penetasan Larva <i>Artemia salina</i>	24
3.4.5	Uji Toksisitas dengan Metode BSLT.....	25
3.5	Analisis Data	27
3.6	Diagram Alir Penelitian.....	28
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Ekstraksi <i>Padina australis</i> dan <i>Caulerpa racemosa</i>	29
4.2	Uji Fitokimia	30
4.3	Uji FTIR	32

4.4 Uji Aktivitas Antikanker dengan Metode BSLT.....	35
V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Daerah gugus fungsi FTIR	16
2. Pembagian panjang gelombang pada radiasi inframerah.	17
3. Prosedur pengujian fitokimia	23
4. Konsentrasi pada masing-masing bahan uji.....	25
5. Data hasil ekstraksi <i>P. australis</i> dan <i>C. racemosa</i>	29
6. Uji fitokimia <i>P. australis</i> dan <i>C. racemosa</i>	30
7. Hasil Identifikasi FTIR ekstrak etanol <i>P. australis</i>	33
8. Hasil Identifikasi FTIR ekstrak etanol <i>C. racemosa</i>	33
9. Uji aktivitas antikanker dengan metode BSLT (<i>Brine Shrimp Lethality Test</i>) .	35
10. Tingkatan toksisitas nilai LC ₅₀	37
11. Data mortalitas larva <i>A. salina</i> pada ekstrak etanol <i>P. australis</i>	52
12. Data mortalitas larva <i>A. salina</i> pada ekstrak etanol <i>C. racemosa</i>	52
13. Data mortalitas larva <i>A. salina</i> pada taurin dan nilai probit.....	52
14. Nilai probit persentase mortalitas.....	53
15. Data deskriptif dari uji aktivitas antikanker dengan metode BSLT.....	56
16. Uji ANOVA (<i>Analysis of Variance</i>) Ekstrak etanol <i>P. australis</i> , Ekstrak etanol <i>C. racemosa</i> , dan taurin terhadap <i>A. salina</i>	57
17. Uji lanjut LSD bahan uji terhadap <i>A. salina</i>	57
18. Uji lanjut LSD konsentrasi terhadap <i>A. salina</i>	58
19. Interaksi bahan uji dengan konsentrasi	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses Pembentukan kanker.....	7
2. Alga coklat (<i>P. australis</i>)	10
3. Anggur laut (<i>C. racemosa</i>).....	11
4. Rumus molekul taurin	13
5. <i>Nauplius A. salina</i> Leach	20
6. <i>A. salina</i> dewasa.....	20
7. Diagram alir penelitian	28
8. Ekstrak Etanol (A) <i>P. australis</i> ; (B) <i>C. racemosa</i>	30
9. Hasil uji FTIR <i>P. australis</i>	32
10. Hasil uji FTIR <i>C. racemosa</i>	32
11. Surat hasil determinasi <i>P. australis</i>	50
12. Surat hasil determinasi <i>C. racemosa</i>	51
13. Penentuan LC ₅₀ ekstrak etanol <i>P. australis</i>	54
14. Penentuan LC ₅₀ ekstrak etanol <i>C. racemosa</i>	54
15. Penentuan LC ₅₀ taurin	55
16. Uji Alkaloid	66
17. Uji Flavonoid.....	66
18. Uji Saponin.....	66
19. Uji Steroid-Terpenoid	66
20. Uji Tanin.....	66
21. Uji Alkaloid	67
22. Uji Flavonoid.....	67
23. Uji Saponin.....	67
24. Uji Steroid-Terpenoid	67

25. Uji Tanin	67
26. <i>C. racemosa</i>	68
27. <i>P. australis</i>	68
28. Pengeringan dengan oven.....	68
29. Maserasi dengan etanol 96%	68
30. Penyaringan hasil maserasi	68
31. Evaporasi filtrat	68
32. Ekstrak etanol <i>P. australis</i>	69
33. Ekstrak etanol <i>C. racemosa</i>	69
34. Penimbangan 0,7 gram kista <i>A. salina</i>	69
35. Preparasi alat-alat	69
36. Memasukkan air laut ke dalam akuarium	69
37. Penambahan kista <i>A. salina</i> ke dalam akuarium	69
38. Pemasangan lampu dan aerator	70
39. 100 ml etanol 70%	70
40. Persiapan larutan sampel.....	70
41. Memasukkan larutan ke dalam wadah sampel.....	70
42. Penambahan 1 tetes ragi	70
43. Penambahan 10 ekor larva <i>A. salina</i> ke dalam wadah sampel.....	70
44. Inkubasi selama 24 jam	71
45. Pengamatan kematian larva.....	71

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki wilayah perairan seluas 6,32 juta km² yang kaya akan keanekaragaman hayati laut. Salah satu hasil laut yang melimpah adalah rumput laut (*seaweed*). Rumput laut (*seaweed*) termasuk dalam kelompok makroalga yang tidak mempunyai akar, batang, maupun daun sejati, dan umumnya tumbuh di dasar laut. Rumput laut ini dapat dibagi menjadi empat kelas utama, yaitu Phaeophyceae (cokelat), Chlorophyceae (hijau), Rhodophyceae (merah), serta Cyanophyceae (hijau-biru) (Thomas dan Kim, 2013).

Padina australis merupakan salah satu spesies dari anggota divisi Phaeophyta atau makroalga cokelat yang dapat menghasilkan alginat atau polisakarida yang dapat dimakan dan terdapat pada alga cokelat (Hidayah dkk., 2024). Selain itu, jenis makroalga cokelat ini memiliki potensi pemanfaatan dalam sektor medis. Tindakan medis sendiri merupakan upaya yang dilakukan individu untuk memperoleh kesembuhan dari penyakit yang diderita. Saputra dkk. (2024) menyatakan bahwa *P. australis* mengandung senyawa bioaktif diantaranya alkaloid, flavonoid, dan saponin sehingga mampu menurunkan viabilitas sel kanker serviks *HeLa*.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *P. australis* diketahui memiliki potensi sebagai antikanker, antibakteri, dan antioksidan (Handayani dan Zuhrotun, 2017). Senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada *P.*

australis yaitu fukoidan yang menunjukkan beberapa aktivitas biologis yang penting di bidang kesehatan dan berpotensi sebagai antikanker (Kawung dkk., 2023). Menurut Martini dan Widiastuti (2023), *P. australis* memiliki potensi sebagai agen antikanker karena kemampuannya dalam melawan sel kanker serviks *HeLa*. Selain itu, senyawa bioaktif yang terkandung dalam *P. australis* juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan tabir surya, sebab mengandung senyawa fenolik berupa florotanin yang berperan sebagai pelindung terhadap radiasi sinar *ultra-violet* (UV) (Maharany dkk., 2017).

Selain *P. australis*, makroalga yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat di Indonesia adalah *Caulerpa racemosa* atau yang dapat dikenal sebagai anggur laut dengan nama lokal lawi-lawi. *C. racemosa*, yang dikenal sebagai anggur laut, termasuk salah satu spesies dalam genus ganggang laut dari famili Caulerpaceae serta tergolong dalam divisi Chlorophyceae atau ganggang hijau. *C. racemosa* ini memiliki senyawa bioaktif diantaranya sebagai antikanker, antioksidan, antibakteri, dan antidiabetes (Permatasari dkk., 2022).

Dapat disimpulkan dari banyak penelitian yang telah menyatakan bahwa *P. australis* dan *C. racemosa* memiliki senyawa bioaktif yaitu sebagai antikanker. Kanker merupakan suatu penyakit yang tergolong berbahaya dan dapat membunuh manusia. Kanker menjadi topik kesehatan yang mendapat perhatian utama, baik di Indonesia maupun di tingkat global. Sinar *ultra-violet*, radiasi, radikal bebas, rokok, dan penggunaan bahan kimia di kehidupan sehari-hari adalah faktor-faktor yang dapat menyebabkan kanker. Selain itu, kanker dapat dipicu oleh berbagai faktor lain, termasuk faktor hormonal dan antibodi.

Dimasa sekarang ini banyak pengobatan yang ditujukan untuk penderita kanker diantaranya pemakaian radioaktif, pembedahan, ataupun metode kemoterapi. Dalam metode kemoterapi ini, pasien menggunakan obat-obatan kemoterapi yang memiliki banyak efek samping. Kemoterapi tidak

hanya menyerang sel kanker yang terdapat pada pasien namun juga menyerang sel-sel normal yang ada dalam tubuh pasien. Atas dasar tersebut, berbagai penelitian dilakukan guna menemukan alternatif pengobatan kanker, salah satunya melalui pemanfaatan *P. australis* dan *C. racemosa*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti bahwa ekstrak etanol dari *P. australis* dan *C. racemosa*, yang termasuk dalam kelompok alga, memiliki potensi besar sebagai obat herbal dan berfungsi sebagai agen antikanker. Hal ini didukung oleh pernyataan Martini dan Widiastuti (2023) yang mengungkapkan bahwa *P. australis* mengandung senyawa metabolit sekunder, antara lain alkaloid, flavonoid, dan saponin. Alhafizoh dkk. (2024) menyatakan bahwa *P. australis* juga mengandung senyawa fitokimia tanin dan steroid. Menurut Luhulima dkk. (2022), *C. racemosa* mengandung senyawa metabolit sekunder yang serupa dengan yang ditemukan pada *P. australis*, yaitu meliputi alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, dan tanin.

Sebelum obat tradisional atau fitofarmaka dapat untuk dikonsumsi secara aman, maka terdapat proses yang harus dilewati diantaranya uji praklinik (uji toksisitas dan uji farmakodinamik) yang menggunakan hewan uji dan uji klinik yang menggunakan manusia sebagai subjek untuk memastikan efektivitas dan keamanan suatu obat. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk menguji aktivitas antikanker dari ekstrak etanol *P. australis* dan *C. racemosa* melalui metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*). Metode BSLT merupakan teknik yang umum digunakan dalam pengujian toksisitas atau skrining senyawa antikanker pada tumbuhan, dengan memanfaatkan larva *Artemia salina* Leach sebagai organisme uji. Metode ini memiliki sejumlah keunggulan, antara lain mudah diaplikasikan, biaya yang relatif murah, waktu pelaksanaan singkat, dan hasil yang akurat (Rani dkk., 2022).

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

- a. Mengetahui kandungan senyawa fitokimia dan gugus fungsi dari masing-masing ekstrak etanol *P. australis* dan *C. racemosa* yang ditemukan di wilayah perairan Kec. Teluk Pandan, Kab. Pesawaran, Lampung.
- b. Mengetahui tingkat aktivitas antikanker masing-masing ekstrak etanol *P. australis* dan *C. racemosa* yang ditemukan di wilayah perairan Kec. Teluk Pandan, Kab. Pesawaran, Lampung terhadap kematian larva udang *A. salina* Leach.
- c. Mengetahui nilai LC_{50} dari masing-masing ekstrak *P. australis* dan *C. racemosa* yang ditemukan di wilayah perairan Kec. Teluk Pandan, Kab. Pesawaran, Lampung dengan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*).

1.3 Kerangka Pemikiran

Rumput laut termasuk dalam kelompok tumbuhan makroalga yang umumnya tumbuh di dasar laut serta tidak memiliki akar, batang, maupun daun sejati. Contoh rumput laut yaitu *P. australis* dan juga *C. racemosa*. *P. australis* merupakan spesies yang dapat menghasilkan alginat atau polisakarida yang dapat dimakan. Sedangkan *C. racemosa* merupakan spesies yang termasuk dalam kelompok ganggang hijau dan dapat dimanfaatkan sebagai lalapan.

Di tingkat global, kanker tetap menjadi salah satu isu utama yang menjadi perhatian dalam bidang kesehatan. Penyakit ini tergolong mematikan dan berpotensi merenggut nyawa penderitanya. Banyak pengobatan yang ditujukan untuk penderita kanker diantaranya pemakaian radioaktif, pembedahan, ataupun metode kemoterapi. Dalam metode kemoterapi, pasien menggunakan obat-obatan kemoterapi yang memiliki efek samping karena dapat menyerang sel-sel normal yang ada dalam tubuh pasien.

Apabila *P. australis* dan *C. racemosa* mengandung senyawa metabolit sekunder dari golongan alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan steroid, maka keduanya dapat dimanfaatkan sebagai alternatif dalam pengobatan kanker yang tidak menimbulkan efek samping.

Sebelum *P. australis* dan *C. racemosa* dapat dianggap aman untuk dikonsumsi, dilakukan terlebih dahulu pengujian toksisitas. Pengujian aktivitas antikanker sendiri dapat dilakukan melalui metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*). Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) merupakan uji toksisitas atau skrining senyawa antikanker pada tanaman dengan memanfaatkan larva *A. salina* Leach sebagai hewan uji. Metode ini digunakan untuk mengetahui tingkat toksisitas ekstrak etanol makroalga *P. australis* dan *C. racemosa* terhadap larva *A. salina* Leach.

1.4 Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah :

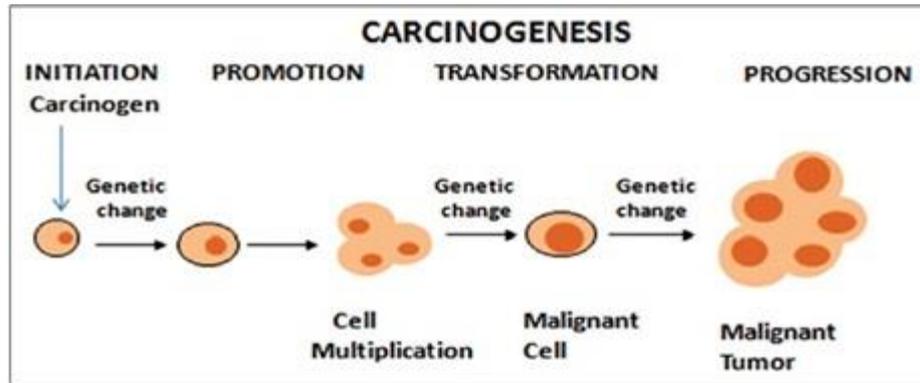
- a. *P. australis* dan *C. racemosa* mengandung senyawa metabolit sekunder yang berperan sebagai antikanker.
- b. *P. australis* dan *C. racemosa* memiliki tingkat aktivitas antikanker yang tinggi terhadap kematian larva udang *A. salina* Leach.
- c. *P. australis* dan *C. racemosa* memiliki nilai LC₅₀ yang rendah dan dapat berpotensi untuk dikembangkan sebagai agen antikanker.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kanker

Kanker adalah jenis penyakit yang ditandai oleh pertumbuhan sel-sel tubuh yang tidak normal. Kondisi ini disebabkan oleh perubahan pada DNA, yang mengakibatkan sel kehilangan fungsi normalnya. Sel kanker akan berkembang dengan cepat, merangsang pertumbuhan sel secara berlebihan, dan dapat memengaruhi sistem pembuluh darah serta organ vital sehingga menimbulkan berbagai gejala. Penyakit kanker memiliki tanda dan gejala tergantung dari jenis kankernya, lokasi kanker itu tumbuh, dan luas dari kanker tersebut. Apabila kanker sudah menyebar dan menyerang organ lain maka dapat menyebabkan hilangnya fungsi organ sehingga dapat berakhir pada kematian (Hartini dkk., 2020).

Kerusakan pada DNA berpotensi memicu pertumbuhan sel kanker akibat adanya mutasi pada gen yang berperan dalam mengatur proses pembelahan sel. Mutasi tersebut menyebabkan pembelahan sel menjadi tidak terkendali, sehingga dapat memunculkan pertumbuhan sel kanker. Berbagai jenis mutagen yang dapat mengubah sel normal menjadi sel kanker meliputi agen kimia dan agen fisik, yang dikenal dengan istilah karsinogen. Selain itu, mutasi juga bisa muncul secara spontan maupun diturunkan secara genetik (Gaffar, 2007). Proses terjadinya kanker disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Pembentukan kanker (Kaur dkk., 2014)

Mutasi gen merupakan kondisi yang ditandai oleh perubahan pada urutan nukleotida DNA dalam kromosom, sehingga menjadi tidak normal. Salah satu mutasi gen yang paling sering ditemukan pada kasus kanker adalah pada protein 53 (p53), yang disebabkan oleh perbedaan urutan asam amino dalam p53. Kanker akan berkembang di berbagai titik ketika sel normal mengalami pertumbuhan yang tidak terkendali. Beberapa jenis sel kanker bahkan dapat menyebar ke bagian tubuh lain melalui sirkulasi darah (Satria dkk., 2019).

Menurut Cancer Research UK (2023), kanker dapat diklasifikasikan berdasarkan tempat tumbuh di dalam tubuh. Terdapat lebih dari 200 jenis kanker. Kanker dapat dikelompokkan menjadi 5 kelompok utama berdasarkan jenis sel tempat kanker tumbuh, diantaranya:

1. Karsinoma merupakan kanker yang terdapat pada kulit atau jaringan yang menutupi organ dalam.
2. Sarkoma merupakan jaringan yang bermula pada jaringan ikat seperti tulang, tulang rawan, lemak, otot, atau pembuluh darah.
3. Leukemia atau kanker sel darah putih. Penyakit ini berasal dari jaringan yang memproduksi sel darah seperti sumsum tulang belakang.
4. Limfoma dan myeloma bermula dari sel-sel sistem kekebalan tubuh.
5. Kanker otak dan sumsum tulang belakang yang dikenal sebagai sistem saraf pusat.

Beberapa faktor menjadi penyebab terjadinya kanker, antara lain faktor genetik, faktor karsinogenik yang mencakup zat kimia, paparan radiasi, iritasi kronis, hormon, serta virus, dan juga faktor perilaku atau gaya hidup seperti kebiasaan merokok, pola makan yang tidak sehat, konsumsi alkohol, serta kurangnya aktivitas fisik. Lebih dari 30% kasus kematian akibat kanker disebabkan oleh perilaku dan pola makan, sementara sekitar 70% kematian di dunia berkaitan dengan kebiasaan merokok (Kementrian Kesehatan RI, 2015).

Kanker payudara merupakan jenis kanker yang menjadi penyebab utama kematian di dunia setiap tahunnya. Menurut WHO, terdapat 2.261.419 kasus kanker payudara, yang paling banyak dialami oleh wanita. Di Indonesia, kanker payudara menempati posisi kedua setelah kanker serviks dan menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun. Kenaikan kasus kanker payudara ini dipengaruhi oleh sejumlah faktor risiko, seperti jenis kelamin perempuan, riwayat keluarga dan genetik, menstruasi dini (usia kurang dari 12 tahun), konsumsi alkohol, serta faktor lingkungan (Syarlina dkk., 2019).

Selain kanker payudara, kanker serviks juga menempati peringkat kedua di dunia dan menjadi yang teratas di negara-negara berkembang seperti Indonesia. Kasus kanker serviks tercatat sekitar 40-45 kasus perhari, dengan 15.000 kasus baru setiap tahun dan angka kematian mencapai 8.000 jiwa per tahun. Kanker serviks termasuk golongan tumor ganas yang berasal dari sel epitel skuamosa. Penyakit ini menyerang leher rahim atau serviks, yaitu bagian dari organ reproduksi wanita yang menjadi pintu masuk menuju rahim, terletak di antara rahim (uterus) dan vagina. Beberapa faktor yang dapat memicu terjadinya kanker serviks meliputi usia saat pertama kali melakukan hubungan seksual, status sosial ekonomi, sering berganti pasangan, kurangnya kebersihan genital, riwayat penyakit menular seksual, dan faktor lainnya (Damayanti, 2013).

Kanker paru-paru termasuk tumor ganas yang berasal dari epitel bronkus atau dikenal juga sebagai karsinoma bronkus. Penyakit ini disebabkan oleh paparan inhalasi zat karsinogenik dalam jangka waktu yang lama. Terjadinya kanker paru-paru berkaitan dengan mutasi gen yang berperan, seperti *proto oncogene*, *tumor suppressor gene*, dan *gene encoding enzyme*. Gejala klinis kanker paru-paru meliputi sesak napas, batuk, nyeri dada, nyeri pada tulang belakang, penurunan berat badan, serta gejala lainnya (Joseph dan Rotty, 2020).

2.2 Alga Cokelat (*Padina australis*)

2.2.1 Klasifikasi Alga Cokelat (*Padina australis*)

Menurut Dawes (1981) klasifikasi alga cokelat (*P. australis*) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Division	: Phaeophyta
Class	: Phaeophyceae
Order	: Dictyotales
Family	: Dictyotaceae
Genus	: <i>Padina</i>
Species	: <i>Padina australis</i>

2.2.2 Morfologi Alga Cokelat (*Padina australis*)

P. australis memiliki bentuk talus yang berupa lembaran menyerupai kipas membentuk lembaran tipis yang disebut dengan lobus dengan garis-garis berambut radial. *P. australis* memiliki daun yang halus dan licin, memiliki panjang sekitar 6-7 cm.

P. australis memiliki warna yang berwarna kuning kecokelatan dan rentan sehingga mudah robek karena bentuk daun yang sangat tipis dan tekstur daun yang halus dan tidak kaku (Rizqi, 2020).

Morfologi *P. australis* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alga cokelat (*P. australis*)

P. australis, yang tergolong dalam alga cokelat, memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, polifenol, saponin, triterpenoid, tanin, dan fenol-hidrokuinon. Kandungan senyawa kimia dalam alga cokelat tersebut berpotensi untuk dikembangkan sebagai agen antibakteri (Haryani dkk, 2015).

Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam alga cokelat atau *P. australis* selain menunjukkan aktivitas biologisnya sebagai antibakteri juga menunjukkan aktivitas biologisnya sebagai antikanker karena mengandung fukoidan. Fukoidan adalah suatu polisakarida kompleks yang ditemukan pada bagian dinding sel dari alga cokelat. Jenis polisakarida ini memiliki banyak manfaat bagi kesehatan, baik untuk kesehatan manusia maupun hewan (Kawung dkk., 2023).

2.3 Anggur Laut (*Caulerpa racemosa*)

2.3.1 Klasifikasi Anggur Laut (*Caulerpa racemosa*)

Menurut Lobban dan Wynne (1981) anggur laut atau lawi-lawi (*C. racemosa*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Division : Chlorophyceae
Class : Ulvophyceae
Order : Bryopsidales
Family : Caulerpaceae
Genus : *Caulerpa*
Species : *Caulerpa racemosa*

2.3.2 Morfologi Anggur Laut (*Caulerpa racemosa*)

Anggur laut termasuk salah satu jenis alga hijau yang tersebar luas di wilayah perairan Indonesia. Bentuk morfologi anggur laut sangat dipengaruhi oleh kondisi habitat dan ketersediaan ruang tempat hidupnya. Ukuran anggur laut bervariasi tergantung lokasi tumbuhnya, dengan ukuran rata-rata berkisar antara 12 hingga 50 mm. *C. racemosa* memiliki morfologi cabang yang menyerupai buah anggur dan dilengkapi dengan stolon. Struktur rizoid pada alga ini melekat pada substrat, berbentuk seperti pilar, dan tumbuh dari bagian stolon. Habitat yang disukai oleh *C. racemosa* adalah daerah berpasir yang bercampur lumpur (Kenedi dkk., 2023).

Morfologi *C. racemosa* dapat dilihat pada Gambar 3.



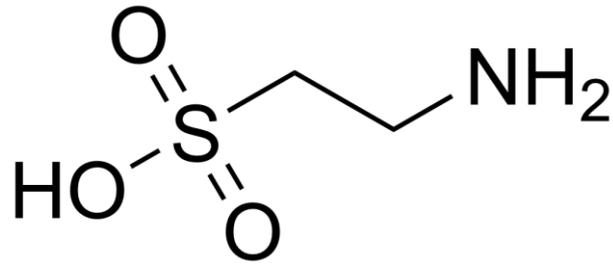
Gambar 3. Anggur laut (*C. racemosa*)

C. racemosa mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang berperan sebagai antioksidan. Selain itu, alga ini juga memiliki kemampuan untuk menangkal radikal bebas karena kandungannya meliputi asam folat, tiamin, serta asam askorbat. *C. racemosa* ini mengandung serat, vitamin, dan mineral yang tersedia dalam jumlah yang cukup. Anggur laut atau *C. racemosa* ini digunakan atau dikonsumsi masyarakat sebagai sayuran ataupun lalapan (Kenedi dkk., 2023).

C. racemosa mengandung senyawa fitokimia berupa senyawa fenol serta senyawa turunan fenol seperti galokatekin, epikatekin, dan katekin. Senyawa-senyawa ini memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan tubuh. Hal ini disebabkan karena saling mendukung dalam mekanisme kerjanya. Sebagai ilustrasi, senyawa fenol berperan sebagai antioksidan yang mampu menetralkan keberadaan radikal bebas (Yoga dan Komalasari, 2022).

2.4 Taurin

Taurin merupakan asam amino yang di dalamnya mengandung sulfur dan diubah menjadi asam beta-amino netral (*2-aminoethane sulphonic acid*). Taurin memiliki sifat yang berbeda dari asam amino lainnya. Hal ini dikarenakan taurin mengandung sulfonat sebagai pengganti asam karboksilat yang menjadikannya sebagai asam kuat. Taurin memiliki rumus molekul $C_2H_7NO_3S$. Taurin merupakan asam amino yang pertama kali ditemukan oleh ilmuwan Jerman yaitu Tiedemann dan Gmelin dengan mengekstrak taurin dari empedu sapi pada tahun 1827 (Srivastava dkk., 2022). Rumus molekul taurin dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rumus molekul taurin

Taurin dikenal sebagai *2-aminoethane sulphonic acid*, merupakan senyawa yang tergolong dalam asam amino esensial bebas dan banyak dijumpai dalam jaringan hewan, terutama melimpah pada sitosol leukosit. Ketika kadar taurin dalam tubuh hewan berada dalam kategori rendah, kondisi ini dapat memicu munculnya berbagai jenis penyakit. Taurin memiliki fungsi penting dalam proses detoksifikasi. Berdasarkan sejumlah penelitian yang telah dilakukan, taurin menunjukkan potensi sebagai agen terapeutik untuk berbagai penyakit, antara lain penyakit kardiovaskular, hiperkolesterolemia, epilepsi, alzheimer, gangguan fungsi hati, serta alkoholisme (Maysa dkk., 2016).

2.5 Uji Fitokimia

2.5.1 Alkaloid

Alkaloid adalah kelompok senyawa metabolit sekunder yang umumnya ditemukan dalam tumbuhan. Senyawa ini terdiri atas campuran beberapa jenis alkaloid utama disertai dengan komponen-komponen dalam jumlah kecil. Alkaloid dikenal memiliki rasa pahit, bersifat basa lemah, sedikit larut dalam air, namun cukup larut dalam pelarut organik non-polar seperti kloroform, dietil eter, dan sejenisnya. Beberapa jenis alkaloid memiliki warna khas, misalnya alkaloid berwarna kuning dan senyawa garam sanguinarin yang membentuk warna merah ketika berikatan dengan tembaga. Karakteristik kelarutan alkaloid

menunjukkan bahwa senyawa ini mudah larut dalam alkohol dan hanya sedikit larut dalam air. Dalam tumbuhan, alkaloid umumnya ditemukan pada bagian biji dan akar (Julianto, 2019).

2.5.2 Flavonoid

Flavonoid pada hakikatnya adalah kelompok senyawa fenol terbesar yang secara alami terdapat di alam. Telah teridentifikasi lebih dari 2000 jenis flavonoid, termasuk di dalamnya antosianin, flavonol, dan flavon. Antosianin sendiri merupakan pigmen warna yang biasanya ditemukan pada bunga dengan warna merah, ungu, dan biru, serta juga terdapat pada bagian tumbuhan lainnya seperti buah, batang, daun, dan akar. Flavonoid memiliki efek sebagai antioksidan yang diketahui dapat mengurangi kerapuhan pembuluh kapiler pada tanaman (Julianto, 2019).

2.5.3 Tanin

Tanin merupakan salah satu jenis senyawa fenolik yang dikenal memiliki rasa sepat dan pahit. Selain itu, senyawa ini mampu bereaksi serta menggumpalkan protein maupun senyawa organik lain yang mengandung asam amino dan alkaloid. Tanin banyak dijumpai pada berbagai jenis tumbuhan. Peran penting tanin antara lain adalah sebagai pelindung tumbuhan dari serangan predator serta berfungsi sebagai agen yang mengatur proses metabolisme tumbuhan. Tanin memiliki berat molekul yang berkisar antara 500 hingga 3000 (Julianto, 2019).

2.5.4 Steroid

Steroid termasuk senyawa turunan hidrokarbon yang secara alami terdapat di lingkungan, baik pada hewan maupun tumbuhan. Pada tumbuhan, senyawa ini umumnya terdapat dalam bentuk sterol. Sementara pada hewan, steroid berkaitan erat dengan berbagai hormon serta aktivitas biologis lainnya. Steroid merupakan salah

satu golongan senyawa yang berperan dalam bidang medis yang digunakan sebagai obat dan alat kontrasepsi (Suryelita dkk., 2017).

2.5.5 Terpenoid

Terpen merupakan senyawa organik berupa hidrokarbon yang umumnya dihasilkan oleh tumbuhan, meskipun beberapa jenis juga dapat diproduksi oleh serangga. Senyawa ini memiliki aroma yang tajam dan berfungsi sebagai mekanisme pertahanan tumbuhan terhadap serangan predator. Terpenoid sendiri merupakan komponen utama dari minyak atsiri yang banyak dimanfaatkan dalam industri parfum karena aromanya, serta digunakan pula dalam bidang pengobatan seperti pada praktik aromaterapi (Julianto, 2019).

2.5.6 Saponin

Saponin merupakan jenis senyawa glikosida yang bisa ditemukan dalam berbagai organisme, seperti tumbuhan, hewan laut tingkat rendah, serta bakteri. Kandungan saponin yang melimpah pada tumbuhan sering dimanfaatkan dalam praktik pengobatan tradisional. Senyawa ini memiliki cita rasa yang sangat bervariasi, mulai dari sangat pahit hingga sangat manis. Saponin dikenal sebagai senyawa nonvolatil dan bersifat larut baik dalam air maupun alkohol, serta memiliki karakteristik menyerupai deterjen saat berada di dalam air (Putri dkk., 2023).

2.6 FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

FTIR (*Fourier Transform Infrared*) adalah teknik pengukuran yang dimanfaatkan untuk mendeteksi struktur molekul suatu senyawa. Teknik ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi gugus fungsi yang membentuk senyawa tersebut. Identifikasi gugus fungsi melalui metode FTIR tidak memerlukan prosedur persiapan sampel yang kompleks, karena metode ini

dapat diaplikasikan pada berbagai bentuk fasa, seperti cair, padat, maupun gas. Spektroskopi absorpsi sendiri merupakan teknik spektroskopi yang bekerja berdasarkan pada perbedaan daya serap radiasi infra merah oleh molekul dari suatu materi (Chatwal, 1985).

FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan metode yang efektif dalam identifikasi suatu senyawa. FTIR dapat mengukur gugus fungsi secara tepat tanpa merusak dan mampu menganalisis komponen-komponen secara bersamaan. Spektra FTIR mudah diidentifikasi pada satu senyawa dengan senyawa lainnya. Hal ini dikarenakan spektra FTIR memiliki pola-pola yang khas sehingga dengan mudah dalam mengidentifikasi. FTIR memiliki sensitivitas tinggi sehingga dapat menunjukkan perbedaan serapan gelombang dari satu sampel dengan sampel lainnya. Suatu bahan atau suatu sampel memiliki panjang bilangan gelombang yang menunjukkan vibrasi gugus fungsi berdasarkan daerah serapan tertentu (Durak dan Depciuch, 2020). Daerah gugus fungsi FTIR disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daerah gugus fungsi FTIR (Skoog dkk., 2016).

Gugus	Jenis Senyawa	Rumus Kimia	Daerah Serapan (cm⁻¹)
C-H	Alkana	C _n H _{2n+2}	2850-2960, 1350-1470
C-H	Alkena	C ₂ H ₄	3020-3080, 675-870
C-H	Aromatik	C ₆ H ₆	300-3100, 675-870
C-H	Alkuna	C _n H _{2n-2}	3300
C=C	Alkena	C ₂ H ₄	1640-1680
C=C	Aromatik (cincin)	C ₆ H ₆	1500-1600
C-O	Alkohol, eter, asam karboksilat, ester	C ₂ H ₅ OH, (C ₂ H ₅) ₂ O, C _n H _{2n+1} , C _n H _{2n} O ₂	1080-1300
C=O	Aldehida, keton, asam karboksilat, ester	C ₂ H ₄ O, C _n H _{2n} O, C _n H _{2n+1} , C _n H _{2n} O ₂	1690-1760
O-H	Alkohol, fenol (monomer)	C ₂ H ₅ OH, C ₆ H ₆ O	3610-3640
O-H	Alkohol, fenol (ikatan H)	C ₂ H ₅ OH, C ₆ H ₅ OH	2000-3600 (lebar)
O-H	Asam karboksilat	C _n H _{2n+1}	300-3600 (lebar)

Gugus	Jenis Senyawa	Rumus Kimia	Daerah Serapan (cm ⁻¹)
N-H	Amina	RNH ₂	3310-3500
C-N	Amina	RNH ₂	1180-1360
NO ₂	Nitro	NO ₂	1515-1560, 1345-1385

Silverstein dkk. (1991) membagi panjang gelombang radiasi inframerah menjadi tiga bagian, seperti yang tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Pembagian panjang gelombang pada radiasi inframerah.

Daerah	Panjang Gelombang (μm)	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
<i>Near</i> (dekat)	0,78-2,5	12800-4000
<i>Middle</i> (menengah)	2,5-50	4000-200
<i>Far</i> (jauh)	50-1000	200-10

2.7 Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*)

Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) adalah suatu uji aktivitas biologis untuk menentukan toksisitas suatu ekstrak ataupun senyawa dengan menggunakan hewan uji berupa larva udang (*Artemia salina* Leach). Aktivitas biologis suatu ekstrak atau senyawa yang diujikan terhadap *A. salina* ini ditunjukkan pada jumlah kematian larva udang dengan pemberian ekstrak atau senyawa yang dosisnya telah ditentukan. *A. salina* merupakan salah satu organisme yang sesuai sebagai hewan uji. Penggunaan *A. salina* pada metode BSLT ini memiliki keuntungan diantaranya waktu pengujian cepat, mudah dilakukan, sederhana, tidak membutuhkan peralatan khusus, tergolong murah (Meyer, 1982).

Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) digunakan untuk menguji aktivitas antikanker dengan memanfaatkan larva *A. salina* yang telah ditetaskan selama dua kali 24 jam atau ketika larva mencapai fase instar II. Media penetasan *A. salina* ini menggunakan air laut atau air garam. Wadah penetasan *A. salina* turut dilengkapi dengan aerator yang berfungsi menyediakan suplai oksigen bagi larva yang akan menetas. Larva yang

berhasil menetas akan bergerak secara aktif menuju arah cahaya. Larva dengan tingkat pergerakan yang aktif inilah yang kemudian digunakan sebagai objek uji untuk mengamati aktivitas antikanker (Potu dkk., 2021).

Penambahan konsentrasi ekstrak dapat menyebabkan kematian larva *A. salina*. Hal ini dikarenakan adanya perubahan kondisi lingkungan yang drastis dan menjadi toksik sehingga masuk ke dalam tubuh larva *A. salina*. Senyawa toksik yang masuk ke dalam tubuh *A. salina* mampu memicu gangguan metabolisme secara cepat dan dapat terdeteksi dalam kurun waktu singkat, yaitu dalam 24 jam, serta dapat menyebabkan kematian pada 50% populasi larva *A. salina* (Dwijayanti, 2014).

Larva *A. salina* memiliki kulit yang tipis dan sangat peka terhadap perubahan lingkungan. Oleh karena itu, *A. salina* memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap senyawa toksik. Senyawa toksik yang berdifusi di dalam tubuh *A. salina* dapat mempengaruhi sistem kerja saluran pencernaan, mempengaruhi sistem kerja syaraf, dapat mengikat oksigen sehingga larva *A. salina* mengalami kekurangan oksigen dan akan mati. Suatu ekstrak dapat dikatakan memiliki potensi sebagai obat apabila memiliki nilai LC_{50} kurang dari 1000 mg/L (Bareta dkk., 2023).

2.8 Biologi *Artemia salina* Leach

2.8.1 Klasifikasi *Artemia salina* Leach

Menurut Bougis (1979) klasifikasi *A. salina* Leach adalah sebagai berikut:

Phyllum	: Arthropoda
Class	: Crustacea
Order	: Anostraca
Family	: Artemiidae
Genus	: <i>Artemia</i>
Species	: <i>Artemia salina</i> , Leach

2.8.2 Morfologi *Artemia salina* Leach

Telur *A. salina* yang dapat disebut dengan kista *A. salina* memiliki bentuk yang bulat dengan diameter 225-350 μm . Saat kering, berbentuk bulat dengan lekukan, sedangkan dalam keadaan basah, berbentuk menjadi bulat sempurna tanpa lekukan. Kista *A. salina* dilapisi oleh tiga lapisan membran. Lapisan pertama terdiri atas senyawa lipoprotein yang diselubungi oleh kitin dan hematin yang berfungsi untuk melindungi embrio dari kerusakan dan juga untuk menentukan warna kista *A. salina* dari cerah sampai menjadi coklat tua. Lapisan kedua merupakan membran yang melindungi embrio dari senyawa bermolekul besar yang dapat menimbulkan kerusakan. Lapisan ketiga merupakan membran yang transparan dan elastis yang memisahkan embrio dari membran kutikula dalam (Wibowo dkk., 2013).

Kista *A. salina* akan menetas karena cangkang kista menyerap air dan embrio dalam cangkang melakukan metabolisme dalam waktu 15-24 jam. Kista ini menjadi larva atau yang dapat disebut dengan *nauplius* yang berukuran 0,4 mm. Embrio ini melepaskan diri dari cangkang yang kemudian akan berenang-renang sebagai *nauplius* atau larva. Selanjutnya *nauplius* akan mengalami pergantian cangkang atau *moulting* beberapa kali dan 15 kali perubahan bentuk atau yang disebut dengan metamorfosis yang masing-masing perubahan atau *instar* yang meliputi larva *instar* I, larva *instar* II, larva *instar* III, dan seterusnya sampai dengan *instar* XV, dan akhirnya berubah menjadi *A. salina* dewasa (Wibowo dkk., 2013). Morfologi *Nauplius A. salina* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Nauplius A. salina* Leach (Hamidi dkk., 2014)

Larva instar I memiliki ukuran panjang sekitar 400-500 μm , lebar 170 μm , dan berat 15 μg yang berwarna oranye kecokelatan dengan matanya yang merah dan memiliki antena sebagai sensor, antena kedua sebagai alat gerak dan penyaring makanan, serta mandibula atau rahang yang berfungsi sebagai alat makan. Larva instar II ini belum dapat makan karena sistem pencernaan yang belum berfungsi dan hanya memanfaatkan makanan dari *egg yolk* atau kuning telurnya sendiri. Larva instar I akan berganti menjadi instar II setelah waktu 8 jam. Larva pada tahap kedua ini ditandai dengan mulai berfungsinya sistem pencernaan dalam tubuh larva. Larva ini akan berganti kulit sebanyak 15 kali disebut juga dengan instar XV atau sudah mencapai fase dewasa. Pada fase ini, *A. salina* sudah memiliki jumlah kaki yang lengkap yaitu sebanyak 11 pasang. *A. salina* dewasa memiliki panjang sekitar 8-10 mm dengan bola mata yang bertangkai pada kedua sisi kepala, memiliki saluran pencernaan, dan antena sebagai sensor (Wibowo dkk., 2013). Morfologi *A. salina* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *A. salina* dewasa (Zubairi dkk., 2014)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan November 2024 - Januari 2025. Pembuatan ekstrak etanol dan uji fitokimia *P. australis* dan *C. racemosa* dilakukan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Identifikasi senyawa dengan Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dilakukan di UPT LTSIT (Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi), Universitas Lampung dan Uji BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) dilakukan di Laboratorium Biologi, Gedung MIPA Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini untuk proses pembuatan ekstrak meliputi oven, *blender*, ayakan berukuran 60 mesh, corong, gelas beker, *rotary evaporator*, serta neraca analitik. Dalam pelaksanaan uji fitokimia, alat yang dimanfaatkan antara lain tabung reaksi, rak tabung reaksi, *micropipet*, gelas beker, pipet tetes, dan *micro-tips*. Untuk identifikasi senyawa dengan metode FTIR, digunakan kuvet, mortar, serta spektrofotometer FTIR. Pada tahap penetasan larva udang, digunakan alat seperti kertas indikator pH, wadah kaca, lakban hitam, *styrofoam*, kayu triplek, aerator, serta lampu. Sementara itu, dalam pengujian BSLT dimanfaatkan tabung sampel berukuran 5 ml dan pipet tetes.

Bahan yang digunakan antara lain makroalga *P. australis* dan *C. racemosa* yang berasal dari wilayah pesisir Teluk Lampung di Kabupaten Pesawaran, Taurin produk *KimiaMart* yang diperoleh dari toko bahan kimia, telur *A. salina* kemasan (*Optimus Prime*), akuades, air laut, etanol 96%, bubuk *yeast*, CH_3COOH , H_2SO_4 , FeCl_3 , HgCl_2 , KI, HCl, kloroform, dan serbuk Mg.

3.3 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Tujuannya adalah untuk membandingkan berbagai kelompok perlakuan yang melibatkan larva udang *A. salina* Leach yang diberikan perlakuan ekstrak etanol *P. australis*, *C. racemosa*, serta taurin pada berbagai konsentrasi. Uji toksisitas dengan metode BSLT diterapkan menggunakan desain faktorial 3x5, yang terdiri atas 3 jenis bahan uji dan 5 tingkat konsentrasi, serta dilengkapi dengan kontrol negatif tanpa perlakuan ekstrak.

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Persiapan Ekstrak *Padina australis* dan *Caulerpa racemosa*

Bahan uji yang digunakan adalah ekstrak etanol *P. australis* dan *C. racemosa*. *P. australis* dan *C. racemosa* didapatkan dari pesisir Teluk Lampung di wilayah Kabupaten Pesawaran, yaitu di sekitar Pantai Sari Ringgung dan Pantai Klara. Kedua jenis bahan tersebut kemudian dipilih yang paling baik, kemudian dibersihkan menggunakan air tawar yang mengalir sampai bersih. Setelah proses pencucian, bahan atau tumbuhan tersebut dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 30–35°C. Setelah benar-benar kering, kedua bahan dihancurkan terlebih dahulu menggunakan alat penggiling dan blender, kemudian disaring secara manual dengan

memakai ayakan berukuran 60 mesh. Setelah itu dilakukan maserasi selama 3 hari dengan menggunakan pelarut etanol (perbandingan 1:10) hingga diperoleh maserat bahan. Filtrat selanjutnya dipekatkan memakai *rotary evaporator* pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental, kemudian di oven dengan suhu 40°C untuk mendapatkan ekstrak dalam bentuk pasta yang digunakan untuk uji lainnya.

3.4.2 Pengujian Fitokimia Ekstrak Etanol *Padina australis* Dan *Caulerpa racemosa*

Uji fitokimia dilakukan guna mengidentifikasi senyawa-senyawa yang terkandung dalam ekstrak etanol dari *P. australis* dan *C. racemosa*. Etanol merupakan pelarut yang bersifat universal sehingga dapat melarutkan analit yang bersifat polar dan non polar. Langkah-langkah pengujian fitokimia ekstrak daun tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Prosedur pengujian fitokimia (Tasmin dkk., 2014).

Jenis Uji	Perlakuan	Indikator
Saponin	0,5 mL sampel + 5 mL akuades, kemudian dihomogenkan	Terbentuk Busa
Steroid	0,5 mL sampel + 0,5 asam asetat glasial + 0,5 mL H ₂ SO ₄	Warna sampel berubah menjadi biru atau ungu
Terpenoid	0,5 mL sampel + 0,5 asam asetat glasial + 0,5 mL H ₂ SO ₄	Warna sampel berubah menjadi merah atau kuning
Tanin	1 mL sampel + 3 tetes larutan FeCl ₃	Warna larutan menjadi hitam kebiruan
Alkaloid	0,5 mL sampel + 5 tetes kloroform + 5 tetes pereaksi Mayer (20 mL akuades + 1 g KI + 0,271 g HgCl ₂)	Warna larutan putih kecokelatan
Flavonoid	0,5 mL sampel + 0,5 g serbuk Mg + 5 mL HCl pekat (ditambahkan tetes demi tetes)	Warna larutan merah atau kuning, terbentuk busa

3.4.3 Identifikasi Senyawa dengan FTIR (*Fourier-Transform Infrared Spektroskopi*)

Menurut Yudhapratama (2010), teknik Spektroskopi FTIR (*Fourier-Transform Infrared Spektroskopi*) merupakan teknik analisis untuk mengidentifikasi struktur molekul dari suatu senyawa kimia. Dalam penelitian ini, spektroskopi FTIR digunakan untuk menganalisis secara kualitatif gugus fungsi dari suatu senyawa yang terkandung dalam masing-masing ekstrak etanol *P. australis* dan *C. racemosa*. Ekstrak etanol *P. australis* dan *C. racemosa* masing-masing diambil 2 mg dan dimasukkan ke dalam kuvet. Kemudian dicampurkan dengan serbuk KBr lalu digerus di mortar hingga halus dan tercampur. Identifikasi menggunakan spektrofotometer FTIR pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} .

3.4.4 Penetasan Larva *Artemia salina*

Telur atau kista *A. salina* diinkubasi untuk ditetaskan pada akuarium kaca yang dibagi menjadi dua bagian yaitu ruang gelap dan terang. Untuk memisahkan kedua bagian tersebut, bagian tengah dipasangkan *styrofoam* yang tepi bawahnya telah dilubangi agar kista yang sudah menetas dapat berpindah ke ruang terang melewati lubang tersebut. Lalu seluruh bagian akuarium dilapisi menggunakan lakban hitam. Kemudian dimasukkan air laut sebanyak 7 liter dengan kadar salinitas 35 ppt dalam wadah tersebut hingga kedua bagian akuarium terendam. Air laut didapat dari Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung.

Pada ruang gelap, diisi 700 mg telur *A. salina*, kemudian bagian atasnya ditutup menggunakan *styrofoam* yang dilapisi lakban hitam. Ruang terang dilengkapi dengan lampu bertujuan untuk merangsang penetasan. Selain itu, aerator juga dipasang pada ruang terang. Tujuan dari pemasangan aerator yaitu untuk memberikan oksigen pada larva yang berpindah ke ruang terang. Setelah 24 jam, kista

akan menetas menjadi larva dan memasuki fase instar I. Sedangkan larva yang dijadikan untuk uji BSLT merupakan larva yang berumur 48 jam atau larva fase instar II.

3.4.5 Uji Toksisitas dengan Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*)

Uji toksisitas masing-masing ekstrak etanol *P. australis*, *C. racemosa*, dan taurin dilakukan menggunakan larva *A. salina* berumur 48 jam sebagai hewan uji. Sebanyak 0,1 gr masing-masing taurin, ekstrak etanol *P. australis* dan *C. racemosa* dilarutkan ke dalam masing-masing 100 mL etanol 70% untuk memperoleh konsentrasi 1000 ppm sebagai larutan stok. Selanjutnya disiapkan larutan konsentrasi uji dengan cara dipipet masing-masing 0,31; 0,63; 1,25; 2,5; dan 5 ml larutan stok kemudian dimasukkan ke dalam tabung uji lalu dikeringanginkan. Pada penelitian ini dibuat kontrol yaitu sama dengan pembuatan larutan sampel tetapi tanpa menggunakan sampel. Selanjutnya, sebanyak 1 ml air laut ditambahkan ke dalam tabung uji dan 1 tetes ragi ditambahkan sebagai makanan untuk *A. salina*. Makanan *A. salina* dibuat dengan melarutkan 3 mg ragi menggunakan 5 ml air laut. Kemudian 10 larva *A. salina* berumur 48 jam dimasukkan ke dalam masing-masing tabung kecil tersebut, dan pada tabung uji ditambah air laut hingga 5 ml sehingga masing-masing tabung uji memiliki konsentrasi yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Konsentrasi pada masing-masing bahan uji.

Bahan Uji	Konsentrasi (ppm)				
	I	II	III	IV	V
<i>P. australis</i>	62,5	125	250	500	1000
<i>C. racemosa</i>	62,5	125	250	500	1000
Taurin	62,5	125	250	500	1000
Kontrol	0	0	0	0	0

Keterangan:

1. *P. australis* dengan konsentrasi 62,5 ppm
2. *P. australis* dengan konsentrasi 125 ppm
3. *P. australis* dengan konsentrasi 250 ppm
4. *P. australis* dengan konsentrasi 500 ppm
5. *P. australis* dengan konsentrasi 1000 ppm
6. *C. racemosa* dengan konsentrasi 62,5 ppm
7. *C. racemosa* dengan konsentrasi 125 ppm
8. *C. racemosa* dengan konsentrasi 250 ppm
9. *C. racemosa* dengan konsentrasi 500 ppm
10. *C. racemosa* dengan konsentrasi 1000 ppm
11. Taurin dengan konsentrasi 62,5 ppm
12. Taurin dengan konsentrasi 125 ppm
13. Taurin dengan konsentrasi 250 ppm
14. Taurin dengan konsentrasi 500 ppm
15. Taurin dengan konsentrasi 1000 ppm
16. Kontrol (0 ppm)

Masing-masing bahan dan konsentrasi dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali, kemudian diinkubasi selama 24 jam. Setelah 24 jam, dihitung kematian larva secara langsung dengan menggunakan pipet kaca dan disinari cahaya. Kematian ditunjukkan dengan larva *A. salina* yang tidak bergerak aktif pada tabung uji. Perhitungan kematian larva *A. salina* dilakukan untuk menentukan nilai LC₅₀.

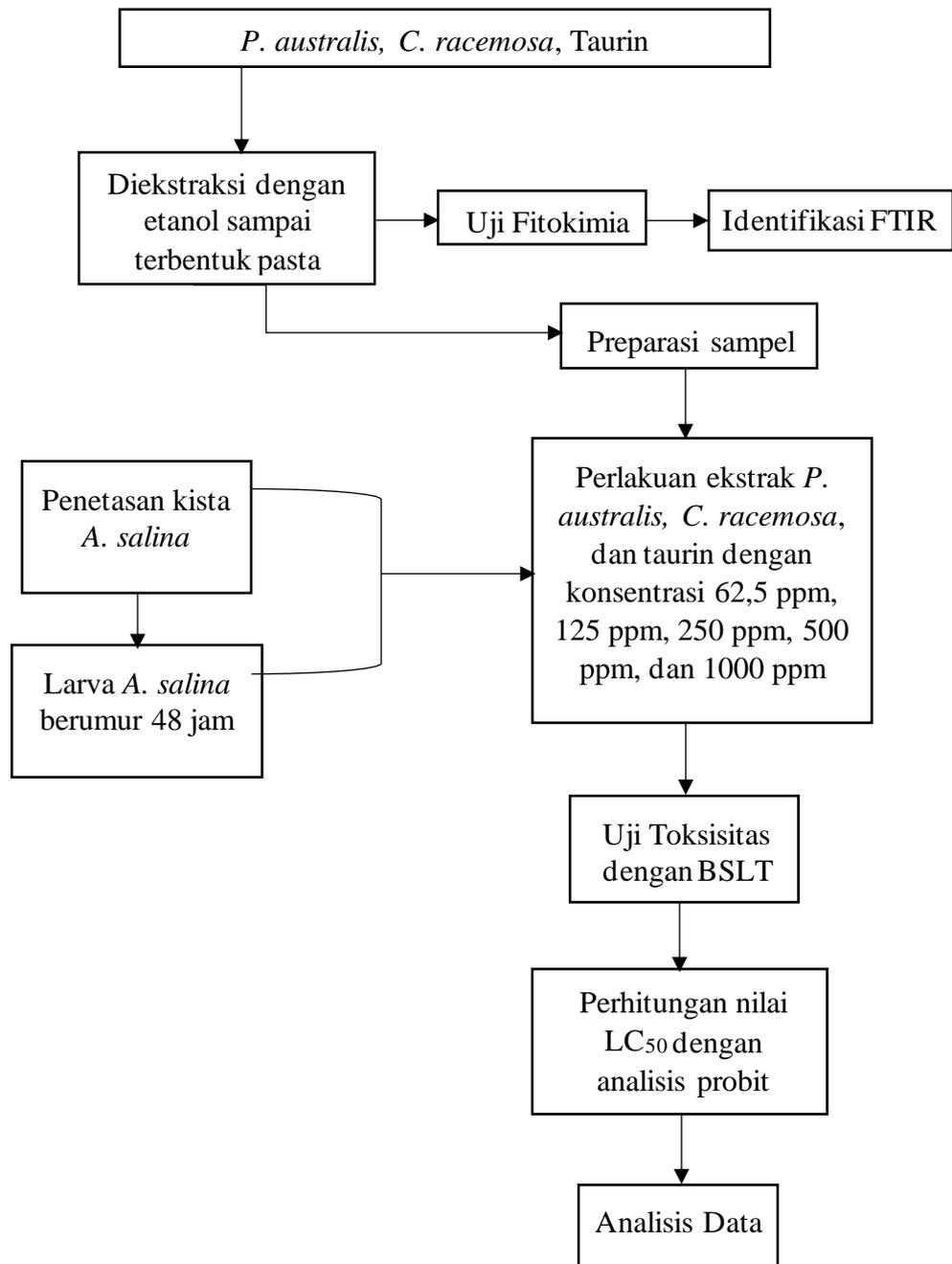
$$\text{Mortalitas} = \frac{\text{Jumlah akumulasi mati}}{\text{Jumlah akumulasi hidup dan mati (total)}} \times 100\%$$

Nilai LC₅₀ merupakan konsentrasi suatu zat yang dapat menyebabkan kematian sebesar 50%, yang diperoleh melalui persamaan regresi linier $y = a + bx$ dengan bantuan Microsoft Office Excel. Suatu senyawa dikategorikan memiliki potensi toksik apabila nilai LC₅₀ < 1000 ppm untuk ekstrak (Meyer., 1982).

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis ragam *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf 5% dan jika ada perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significant Different*) dengan beda nyata terkecil pada taraf 5%. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan program IBM-SPSS versi 26.

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 7. Diagram alir penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

P. australis dan *C. racemosa* yang ditemukan di wilayah perairan Kec. Teluk Pandan, Kab. Pesawaran, Lampung didapatkan hasil bahwa keduanya memiliki :

1. Kandungan senyawa fitokimia yang sama diantaranya alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, steroid, dan terpenoid dengan gugus fungsi dari ekstrak etanol *P. australis* diantaranya O-H, C-H, C=C, C-N, dan C-O sedangkan pada ekstrak etanol *C. racemosa* diantaranya O-H, C-H, C=C, dan C-O.
2. Tingkat aktivitas antikanker yang tinggi dan dikategorikan sebagai zat beracun (toksik) karena dapat mengakibatkan kematian pada larva udang *A. salina*.
3. Nilai LC₅₀ pada ekstrak etanol *P. australis* sebesar 90,49 ppm, ekstrak etanol *C. racemosa* diperoleh nilai LC₅₀ sebesar 137,36 ppm, dan taurin sebesar 27,10 ppm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol *P. australis*, *C. racemosa*, dan taurin memiliki potensi sebagai agen antikanker.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan kematian larva *A. salina* sebaiknya dilakukan oleh 2 orang atau lebih, untuk mendapatkan hasil yang tepat dan tidak membutuhkan waktu yang lama.

2. Untuk mengetahui senyawa yang berperan aktif dalam aktivitas antikanker, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada *P. australis*, *C. racemosa*, dan taurin.
3. Perlu dilakukan uji aktivitas antikanker ekstrak tanaman atau senyawa kimia terhadap organisme lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhafizoh, F., Widiastuti, E.L., Nurcahyani, N., Juliasih, N.L.G.R., dan Setyaningrum, E. 2024. Phytochemical analysis and antioxidant potential of extracts ethanol macroalgae *Padina australis* from tegal mas island lampung. *Analit:Analytical and Environmental Chemistry*, 9(1):81-93.
- Alauhdin, M., Eden, W. T., dan Alighiri, D. 2021 *Aplikasi Spektroskopi Inframerah untuk Analisis Tanaman dan Obat Herbal, Inovasi Sains dan Kesehatan*. Yogyakarta:DIVA Press.
- Bafadal, M., Mutiara, W.O., Malaka, M.H., Fristohady, A., Yodha, A.W.M., Sadarun, B., dan Sahidin, I. 2021. Aktivitas sitotoksik ekstrak etanol *Petrosia* sp. secara *in vitro* terhadap sel kanker serviks *HeLa*. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, 7(3):282-288.
- Baliou, S., Kyriakopoulus, A.M., Spandidos D.A., dan Zoumpourlis, V. 2020. Role of taurine, its haloamines and its IncRNA TUG1 in both inflammation and cancer progression. On the road to therapeutics? (Review). *International Journal of Oncology*, 57 :631-664.
- Bareta, A.R., Widiastuti, E.L., dan Nurcahyani, N. 2023. Uji sitotoksisitas taurin dan ekstrak etanol makroalga coklat dengan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*). *Berita Biologi*, 22(2):153-157.
- Bougis, T.C. 1979. *Marine Plankton Ecology*. New York:American Elseiver Publishing Company.
- Cancer Research UK. 2023. Types of Cancer. <https://www.cancerresearchuk.org/about-cancer/what-is-cancer/how-cancer-starts/types-of-cancer#lymphomas>. Diakses pada 13 Januari 2025 pukul 10.16 WIB.
- Chatwall, G. 1985. *Spectroscopy Atomic and Molecule*. Bombay:Himalaya Publishing House.
- Dawes, C. 1981. *Marine Botany*. Canada:John Wiley and Sons.

- Damayanti, I.P. 2013. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian kanker serviks di RSUD Arifin Achmad Pekanbaru tahun 2008-2010. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 2(2):88-93.
- Durak, T. dan Depciuch, J. 2020. Effect of plant sample preparation and measuring methods on ATR-FTIR spectra results. *Environmental and Experimental Botany*, 169:103915
- Dwijayanti, E., Alimuddin, A.H., dan Wibowo, M.H. 2014. Skrining fitokimia dan uji aktivitas sitotoksik pada kulit batang tampoi (*Baccaurea macrocarpa*) terhadap *Artemia salina* Leach dengan metode BSLT. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(1):6-10.
- Gaffar, S. 2007. *Diktat Buku Ajar Bioteknologi Molekul*. Bandung:Universitas Padjajaran.
- Hainil, S., Syukrilah, G., Meilandra, R., dan Kurniawan, D. 2023. Uji aktivitas sitotoksik ekstrak etanol anggur laut (*Caulerpa racemosa*) dengan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*). *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 9(1):316-321.
- Hamidi, M.R., Jovanova, B., dan Panovska, T.K. 2014. Toxicological evaluation of the plant products using brine shrimp (*Artemia salina* L.) model. *Macedonian pharmaceutical bulletin*, 60(1):9-18.
- Handayani, N.K. dan Zuhrotun, A. 2017. *Padina australis* dan potensinya sebagai obat herbal antikanker, antibakteri dan antioksidan. *Farmaka*, 15(2):90-96.
- Hartini, S., Winarsih, B.d., dan Nugroho, E.G.Z. 2020. Peningkatan pengetahuan perawat untuk perawatan anak penderita kanker. *Jurnal Pengabdian Kesehatan*, 3(2):141-149.
- Haryani, T.S., Triastinurmiatiningsih, dan Ardiani, W. 2015. Efektivitas ekstrak *Padina australis* sebagai antibakteri *Vibrio cholerae* dan *Salmonela typhi*. *Ekologia*, 15(2):16-20.
- Hidayah, H., Fatmawati, F., Khairunnisa, J., dan Putri, M.H. 2023. Aktivitas triterpenoid sebagai senyawa antikanker. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 3(2):10168-10183.
- Hidayah, N., Sumandiarsa, I.K., dan Alqadiri, W.M. 2024. Kandungan senyawa fitokimia dan aktivitas antifungal ekstrak *Padina* sp. menggunakan *ultrasound assisted extraction* terhadap *Aspergillus flavus*. *JPHPI*, 27(4):297-308.
- Joseph, J. dan Rotty, L.W.A. 2020. Kanker paru : laporan kasus. *Medical Scope Journal (MSJ)*, 2(1):17-25.

- Julianto, T.S. 2019. *Fitokimia: Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Kawung, N.J., Sumangando, A., Rumampuk, N.D., dan Wagey, B. 2023. Uji toksisitas anti kanker ekstrak alga coklat *Padina* sp terhadap larva udang *Artemia salina* Leach., dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test*. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 11(1):139-144.
- Kaur, S., Singh, G., dan Kaur, K. 2014. Cancer stem cells : An insight and future perspective. *Journal of Cancer Research and Therapeutics*, 10(4):846-852.
- Kementrian Kesehatan RI. 2015. Situasi Penyakit Kanker Indonesia. *Pusat Data Dan Informasi Kemenkes RI*, (2):31–33.
- Kenedi, J., Hadijah, dan Dahlifa. 2023. Studi penyebaran anggur laut *Caulerpa racemosa* di perairan Kabupaten Takalar. *J.of Aquac. Environment*, 6(1):49-54.
- Khadijah, K., Soekanto, N.H., Firdaus, F., Chalid, S.M.T, dan Syah, Y.M., 2021. Chemical composition, phytochemical constituent and toxicity of methanol extract of brown algae (*Padina* sp.) from Puntondo Coast, Takalar (Indonesia). *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 8(4):178–185.
- Lallo, S., A, H.L., Hardianti, B., Bahar, R.A. 2017. Identifation and characterization of compound of mulberry (*Morus alba* L.) leaf extract. *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 2(2):68-72.
- Lobban, C.S. dan Wynne, M.J. 1981. *The Biology of Seaweeds*. Oxford: Blackwell Scientific Publication.
- Luhulima, A., Niwele, A., dan Sartika, S.K. 2022. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol 70% anggur laut (*Caulerpa racemosa*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan menggunakan metode difusi. *Jurnal Rumpun Ilmu Kesehatan*, 2(1):170-179.
- Maharany, F., Nurjanah, Suwandi, R., Anwar, E., dan Hidayat, T. 2017. Kandungan senyawa bioaktif rumput laut *Padina australis* dan *Eucheuma cottonii* sebagai bahan baku krim tabir surya. *JPHPI*, 20(1):10-17.
- Mardany, M.P., Chrystomo, L.Y., dan Karim, A.K. 2016. Skrining fitokimia dan uji aktivitas sitotoksik dari tumbuhan sarang semut (*Myrmecodia beccarri* Hook.f.) asal kabupaten Merauke. *Jurnal Biologi Papua*, 8(1):13-22.
- Martini, S. dan Widiastuti, E.L. 2023. Determination suppressor gene (P53) on adduction of taurine and ethanol extract from *Padina* sp. and *Sargassum* sp. to *HeLa* cells in-vitro. *Proceedings of Sriwijaya international conference on basic and applied sciences 2021*, Palembang: 28 December 2023. AIP Conf. Proc. 2913, 020013-1-02001213-8.

- Marwati, Salampe, M., Burhan, A., Megawati, Khairuddin, Naneng, A.A.A.M. 2020. Skrining antioksidan dan antikanker ekstrak etanol daun karamunting (*Rhonomyrtus tomentosa* L.) sebagai obat alternatif. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 6(2):240-245.
- Maysa, A., Widiastuti, E.L., Nurcahyani, N., dan Busman, H. 2016. Uji senyawa taurin sebagai antikanker terhadap jumlah sel-sel leukosit dan sel-sel eritrosit mencit (*Mus musculus* L.) yang diinduksi benzo (A) pyren secara in vivo. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 16(2): 68-75.
- Meyer, H.N. 1982. *Brine Shrimp Lethality Test*: *Med. Plant Research*, 45(3).
- Morihito, R.V.S.A., Chungdinata, S.E., Nazareth, T.A., Pulukadang, M.I., Makalew, R.A.M., dan Pinontoan, B. 2017. Identifikasi perubahan struktur DNA terhadap pembentukan sel kanker menggunakan dekomposisi graf. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(2):153-160.
- Nugraha, A.C., Prasetya, A.T. dan Mursiti, S. 2017. Isolasi, identifikasi, uji aktivitas senyawa flavonoid sebagai antibakteri dari daun mangga. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2):91–96.
- Nursid, M., Noviendri, D., Rahayu, L., dan Novelita, V. 2016. Isolasi fukosantin dari rumput laut cokelat *Padina australis* dan sitotoksitasnya terhadap sel MCF7 dan sel vero. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 11(1):83-90.
- Permatasari, H.K.,Ulfa, E.N.B., Daud, V.P.A., Sulistomo, H.W., dan Nurkolis, F. 2022. *Caulerpa racemosa* extract inhibits *HeLa* cancer cells migration by altering expression of epithelial-mesenchymal transition proteins. *Frontiers in Chemistry*, 10:1-9.
- Permatasari, H.K., Amar, N., Qhabibi, F.R., Tertiana, N.I., Subali, A.D., Yusuf, V.M., Hakim, D.I., Nugroho, S.A., dan Riawan, W. 2024. Anti-cancer potential of sea grape (*Caulerpa racemosa*) extract by altering epithelial-mesenchymal transition and pro-apoptosis proteins expression in MCF-7 breast cancer cells. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 14(05):176-184
- Potu, V.V., Pendong, D.F., dan Samuel M.Y. 2021. *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) ekstrak sarang lebah madu (*Apis dorsata* Binghami). *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 8(3):138-144.
- Putri, P.A., Chatri, M., Advinda, L., dan Violita. 2023. Karakteristik saponin senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan. *Serambi Biologi*, 8(2):251-258.
- Rani, Z., Ridwanto, Miswanda, D., Yuniarti, R., Sutiani, A., Syahputra, R.A., dan Irma, R. 2022. Cytotoxicity test of cocoa leaf ethanol extract (*Theobroma*

cacao L.) with *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) method. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*, 5(2):80-87.

- Rasyid, M.I., Yuliani, H., Triandita, N., Angareni L., dan Anggriawin M. 2022. Toxicity test of laban fruits (*Vitex pinnata* Linn) by using *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) method. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sc .1059 012051*
- Rizqi, P. 2020. *Keanekaragaman Jenis Makroalga yang terdapat di Kawasan Pantai Ujoeng Kareung Aceh Besar sebagai Referensi Mata Kuliah Botani Tumbuhan Rendah*. (Skripsi). Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam.
- Saputra, Y.D., Widiastuti, E.L., Barliana, M.I., dan Nurcahyani, N. 2024. Potensi produk alami laut dari ekstrak etanol *Sargassum duplicatum* dan *Padina australis* secara sitotoksik terhadap sel *HeLa*. *Berita Biologi*, 23(1):155-156.
- Satria, A., Marji, dan Ratnawati, D.E. 2019. Klasifikasi jenis kanker berdasarkan struktur protein menggunakan metode *Neighbor Weighted K-Nearest Neighbor* (NWKNN). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(4):3617-3624.
- Silverstein, R.M., Bassier, G.C., dan Morrill, T.C. 1991. *Spektrometric Identification of Organic Coumpounds*. New York : Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Skoog, D.A. Holler, FJ., Crouch, S.R. 2016. *Principles of Instrumental Analysis*. USA : Cengage Learning.
- Srivastava, R.N., Ara, Z., Waliullah, S., Singh, A., Raj, S., Mahdi, A.A., Garg, R.K., dan Roy, R. 2022. Taurine is a future biomolecule for potential healt benefits: A review. *Journal of Metabolomics and System Biology*, 5(1):1-13.
- Sugrani, A., Taufiq, N., Khatimah, Q.K., Patanduk, V.T., dan Pakayya, S.W. 2024. Toxity test of primary and secondary metabolite extracts on *Caulerpa* sp. which is cultivated by the community of the district takalar. *International Journal of Health and Pharmaceutical*, 4(3):537-540.
- Sunardi, S. 2023. Analisis gugus fungsi dan penentuan kadar total fenol ekstrak kulit buah naga merah dan putih. *Jurnal Redoks : Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 6(1):8–18.
- Suryelita, Etika, S.B., dan Kurnia, N.S. 2017. Isolasi dan karakterisasi senyawa steroid dari daun cemara natal (*Cupressus funebris* Endl.). *Eksakta*, 18(1):86-94.
- Syarlina, R., Azamris, Suchitra, A. dan Harahap, W.A. 2019. Hubungan interval waktu antara usia menarche dan usia saat melahirkan anak pertama cukup

- bulan dengan kejadian kanker payudara di RSUP dr. M Djamil Padang pada tahun 2014-2017. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 8(1).
- Tasmin, N., Erwin, dan Kusuma, I.W. 2014. Isolasi, identifikasi dan uji toksisitas senyawa flavonoid fraksi kloroform dari daun terap (*Artocarpus odoratissimus* Blanco). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 12(1):45-53.
- Thomas, V.N dan Kim, S. 2013. Beneficial effects of marine algal compounds incosmeceuticals. *Marine Drugs*. 11(3):146-164.
- Wibowo, S., Murdinah, Murniayati, dan Nugroho, S. 2013. *Artemia : Untuk Pakan Ikan dan Udang*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Xu, X.H., Li, T., Fong, C.M.V., Chen, X., Chen, X.J., Wang, Y.T., Huang, M.Q., Lu, J.J. 2016. Saponins from chinese medicines as anticancer agents. *Molecules*, 21(10):1326.
- Yoga, W.K. dan Komalasari, H. 2022. Potensi alga hijau (*Caulerpa racemosa*) sebagai sumber antioksidan alami. *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan*, 1(1):15-18.
- Yudhapratama, E., Risa, N., dan Redi, F. 2010. *Penentuan Keberadaan Zat Aditif pada Plastik Kemasan Melalui Perlakuan Pemanasan pada Spektrometer IR*. Bandung:Universitas Pendidikan Indonesia.
- Zubairi, S.I., Sarmidi, M.R., dan Aziz, R.A. 2014. Biological activity on the extract of *Derris elliptica*: An optimization approach to investigate the effect of processing parameters on mortality of *Artemia salina*. *Advances in Environmental Biology*, 8(10):918-924.