

**UJI TOKSISITAS EKSTRAK KOMBINASI LEMON (*Citrus limon*) DAN
TEH HIJAU (*Camellia sinensis*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE
*BRINE SHRIMP LETHALITY TEST (BSLT)***

SKRIPSI

**Oleh:
NAJA MAZIYATUL IZZA
NIM. 19620051**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**UJI TOKSISITAS EKSTRAK KOMBINASI LEMON (*Citrus limon*) DAN
TEH HIJAU (*Camellia sinensis*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE
BRINE SHRIMP LETHALITY TEST (BSLT)**

SKRIPSI

**Oleh:
NAJA MAZIYATUL IZZA
NIM. 19620051**

**diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik 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
2025**

**UJI TOKSISITAS EKSTRAK KOMBINASI LEMON (*Citrus limon*) DAN
TEH HIJAU (*Camellia sinensis*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE
BRINE SHRIMP LETHALITY TEST (BSLT)**

SKRIPSI

Oleh:
NAJA MAZIYATUL IZZA
NIM. 19620051

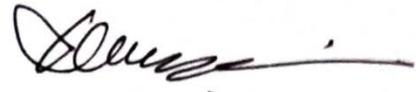
telah diperiksa dan disetujui
untuk diuji tanggal: 26 Juni 2025

Pembimbing I



Ruri Siti Resmisari, M.Si
NIP. 19790123 2023212008

Pembimbing II



Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd
NIP. 19630114 1999031001



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

Prof. Dr. Evika Sandi Savitri SP., MP.
NIP. 19741018 2003122002

**UJI TOKSISITAS EKSTRAK KOMBINASI LEMON (*Citrus limon*) DAN
TEH HIJAU (*Camellia sinensis*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE
BRINE SHRIMP LETHALITY TEST (BSLT)**

SKRIPSI

**Oleh:
NAJA MAZIYATUL IZZA
NIM. 19620051**

**telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Tanggal: 26 Juni 2025**

Ketua Penguji	: Fitriyah, M.Si NIP. 19860725 2019032013	(.....)
Anggota Penguji 1	: Maharani Retna Duhita, Ph.D NIP. 19880621 2020122003	(.....)
Anggota Penguji 2	: Ruri Siti Resmisari, M.Si NIPPPK. 19790123 2023212008	(.....)
Anggota Penguji 3	: Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd NIP. 19630114 1999031001	(.....)

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi**



Prof. Dr. Evika Sandi Savitri SP., MP.
NIP. 19741018 2003122002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamiin, segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan nikmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis ingin menyampaikan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tua, adik, dan kakak tercinta yang telah memberikan dukungan dalam bentuk motivasi, tenaga, dan do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Para bapak dan Ibu dosen yang telah banyak memberikan ilmu, waktu, dan tenaga. Terkhusus kepada pembimbing dari penulis yang telah banyak memberikan masukan, waktu, dan ilmu kepada penulis.
3. Teman-teman yang telah memberikan banyak dukungan dan do'a kepada penulis.
4. Kakak tersayang dari jauh, kak Mao yang telah setia memberikan semangat serta do'a kepada penulis selama menyusun skripsi.
5. Kim Sin-woo dan berbagai perannya yang telah mengisi hari-hari penulis saat menyusun skripsi hingga selesai.

Malang, 26 Juni 2025

Naja Maziyatul Izza

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Naja Maziyatul Izza

NIM : 19620051

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Uji Toksisitas Ekstrak Kombinasi Lemon (*Citrus limon*) dan Teh Hijau (*Camellia sinensis*) dengan Menggunakan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT)

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau 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 akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 26 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,



Naja Maziyatul Izza

NIM. 19620051

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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

Uji Toksisitas Ekstrak Kombinasi Lemon (*Citrus limon*) dan Teh Hijau (*Camellia sinensis*) dengan Menggunakan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT)

Naja Maziyatul Izza, Ruri Siti Resmisari, Eko Budi Minarno

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

ABSTRAK

Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur toksisitas awal suatu senyawa atau ekstrak bahan alami. Metode ini menggunakan larva *Artemia salina* sebagai model biologis yang sederhana, mudah dibudidayakan, dan memiliki sensitivitas tinggi sebagai indikator toksisitas. *Artemia salina* merupakan invertebrata yang BSLT diakui mampu mendeteksi tingkat toksisitas senyawa melalui parameter nilai LC_{50} (*lethal concentration 50*), yang menunjukkan konsentrasi ekstrak yang menyebabkan kematian pada 50% populasi larva *Artemia*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan tiga variabel, yakni: variabel bebas kombinasi ekstrak daun teh hijau (*Camellia sinensis*) dan buah lemon (*Citrus limon* L.) dengan konsentrasi 200, 400, 600, 800 ppm; variabel terikat persentase mortalitas dari *Artemia salina* Leach; dan variabel kontrol berupa temperatur, air laut buatan, pH, dan aerator. Sampel kering daun teh hijau (*Camellia sinensis*) dan buah lemon (*Citrus limon* L.) masing-masing 25 gram, lalu direndam dengan etanol 96% 500 ml, disimpan dengan *aluminium foil* selama 3 x 24 jam, dan disaring kembali dari filrat. Hasil menunjukkan tingkat mortalitas yang rendah, dengan persentase kematian maksimum mencapai 20% pada konsentrasi 800 ppm. Nilai LC_{50} yang didapatkan sebesar 13.070 ppm, jauh di atas ambang batas toksisitas akut (1000 ppm). Oleh karena itu, ekstrak ini menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak tidak menimbulkan efek toksik secara akut signifikan terhadap larva uji.

Kata Kunci: *Artemia salina*, *brine shrimp lethality test*, *Camellia sinensis*, *Citrus limon*

Toxicity Test of the Combined Extract of Lemon (*Citrus limon* L.) and Green Tea (*Camellia sinensis*) Using the Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) Method

Naja Maziyatul Izza, Ruri Siti Resmisari, Eko Budi Minarno

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

ABSTRACT

The Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) method is one of the techniques used to measure the initial toxicity of a compound or a natural extract. This method employs *Artemia salina* larvae as a simple biological model that is easy to cultivate and possesses high sensitivity as a toxicity indicator. *Artemia salina* is an invertebrate organism, and BSLT is recognized for its ability to detect the toxicity level of a compound through the LC₅₀ (lethal concentration 50) parameter, which indicates the extract concentration that causes 50% mortality in the *Artemia* larval population. The study employed a Completely Randomized Design with three variables: the independent variable was a combination of green tea leaf (*Camellia sinensis*) and lemon fruit (*Citrus limon* L.) extracts at concentrations of 200, 400, 600, and 800 ppm; the dependent variable was the mortality percentage of *Artemia salina* Leach; and the control variables included temperature, artificial seawater, pH, and aerator. Dried samples of green tea leaves (*Camellia sinensis*) and lemon fruit (*Citrus limon* L.), each weighing 25 grams, were soaked in 500 ml of 96% ethanol, stored in aluminum foil for 3 × 24 hours, and subsequently filtered to separate them from the filtrate. The results indicate a low mortality rate, with a maximum death percentage reaching 20% at a concentration of 800 ppm. The obtained LC₅₀ value is 13.070 ppm, which is far above the acute toxicity threshold (1000 ppm). Therefore, the extract demonstrates that the combination of extracts does not cause a significant acute toxic effect on the test larvae.

Keywords: *Artemia salina*, brine shrimp lethality test, *Camellia sinensis*, *Citrus limon*

الخلاصة

اختبار السُمِّيَّة لمستخلص مزيج الليمون (*Citrus limon*) والشاي الأخضر (*Camellia sinensis*) باستخدام طريقة اختبار سُمِّيَّة روبيان الملح (*Brine Shrimp Lethality Test - BSLT*)

نجى مزية الزة، روري سيتي رسميساري، إيكو بودي مينارنو

برنامج دراسة الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمدينة مالانج

تُعدُّ طريقة اختبار سمية يرقات الجمبري الملحي (*Brine Shrimp Lethality Test - BSLT*) إحدى الطرق المستخدمة لقياس السُمِّيَّة الأولية لمركب ما أو لمستخلص من مادة طبيعية. تستخدم هذه الطريقة يرقات أرتيميا سالينا كنموذج بيولوجي بسيط، سهل التربية، وذو حساسية عالية كمؤشر للسُمِّيَّة. تُعدُّ أرتيميا سالينا من اللافقاريات، ويُعتَرَف بطريقة ب س ل ت بقدرتها على الكشف عن مستوى سمية المركبات من خلال معيار قيمة إل سي ٥٠ (التركيز القاتل لخمسين بالمئة)، والتي تُمثِّل تركيز المستخلص الذي يُسبِّب وفاة خمسين بالمئة من عدد يرقات الأرتيميا. تم تنفيذ البحث باستخدام تصميم عشوائي كامل بثلاثة متغيرات، وهي: المتغير المستقل، وهو مزيج من مستخلص أوراق الشاي الأخضر (*Camellia sinensis*) وفاكهة الليمون (*Citrus limon*) (L. بتركيزات قدرها مئتان، وأربعمئة، وستمئة، وثمانمئة جزء في المليون؛ والمتغير التابع، وهو نسبة الوفيات في أرتيميا سالينا (*Artemia salina* Leach)؛ أما المتغير الضابط فهو درجة الحرارة، ومياه البحر الصناعية، والرقم الهيدروجيني، وجهاز التهوية. تم استخدام خمسة وعشرين غراماً من أوراق الشاي الأخضر الجافة (*Camellia sinensis*) وخمسة وعشرين غراماً من فاكهة الليمون (*Citrus limon* L.)، ثم تم نقعهما في خمسمئة مليلتر من الإيثانول بنسبة ستة وتسعين بالمئة، وتم حفظهما في ورق الألمنيوم لمدة ثلاث مرات أربع وعشرين ساعة، ثم تمت تصفيتهما من الراشح. أظهرت النتائج انخفاضاً في معدل الوفيات، حيث بلغت أقصى نسبة وفاة عشرين بالمئة عند تركيز ثمانمئة جزء في المليون. وقد بلغت قيمة إل سي ٥٠ ثلاثة عشر ألفاً وسبعين جزءاً في المليون، وهي أعلى بكثير من الحد الأقصى للسُمِّيَّة الحادة (ألف جزء في المليون). ولذلك، يُظهر هذا المستخلص أن مزيج المستخلصين لا يُسبِّب تأثيراً سُمِّيَّاً حاداً بشكل ملحوظ على يرقات الاختبار.

الكلمات المفتاحية: أرتيميا سالينا، اختبار سمية يرقات الجمبري الملحي، كامليا سيننيسيس، سيتروس ليمون

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah Yang Maha Esa lagi Maha Penyayang karena atas berkat dan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berjudul “Uji Toksisitas Ekstrak Kombinasi Lemon (*Citrus limon*) dan Teh Hijau (*Camellia sinensis*) dengan Menggunakan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT)”. Tidak lupa shalawat dan salam kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW. Berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak maka penulis mengucapkan terima kasih terkhususnya kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Hariani, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus dosen wali, yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
4. Ruri Siti Resmisari, M.Si dan Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd selaku para pembimbing, yang telah menuntun penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. 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.
6. Bapak, Mama, dan keluarga tercinta serta kawan-kawan yang telah memberikan do'a, dukungan serta motivasi kepada penulis.

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Skripsi ini sudah ditulis sebaik-baiknya, namun apabila ada kekurangan, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Malang, Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	vi
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
الخلاصة.....	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	17
1.1 Latar Belakang.....	17
1.2 Rumusan Masalah.....	21
1.3 Tujuan.....	22
1.4 Manfaat.....	22
1.5 Batasan Masalah	22
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	23
2.1 Tumbuhan Bermanfaat dalam Perspektif Al-Qur'an.....	23
2.2 Lemon (<i>Citrus limon</i>)	24
2.2.1 Klasifikasi Lemon (<i>Citrus limon</i>).....	25
2.2.2 Morfologi dan Kandungan Lemon (<i>Citrus limon</i>).....	25
2.3 Teh Hijau (<i>Camellia sinensis</i>)	29
2.3.1 Klasifikasi Teh Hijau (<i>Camellia sinensis</i>)	30
2.3.2 Morfologi dan Kandungan Teh Hijau (<i>Camellia sinensis</i>).....	30
2.4 <i>Artemia salina</i> Leach.....	34
2.5 Uji Toksisitas.....	37
2.5.1 Uji Toksisitas Menggunakan BSLT.....	38
BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1 Rancangan Penelitian.....	40
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	41
3.3 Variabel Penelitian.....	41
3.4 Alat dan Bahan	41

3.4.1 Alat.....	41
3.4.2 Bahan	42
3.5 Prosedur Penelitian	42
3.5.1 Pembuatan Larutan Ekstrak	42
3.5.2 Penetasan Telur <i>Artemia salina</i> Leach	43
3.5.3 Uji Toksisitas dengan Metode BSLT.....	43
3.6 Analisis Data.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Mortalitas Larva <i>Artemia salina</i> Leach	45
4.2 Nilai LC ₅₀ (<i>Lethal Concentration 50%</i>)	46
4.3 Tinjauan Hasil Penelitian dalam Perspektif Al-Qur'an.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Perlakuan <i>Artemia salina</i> Terhadap Konsentrasi Ekstrak (ppm)	40
4.1 Persentase Kematian <i>Artemia salina</i> pada Setiap Konsentrasi Ekstrak (ppm).....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Morfologi dari lemon (<i>Citrus limon</i>)	26
2.2 Morfologi dari teh hijau (<i>Camellia sinensis</i>)	31
2.3 Tahap-tahap dari siklus hidup <i>Artemia salina</i>	36
4.4 Hasil perbandingan setiap konsentrasi ekstrak berbeda pada <i>Artemia salina</i>	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perlengkapan alat-alat yang digunakan dalam penelitian.	61
2. Perlengkapan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.....	62
3. Proses pengerjaan penelitian BSLT dengan <i>Artemia salina</i>	63
4. Data uji mortalitas larva <i>Artemia salina</i>	64
5. Perhitungan regresi linear dan LC ₅₀ (Probit = 5.0)	64
6. Regresi linear probit vs log ₁₀ (Konsentrasi)	65
7. Bukti konsultasi.....	66
8. Bukti Turnitin.....	67

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beragam manfaat yang terkandung pada kedua tanaman tersebut selaras dengan salah satu firman Allah bahwa tidak hanya menyebutkan tanaman bermanfaat, namun juga menjelaskan fungsi dari tumbuhan yang berguna bagi manusia. Manusia dapat memanfaatkannya secara cerdas dengan cara mempelajari serta menjaga kesehatan, memahami posisi tanaman sebagai obat melalui identitas dan zat yang terkandung di dalamnya (Rifaanudin, 2022). Hal ini diperkuat firman Allah sebagaimana dalam QS. Al-Anbiya' [21] ayat 35 sebagai berikut:

كُلُّ نَفْسٍ ذَائِقَةُ الْمَوْتِ وَنَبَلُّوكُمُ بِالشَّرِّ وَالْخَيْرِ فِتْنَةً وَإِلَيْنَا تُرْجَعُونَ

“Setiap yang bernyawa akan merasakan kematian. Kami menguji kamu dengan keburukan dan kebaikan sebagai cobaan. Kepada Kami lah kamu akan dikembalikan.” Menurut Ibnu Katsir, kebaikan seperti kesehatan, kekayaan, dan kemudahan hidup, serta keburukan seperti penyakit dan kesulitan, keduanya merupakan sarana Allah untuk menguji kesabaran, syukur, dan tanggung jawab manusia. Setiap makhluk hidup pasti akan merasakan kematian dan bahwa manusia akan diuji oleh Allah SWT dengan kebaikan maupun keburukan sebagai bentuk ujian (Tafsir Ibnu Katsir, Juz 5, hlm. 333).

Ayat ini memiliki makna mendalam dalam konteks penggunaan sumber daya alam, termasuk tumbuhan yang mengandung senyawa bioaktif. Lemon dan teh hijau adalah contoh nikmat yang mengandung khasiat kesehatan seperti antioksidan, antimikroba, dan imunoprotektif. Namun, jika digunakan secara

berlebihan atau tanpa ilmu, senyawa tersebut juga berpotensi menimbulkan efek toksik. Dengan demikian, manfaat dan risiko yang terkandung dalam tumbuhan merupakan bagian dari "kebaikan dan keburukan" yang dimaksud dalam ayat ini. Manusia dituntut untuk bersikap bijak dan ilmiah dalam mengelola ciptaan Allah, tidak hanya menikmati manfaatnya, tetapi juga bertanggung jawab atas penggunaannya.

Kombinasi lemon dan teh hijau memiliki potensi toksisitas pada dosis tertentu, sehingga hal ini menjadi bentuk ujian bagi manusia dalam menggunakan ciptaan Allah dengan bijak, sebagaimana dalam QS. Al-Baqarah [2] ayat 155–157:

وَلَذَبَلُوكُمْ بِشَيْءٍ مِّنَ الْخَوْفِ وَالْجُوعِ وَنَقْصٍ مِّنَ الْأَمْوَالِ وَالْأَنْفُسِ وَالثَّمَرَاتِ ^ق وَبَشِّرِ الصَّابِرِينَ الَّذِينَ

إِذَا أَصَابَتْهُمُ مُصِيبَةٌ قَالُوا إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ ^ق أُولَئِكَ عَلَيْهِمْ صَلَوَاتٌ مِّن رَّبِّهِمْ وَرَحْمَةٌ ^ق وَأُولَئِكَ

هُمُ الْمُهْتَدُونَ

“Kami pasti akan mengujimu dengan sedikit ketakutan dan kelaparan, kekurangan harta, jiwa, dan buah-buahan. Sampaikanlah (wahai Nabi Muhammad,) kabar gembira kepada orang-orang sabar, (yaitu) orang-orang yang apabila ditimpa musibah, mereka mengucapkan “Innā lillāhi wa innā ilaihi rāji‘ūn” (sesungguhnya kami adalah milik Allah dan sesungguhnya hanya kepada-Nya kami akan kembali). Mereka itulah yang memperoleh ampunan dan rahmat dari Tuhannya dan mereka itulah orang-orang yang mendapat petunjuk.” Menurut Ibnu Katsir, Allah menguji manusia dengan

kesulitan agar mereka bersabar dan kembali kepada-Nya. Ujian tidak hanya berupa musibah besar, tetapi juga melalui sumber daya alam yang harus dimanfaatkan secara hati-hati (Tafsir Ibnu Katsir, Juz 1, hlm. 426–427).

Penambahan lemon dalam teh hijau dapat meningkatkan bioavailabilitas katekin, artinya tubuh dapat menyerap dan memanfaatkan lebih banyak antioksidan dari teh hijau. Penggunaan tanaman herbal di Indonesia dan banyak negara lain, seperti lemon (*Citrus limon*) dan teh hijau (*Camellia sinensis*), semakin diminati sebagai bahan obat alami berkat kandungan antioksidan dan senyawa bioaktifnya (Gupta et al., 2021). Meskipun demikian, penelitian untuk memastikan keamanan bahan-bahan ini masih perlu dilakukan, terutama melalui uji toksisitas untuk mengidentifikasi potensi efek samping dari senyawa aktif yang terdapat dalam tanaman tersebut.

Buah lemon dan teh hijau merupakan dua tanaman yang dikenal kaya akan kandungan antioksidan, seperti vitamin C, polifenol, dan flavonoid. Lemon mengandung senyawa aktif seperti asam sitrat, limonen, dan flavonoid yang telah terbukti memiliki efek antioksidan, antibakteri, dan antikanker (Rafique et al., 2020). Teh hijau, di sisi lain, kaya akan polifenol, terutama katekin, yang memiliki aktivitas biologis luas, termasuk antikanker, anti-inflamasi, dan antivirus (Tallei et al., 2021). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa katekin dalam teh hijau mampu meningkatkan sistem imun dan berpotensi mencegah penyakit degeneratif dengan mengurangi stres oksidatif di dalam tubuh (Sarma et al., 2023). Kombinasi antara lemon dan teh hijau dalam satu ekstrak diperkirakan dapat memberikan efek sinergis, di mana kandungan vitamin C dari lemon dapat meningkatkan bioavailabilitas katekin dalam teh hijau,

sehingga efek antioksidan dan antimikroba dari kedua tanaman ini dapat lebih optimal (Saputri et al., 2023).

Aktivitas antioksidan tertinggi dapat ditemukan pada *Citrus limon*. Suatu golongan zat organik yang dikenal sebagai polifenol, yang terdapat dalam lemon dan dalam jumlah tinggi pada kulit lemon. Telah diteliti bahwa polifenol secara signifikan menghambat akumulasi lemak, kadar glukosa darah tinggi dan resistensi insulin. Kulit jeruk memiliki efek penurunan diabetes dan anti-peroksidatif karena kandungan polifenol total yang tinggi (Rafique et al., 2020).

Teh hijau memiliki manfaat bagi kesehatan karena komponen aktif yang dikenal sebagai polifenol, berperan sebagai senyawa antioksidan dalam mengatasi dan mencegah radikal bebas, pemicu dari stres oksidatif. Molekul dalam senyawa antioksidan dapat mendukung peran dari sel limfosit T dan B, senjata aktif dalam peningkatan sistem imun (Isnaeni & Sari, 2021). Katekin pada teh hijau terbukti sangat serbaguna dalam memberikan manfaat kesehatan. Studi pada manusia menunjukkan berbagai macam efek antihipertensi, antikanker, antibakteri, antiobesitas, antidiabetik, meningkatkan kekebalan tubuh, neuroprotektif, antipenuaan dini, dan masih banyak lagi. Selain katekin, teh hijau memiliki nutrisi seperti kafein, mineral, sejumlah kecil vitamin, asam amino, karbohidrat, dan lipid (Sarma et al., 2023).

Pemanfaatan tanaman herbal dan produk alami sebagai agen terapeutik atau suplemen kesehatan telah mengalami peningkatan signifikan secara global (Gupta et al., 2021). Meskipun sering dianggap aman karena sejarah penggunaannya dalam pengobatan tradisional, setiap bahan alami memerlukan evaluasi ilmiah yang cermat untuk memvalidasi keamanan dan efektivitasnya,

terutama sebelum dipasarkan secara luas. Uji ini berfungsi sebagai skrining awal untuk mengidentifikasi potensi efek samping, menentukan rentang dosis yang aman, dan memahami potensi bahaya suatu senyawa terhadap sistem biologis (Samito, et al, 2015).

Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) merupakan salah satu metode umum digunakan untuk mengukur toksisitas awal suatu senyawa atau ekstrak bahan alami (Kurniawan & Ropiqa, 2021). *Artemia salina*, atau dikenal sebagai udang air asin, merupakan invertebrata yang mudah dibudidayakan dan memiliki sensitivitas tinggi terhadap zat toksik. BSLT diakui karena mampu mendeteksi tingkat ketoksikan senyawa melalui parameter nilai LC_{50} (*lethal concentration 50*), yang menunjukkan konsentrasi ekstrak yang menyebabkan kematian pada 50% populasi larva *Artemia* (Ntungwe et al., 2020).

Oleh karena itu, dengan mempertimbangkan manfaat lemon dan teh hijau yang begitu beragam serta potensi risiko toksisitas yang mungkin timbul, penelitian ini berfokus pada uji toksisitas kombinasi ekstrak dari *Camellia sinensis* dan *Citrus limon* melalui metode BSLT sebagai langkah awal.

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana toksisitas kombinasi ekstrak lemon (*Citrus limon*) dan teh hijau (*Camellia sinensis*) dengan menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT)?
- 2) Berapakah nilai *lethal concentration 50* (LC_{50}) dari ekstrak kombinasi lemon dan teh hijau?

1.3 Tujuan

- 1) Mengetahui toksisitas kombinasi ekstrak lemon (*Citrus limon*) dan teh hijau (*Camellia sinensis*) dengan menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT).
- 2) Mengetahui nilai *lethal concentration 50* (LC₅₀) dari ekstrak kombinasi lemon dan teh hijau.

1.4 Manfaat

- 1) Penelitian ini dapat memberikan informasi awal mengenai tingkat keamanan kombinasi ekstrak lemon dan teh hijau, khususnya dalam uji toksisitas in vitro.
- 2) Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian lain dalam bidang toksikologi terutama yang terfokus pada metode BSLT.

1.5 Batasan Masalah

- 1) Sampel yang diujikan adalah ekstrak kombinasi lemon (*Citrus limon*) dan teh hijau (*Camellia sinensis*) dengan konsentrasi ekstrak yang diujikan terbatas pada 200, 400, 600, dan 800 ppm.
- 2) Metode yang digunakan untuk uji toksisitas adalah metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) dengan larva *Artemia salina* sebagai model untuk mengukur toksisitas awal, tanpa melibatkan uji toksisitas lain pada organisme yang lebih kompleks.
- 3) Parameter yang diamati adalah persentase mortalitas larva sebagai indikator toksisitas, tanpa analisis tambahan mengenai mekanisme toksisitas.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tumbuhan Bermanfaat dalam Perspektif Al-Qur'an

Al-Qur'an menegaskan bahwa seluruh ciptaan Allah memiliki tujuan dan manfaat, sebagaimana dalam QS. Al-'Ankabut [29] ayat 44:

خَلَقَ اللَّهُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ بِالْحَقِّ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّلْمُؤْمِنِينَ

“Allah menciptakan langit dan bumi dengan hak. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang mukmin.” Menurut Tafsir Ibnu Katsir, ayat ini menunjukkan bahwa langit dan bumi termasuk segala isinya diciptakan bukan sia-sia, melainkan dengan hikmah dan manfaat yang agung. Tumbuhan sebagai bagian dari ciptaan Allah merupakan sumber kehidupan yang menyediakan makanan, obat, dan menjaga keseimbangan lingkungan. Adapun maksud ‘dengan kebenaran’ ialah penuh makna dan manfaat. Ibnu Katsir menulis, *“Yakni Allah menciptakan semuanya bukan dengan main-main atau sia-sia, melainkan dengan hikmah yang agung dan tujuan yang benar. Semua ini menjadi tanda kekuasaan Allah bagi orang-orang yang beriman.”* (Tafsir Ibnu Katsir, Juz 6, hlm. 363).

Tumbuhan tidak hanya menunjang kebutuhan fisik manusia, tetapi juga menjadi tanda kekuasaan dan keesaan Allah. Termasuk tumbuhan yang mengandung zat aktif, itu semua bagian dari sistem yang dirancang dengan penuh hikmah untuk makhluk hidup. Sebagaimana pula dalam QS. Al-Anbiya [21] ayat 30 sebagai berikut:

أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا^ط وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ^ق

أَفَلَا يُؤْمِنُونَ

“Apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi, keduanya, dahulu menyatu, kemudian Kami memisahkan keduanya dan Kami menjadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air? Maka, tidakkah mereka beriman?” Penjelasan Ibnu Katsir dalam *Tafsir al-Qur’an al-‘Azhim* menjelaskan bahwa air adalah dasar kehidupan, termasuk untuk tumbuhan yang mengandung khasiat kesehatan. Ini menjadi tanda bahwa manfaat kesehatan pun bersumber dari sistem penciptaan yang ditetapkan Allah. Dengan demikian seluruh isi bumi adalah anugerah bagi manusia. Maka tumbuhan seperti teh hijau dan lemon bukan sekadar makanan, tetapi amanah yang harus dimanfaatkan dengan ilmu dan tanggung jawab.

2.2 Lemon (*Citrus limon*)

Lemon berasal dari India Utara tetapi dibudidayakan di Turki, Meksiko, Amerika Serikat, Argentina, Iran, Brasil, Italia, Spanyol, dan Republik Rakyat Tiongkok. Buah lemon dimanfaatkan untuk keperluan non-kuliner dan kuliner di seluruh dunia terutama dari jus, daging buah, dan rasanya dimanfaatkan sebagian besar dalam memanggang dan memasak (Rafique et al., 2020). Genus *Citrus* mengandung banyak buah bermanfaat yang tumbuh di seluruh dunia karena pentingnya nutrisi dan obat-obatan. *Citrus* termasuk dalam famili Rutaceae, salah satu famili terbesar dalam ordo Sapindales (Gupta et al., 2021).

2.2.1 Klasifikasi Lemon (*Citrus limon*)

Klasifikasi lemon menurut ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*) adalah sebagai berikut:

Kingdom: Plantae

Subkingdom: Angiospermae

Filum: Eudicots

Kelas: Rosids

Ordo: Sapindales

Famili: Rutaceae

Genus: Citrus

Spesies: *C. limon*

2.2.2 Morfologi dan Kandungan Lemon (*Citrus limon*)

Pohon lemon menghasilkan buah dengan berbagai bentuk dan ukuran, selalu hijau dan penuh dengan rasa, aroma, dan jus. Warna daun lemon adalah hijau tua; berukuran 6,5 hingga 10 mm dan tersusun pada batang secara bergantian. Terdapat lima kelopak pada lemon dengan warna putih harum. Daging buah lemon sangat asam dan bunganya biseksual dan jantan. Lemon merah muda adalah kultivar lemon yang menjadi asal bunga lemon. Buah kultivar ini bergaris-garis dan daunnya beraneka ragam. Umumnya lemon berbentuk oval dengan permukaan halus dan seperti spons. Lemon bervariasi dalam bentuk dan ukuran, beberapa seperti buah anggur dan beberapa berukuran sedikit lebih besar. Lemon sebagian besar berwarna kuning kehijauan setelah mencapai ukuran penuh, warnanya kuning cerah, bukan kuning kehijauan. Biji kecil ditemukan di dalam buah yang disebut *floopies* (Rafique et al., 2020).



Gambar 2.1 Morfologi dari lemon (*Citrus limon*). Bagian buah (kiri) dan bagian bunga (kanan). (Rafique et al., 2020)

Lemon salah satu yang dikenal karena khasiat obat dan nutrisinya. Spesies ini merupakan sumber kaya vitamin C, semua bagian tanaman seperti sari buah, kulit dan bunga dapat digunakan sebagai obat tradisional. Karena biaya yang rendah dan mudah diperoleh, residu buah jeruk ini juga dibuang sebagai bahan limbah di lingkungan dan berpotensi sebagai sumber nutrasetika. Jadi dapat dikatakan bahwa tanaman ini merupakan sumber senyawa bioaktif yang unik yang memiliki beragam khasiat obat dan nutrasetika. Beberapa khasiat farmakologis buah jeruk ini dilaporkan sebagai aktivitas antimikroba, aktivitas antioksidan, aktivitas antialergi, aktivitas antikanker, aktivitas antidiabetes, dan sebagainya. Ekstrak dari kulit buah memiliki aplikasi penting dalam industri makanan dan farmasi sebagai sumber senyawa bioaktif yang kaya (Gupta et al., 2021).

Fitonutrien merupakan nutrisi bioaktif yang diekstrak dari tanaman untuk kepentingan manusia sehingga menunjukkan hubungan biologis antara tanaman dan kesehatan manusia. *Citrus limon* kaya akan fitokonstituen, glikosida flavonoid, kumarin, minyak atsiri, serta sitosterol. *Citrus limon* hanya merupakan 0,9% dari total kalori harian dan 1,7% dari karbohidrat harian. Flavon polimetoksilasi sangat penting dan jarang terdapat pada tanaman lain.

Serat *Citrus limon* mengandung senyawa bioaktif, seperti polifenol, serta dapat menyembuhkan kekurangan vitamin C (Rafique et al., 2020).

Flavonoid tergolong polifenol dan banyak terdapat pada buah jeruk, dicirikan oleh keberadaan inti 2-fenil-benzo-pirana yang mengandung kerangka heterosiklik C6-C3-C6. Sejumlah besar flavonoid muncul dari berbagai kombinasi substituen gugus hidroksil, metoksil, dan O-glikosida pada gugus dasar 2-fenil-benzo-piran-4-on. Lebih dari 60 jenis flavonoid diidentifikasi dalam buah jeruk. Jeruk mengandung empat jenis flavonoid yaitu flavanon, flavonol, flavon, dan polimetoksisflavon (PMF). Pada spesies jeruk, flavanon terkumpul dalam jumlah lebih banyak daripada flavon. Akan tetapi, jumlah flavonoid ini bergantung pada usia tanaman, dan pada jaringan dengan pembelahan sel yang jelas di mana tingkat pembelahan yang tinggi terdeteksi. Senyawa-senyawa ini tidak hanya memiliki signifikansi fisiologis dan ekologis, tetapi juga memiliki kepentingan komersial karena banyaknya aplikasinya dalam industri farmasi dan makanan (Ahmed et al., 2020).

Efek flavonoid terhadap beragam organisme sangat bervariasi dan menjelaskan mengapa tumbuhan yang mengandung flavonoid dipakai dalam pengobatan tradisional. Flavonoid terdapat efek antipiretik, mampu menghambat reaksi siklogsinase yang berpengaruh terhadap biosintesis prostaglandin sebagai mediator pembentukan demam. Prostaglandin berperan penting dalam peningkatan *hypothalamic therm set point*. Mekanisme penghambatan inilah yang menerangkan efek antipiretik dari flavonoid (Syamsi et al., 2019).

Antikanker merupakan salah satu efek farmakologis utama limonene, dan penelitian *in vitro* telah menunjukkan efek penghambatan pada beberapa jenis

sel kanker. Limonene memiliki spektrum antibakteri yang luas, menghambat berbagai bakteri, jamur, dan virus, yang tidak hanya berpotensi untuk pengobatan penyakit menular tetapi juga memiliki prospek besar pada bidang lainnya. Penyakit metabolik umumnya bersifat kronis dan sebagian besar sulit disembuhkan, namun limonene memiliki potensi untuk memerangi berbagai penyakit metabolik. Limonene memiliki potensi untuk mengobati berbagai gangguan kejiwaan dan telah terbukti meningkatkan kecemasan melalui aromaterapi (Chen et al., 2024). Selain itu, D-limonene memiliki efek penghambatan pada reseptor nyeri, mirip dengan indometasin dan hiosin. Potensi farmakologis *C. limon* ditentukan oleh komposisi kimianya yang kaya. Kelompok metabolit sekunder terpenting dalam buah ini meliputi flavonoid dan juga senyawa lain, seperti asam fenolik, kumarin, asam karboksilat, asam amino, dan vitamin. Senyawa utama minyak atsiri adalah monoterpenoid, terutama D-limonene. Komponen kimia yang berharga ini menjadi alasan posisi penting *C. limon* dalam industri makanan dan kosmetik (Rafique et al., 2020).

Ekstrak kulit buah dari salah satu varietas seperti *Citrus limon* diteliti terhadap mikroba patogen gastrointestinal. Ditemukan bahwa *Citrus limon* menunjukkan zona penghambatan maksimum terhadap bakteri *Shigella* Spp., dan strain *E. coli*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak buah ini memiliki aktivitas antibakteri dan zona penghambatannya adalah 20, 18, 20 dan 15 mm (diameter) untuk ekstrak etanol, dan 15, 20, 11, dan 10 mm untuk ekstrak air. Aktivitas antibakteri *Citrus limon* diuji terhadap *Acne vulgaris*. *Citrus limon* diaplikasikan dalam sekian konsentrasi (20%, 40%, 60%, 80% dan 100%) pada bakteri *Propioni acne*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Citrus limon*

memiliki aktivitas antibakteri yang efektif pada semua konsentrasi yang dipilih (Gupta et al., 2021).

Penelitian menunjukkan bahwa sifat antibakteri dalam ekstrak lemon efektif melawan strain bakteri yang signifikan secara klinis (Gupta et al., 2021). *Citrus limon* mengandung vitamin C, folat, serat makanan, dan komponen bioaktif lainnya, seperti karotenoid dan flavonoid, yang diduga bertanggung jawab untuk pencegahan kanker dan penyakit degeneratif. *Citrus limon* menunjukkan sifat antikanker dalam ekstrak buah berair, yang mengandung senyawa yang melindungi sel dari kerusakan yang merupakan penyebab kanker (Rafique et al., 2020). Buah jeruk juga merupakan sumber kaya senyawa antialergi. Gencydo®, merupakan kombinasi buah jeruk seperti ekstrak air quince (*Cydonia oblonga*) dan sari buah *Citrus limon* yang bermanfaat dalam pengobatan alternatif untuk pasien yang menderita rinitis alergi atau asma (Gupta et al., 2021). Berdasarkan hasil penelitian Alquraisi et al., (2021) yang telah menyimpulkan bahwa vitamin C terdapat aktivitas imunomodulator, yang bersifat ke arah imunostimulan dan imunosupresan. Metode-metode yang umum untuk mengetahui mekanisme imunomodulator dari vitamin C melalui uji sitotoksik, analisis hispatologi paru-paru, injeksi *intracerebroventricular*, dan kultur splenosit.

2.3 Teh Hijau (*Camellia sinensis*)

Teh hijau (*Camellia sinensis*), termasuk dalam famili Theaceae, telah dibudidayakan secara luas di negara-negara Asia, Afrika, Amerika Latin, dan Oseania, diyakini berasal dari India timur laut, Myanmar utara, dan Cina barat daya (Wang et al., 2022). Tanaman teh tumbuh di sekitar 30 negara di seluruh

dunia. Teh tumbuh paling baik di daerah tropis dan subtropis dengan curah hujan yang cukup, drainase yang baik, dan tanah yang sedikit asam. Ada dua varietas teh, salah satunya *Camellia sinensis* var. *sinensis* (teh Tiongkok) tumbuh secara luas di Tiongkok, Jepang, dan Taiwan (Sarma et al., 2023).

2.3.1 Klasifikasi Teh Hijau (*Camellia sinensis*)

Klasifikasi teh hijau menurut ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*) adalah sebagai berikut:

Kingdom: Plantae

Subkingdom: Tracheobionta

Filum: Spermatophyta

Kelas: Magnoliopsida

Ordo: Theales

Famili: Theaceae

Genus: *Camellia*

Spesies: *C. sinensis*

2.3.2 Morfologi dan Kandungan Teh Hijau (*Camellia sinensis*)

Pohon teh secara umum dibagi menjadi tiga jenis: semak, perdu, dan perdu kecil. Pohon teh liar dapat mencapai tinggi 10 m, dan pohon teh yang dibudidayakan pendek karena dipangkas. Bunga putih berdiameter 4 cm muncul sendiri atau berpasangan, dan masing-masing berisi lima sepal dan lima hingga sembilan petal. Buah berwarna hijau kecokelatan berisi satu hingga empat biji bulat atau pipih. Ukuran daun bervariasi pada berbagai varietas teh, dengan panjang mulai dari 3,8 hingga 25 cm. Daun teh mungkin bergerigi, membulat, atau halus, kaku atau lembek; Posisi daun berkisar dari tegak hingga

menggantung, dan tingkat pubertas sangat bervariasi dari satu tanaman ke tanaman lainnya. Selain itu, kuncup dan daun muda mengandung sejumlah besar trikoma, yang berkurang secara signifikan saat daun dewasa (Wang et al., 2022).

Varietas teh dengan beragam manfaat kesehatan dapat dikonsumsi dalam batas yang aman, namun ketika konsumsi berlanjut untuk jangka waktu yang lama atau diminum dalam dosis tinggi, efek samping teh dapat terjadi. Oleh karena itu, penilaian yang ketat terhadap dampak teh dalam uji coba manusia yang terkontrol dengan baik akan diperlukan untuk lebih memahami efek toksik teh hijau pada kesehatan manusia. Selain itu, teh hijau memiliki banyak nutrisi yang menjadikannya sumber makanan yang sangat baik yang memiliki nilai gizi, sehingga para ilmuwan dapat mengatasi masalah bioavailabilitas dan penyerapan yang terkait dengan polifenol teh hijau serta mencari makanan fungsional yang memenuhi syarat farmasi dan diet untuk mengelola penyakit yang berhubungan dengan gaya hidup (Sarma et al., 2023).



Gambar 2.3 Morfologi dari teh hijau (*Camellia sinensis*). Bagian daun (kiri) dan bagian bunga (kanan). (Singh et al., 2024)

Teh kaya akan bahan-bahan yang bermanfaat bagi kesehatan dan bahan-bahan yang aktif secara farmakologis. Sejak abad ke-19 hingga sekarang, telah dilaporkan bahwa lebih dari 500 komponen kimia telah diisolasi dari teh, termasuk lebih dari 400 senyawa organik dan lebih dari 40 senyawa anorganik.

Teh hijau, sebagai teh yang tidak difermentasi, mempertahankan komponen kimia asli dari teh (Zhao et al., 2022).

Teh hijau mengandung polifenol, seperti flavandiol, flavanol, dan flavonoid, yang merupakan asam fenolik dan mewakili lebih dari 30% dari total berat kering. Flavonol mewakili sebagian besar polifenol yang ditemukan dalam teh hijau. Teh hijau biasanya tersedia dalam bentuk cairan atau dalam bentuk ekstrak teh hijau bubuk yang mengandung berbagai jumlah polifenol (45%–90%) dan kafein (0,4%–10%). Flavonoid utama dalam teh hijau adalah katekin, ditemukan dalam jumlah lebih banyak dalam teh hijau daripada dalam teh hitam atau teh oolong (Tallei et al., 2021).

Teh hijau mengandung 4 katekin utama: (–)-epicatechin (EC), (–)-epicatechin-3-gallate (ECG), (–)-epigallocatechin (EGC), dan (–)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG). Polifenol teh hijau memiliki sifat antivirus, yang dimediasi melalui berbagai mekanisme. EGCG menempel pada hemagglutinin virus, mencegah virus mengikat reseptor target sel, yang mencegah virus menyebar. EGCG juga mengubah selubung virus, mencegah virus menginfeksi sel lain. L-theanine juga ditemukan dalam teh hijau, yang merangsang limfosit T gamma delta manusia untuk menghasilkan interferon- γ (IFN- γ), sitokin antimikroba (Tallei et al., 2021).

Antioksidan yang diproduksi oleh tubuh terdiri dari 3 enzim yaitu superoksida dismutase (SOD), glutathion peroksidase (GSHPx), katalase serta non-enzim. Beberapa penelitian tentang antioksidan penelitian mengenai kandungan antioksidan pada daun teh hijau mengandung 30-40% polifenol yang

disebut sebagai katekin. Katekin adalah salah satu antioksidan yang kuat dari vitamin E dan C (Saputri et al., 2023).

Menurut Gunawan et al. (2024), metabolit sekunder pada teh terletak di senyawa kimia yang dihasilkan oleh *Camellia sinensis*, selain dari senyawa-senyawa esensial. Ada sekitar 30 jenis senyawa, yang sebagian besar terdiri dari katekin, flavonoid, antosianin, dan asam fenolik. Adapun beberapa jenis metabolit sekunder yang umumnya terdapat dalam daun teh yaitu:

1. Katekin dalam teh terutama meliputi katekin (C), epikatekin (EC), epigallocatechin (EGC), epikatekin galat (ECG), dan epigallocatechin galat (EGCG). Sebagian besar penelitian juga menunjukkan bahwa katekin dalam teh hijau (terutama EGCG), memiliki efek antikanker, antivirus, dan antioksidan (Zhao et al., 2022).
2. Teh hijau cukup melimpah dengan glikosida flavonol, terutama meliputi glikosida mirisetin, glikosida quercetin, dan glikosida behenil (Zhao et al., 2022). Antosianin merupakan golongan pigmen yang larut dalam air dan termasuk dalam golongan flavonoid. Kandungan antosianin dalam teh tidak tinggi, namun karena rasanya yang pahit, maka sangat berpengaruh terhadap mutu teh.
3. Alkaloid pada teh sebagian besar adalah alkaloid purin. Dari semuanya, kandungan kafein adalah yang paling banyak (2~5%). Kedua, teh juga mengandung sedikit teofilin dan teobromin. Ketiga alkaloid ini merupakan bahan dasar utama efek penyegar.
4. Kandungan polifenol teh tertinggi dari teh hijau adalah 20–30%, terkenal sebagai antioksidan alami yang sangat baik (Zhao et al., 2022). Polifenol

memiliki sifat antioksidan dan telah terbukti melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif, mengurangi risiko penyakit jantung, dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh.

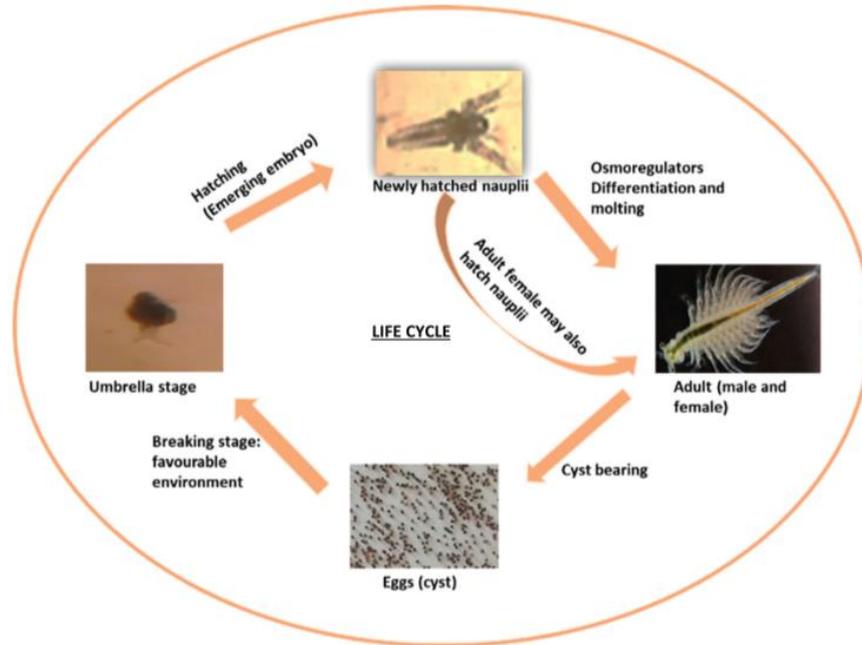
5. Kandungan asam fenolik dalam teh hijau cukup kecil, tetapi mencakup asam galat, asam klorogenat, asam kafeat, asam p-kumarat, asam ellagik, asam quinat, dan galat teh.
6. Kandungan asam amino dalam teh merupakan salah satu zat terpenting yang memengaruhi kualitas teh. Teh mengandung sekitar 1% sampai 4% asam amino. Teh terdapat 26 asam amino terdiri dari 20 asam amino protein dan 6 asam amino non-protein. Kandungan tertinggi adalah theanine, asam glutamat, arginin, serin, dan asam aspartat. Theanine dan asam γ -aminobutyric adalah dua asam amino aktif penting dalam teh.
7. Teh mengandung sedikit dari monosakarida dan disakarida, misalnya glukosa, fruktosa, galaktosa, sukrosa, dll. Sebagian besar karbohidrat dalam teh adalah polisakarida, seperti selulosa, pati, dan pektin, yang tidak larut dalam air.
8. Asam organik dalam teh hijau, merupakan salah satu komponen berpengaruh dalam aroma dan rasa teh. Lebih dari 40 asam organik telah diisolasi dan diidentifikasi dari teh, termasuk asam organik bebas dalam sup teh dan lebih dari 30 komponen. Senyawa volatil semisal asam asetat, asam butirrat, dan asam fosfat adalah senyawa yang paling banyak ditemukan.

2.4 *Artemia salina* Leach

Udang air asin termasuk dalam genus *Artemia* (famili Artemiidae, ordo Anostraca, subfilum Crustacea), artropoda akuatik primitif yang terdapat di

danau garam. Pertama kali dilaporkan dari Danau Urmia pada tahun 982 M oleh seorang ahli geografi Iran yang tidak diketahui, dan kemudian pada tahun 1756, Schlosser menggambarkan kedua jenis kelamin dengan jelas. Linnaeus (1758) mendeskripsikan udang air asin sebagai *Cancer salinus* tetapi 61 tahun kemudian, Leach (1819) memindahkannya ke *Artemia salina* (Ntungwe N et al., 2020).

Secara umum, genus *Artemia* meliputi enam spesies bisexual yakni, *A. franciscana*, *A. salina*, *A. sinica*, *A. urmiana*, *A. persimili* dan *A. tibetiana* dan masih banyak partenogenetik lainnya dari populasi *Artemia* yang tersebar di seluruh dunia. *Artemia salina*, *Artemia franciscana* dan *Artemia urmiana* adalah spesies-spesies yang paling umum digunakan dalam studi aktivitas biologis. Selain itu, *A. salina* adalah yang paling ekstensif dipelajari dalam spesies *Artemia*; diperkirakan mewakili lebih dari 90% studi yang menggunakan *Artemia* jenis ini sebagai eksperimen. Mereka sangat penting untuk akuakultur karena nilai gizinya yang tinggi. Spesies adalah artropoda primitif dengan tubuh bersegmen tipis berlapis kitin, dapat tumbuh hingga ukuran dewasa sekitar 8-12 mm. Mereka sangat penting dalam aliran energi dalam rantai makanan akuatik karena mereka memakan mikroalga dan, pada gilirannya, membentuk zooplankton yang digunakan untuk memberi makan larva ikan. Selain itu, fitur biologis, kimia, dan fisiologis yang kontras dapat diamati tergantung pada wilayah geografis asal. Nauplii *Artemia* memberikan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup yang lebih baik bagi ikan dan dengan demikian, mereka memiliki kepentingan ekonomi dan ekologis (Ntungwe N et al., 2020).



Gambar 2.3 Tahap-tahap dari siklus hidup *Artemia* (Ntungwe N et al., 2020)

Udang air asin memiliki siklus hidup yang pendek yang membuatnya cocok sebagai hewan laboratorium. Mereka memiliki tingkat kesuburan yang tinggi, dan dapat diperoleh dari penetasan kista (Gambar 2.3). Umumnya, mereka dapat ditemukan hidup dan berkembang biak di laut dan air payau. *Artemia* umum ditemukan di lingkungan terisolasi dengan salinitas tinggi dan suhu yang relatif hangat, seperti danau garam, laguna, dan tambang garam. Atribut yang umum dari semua habitat *Artemia* terletak pada kemampuan besar mereka untuk tinggal di kondisi salinitas yang sangat tinggi dan dalam mempertahankan homeostasis osmotik dalam kondisi tersebut. Habitatnya berkisar dalam salinitas dari 5-250 gL⁻¹ dan dalam suhu dari 6 hingga 35°C (Ntungwe N et al., 2020).

Ada tiga fitur utama yang mengarah pada kemampuan bertahan hidup di lingkungan yang tidak bersahabat, yang pertama adalah kemampuan untuk menyintesis pigmen yang membantu mereka mengelola kadar oksigen rendah dari media salinitas tinggi; yang kedua adalah kemampuan mereka untuk

membentuk kista dorman ketika kondisi menjadi tidak menguntungkan; dan yang ketiga adalah keberadaan Na^+/K^+ -ATPase di organ khusus yang mengeluarkan garam dari hemolimfa internal yang isosmotik ke media eksternal. Kemampuan bertahan hidup di lingkungan hipertonik adalah mekanisme unik mereka untuk pertahanan terhadap predator. (Ntungwe N et al., 2020).

Adapun kualitas air yang ideal untuk pemeliharaan yaitu suhu berkisar 25-35°C , pH berkisar 7-8,5 dan DO berkisar 2-7 mg/l. Suhu optimal berkisar antara 25-30°C, namun *Artemia* dapat toleran terhadap suhu pada kisaran 6-35°C dan pH 6-9 (Prasetyawati et al., 2024). Pertumbuhan *Artemia* dibatasi oleh proses *molting* (ganti karapas). *Artemia* berganti cangkang sebanyak lima belas kali dalam satu fase. Setiap tahap *molting* diberikan nomor instar sesuai tahapan hingga pergantian kulit terakhir disebut instar XV. Perbedaan laju pertumbuhan *Artemia* pada masing-masing perlakuan dipengaruhi oleh ketersediaan/jumlah nutrisi yang terdapat pada pakan yang diberikan (Prasetyawati et al., 2024).

2.5 Uji Toksisitas

Uji toksisitas adalah uji untuk mendeteksi tingkat ketoksikan suatu zat/bahan yang akan digunakan sebagai obat. Hasil yang diperoleh memberikan informasi tentang tingkat keamanan suatu zat/bahan sebelum zat/bahan tersebut digunakan. Penentuan LC_{50} disebut juga uji toksisitas akut. Toksisitas akut mengkaji tentang efek berbahaya pada suatu organisme melalui paparan jangka pendek. Tujuan dilakukan uji toksisitas akut adalah menentukan bahaya pemaparan suatu bahan secara akut dan menentukan batas keamanan (*margin of safety*) suatu bahan dengan menentukan dosis yang menyebabkan kematian 50% hewan uji (Walean et al., 2021). Suatu senyawa dinyatakan mempunyai potensi

toksisitas akut jika mempunyai harga LC_{50} kurang dari 1000 $\mu\text{g/ml}$. LC_{50} (*Lethal Concentration 50*) merupakan konsentrasi zat yang menyebabkan terjadinya kematian pada 50% hewan percobaan (Putri et al., 2021).

2.5.1 Uji Toksisitas Menggunakan BSLT

Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) adalah salah satu uji toksisitas secara *in vitro* menggunakan larva udang *Artemia salina* Leach untuk mengetahui nilai *lethal concentration 50* (LC_{50}) yang merupakan suatu perhitungan untuk menentukan keaktifan dari suatu ekstrak atau senyawa. Penentuan Nilai LC_{50} dilakukan pada hewan uji, dengan tujuan menentukan tingkat ketoksikan suatu zat/bahan terhadap perubahan fungsi fisiologis maupun perubahan yang bersifat patologis pada organ vital dalam kurun waktu tertentu (Walean et al., 2021). Metode BSLT dipilih karena metode ini sering digunakan untuk praskrining terhadap senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak tumbuhan karena cukup sederhana, cepat, serta mudah dilakukan (Kurniawan & Ropiqa, 2021).

Air laut buatan disiapkan dengan melarutkan 15 gram NaCl dalam 1 liter aquades. Penetasan telur *Artemia salina* Leach dapat dilakukan berberapa cara, salah satunya dikutip dari Zuhaida & Kurniawan (2018) bahwa *Artemia* direndam dalam 10 liter air laut. Suhu penetasan yang diinginkan $\pm 25\text{-}30^{\circ}\text{C}$ dan pH $\pm 6\text{-}7$. Telur akan menetas setelah 18-24 jam dan larvanya disebut nauplii. Telur *Artemia salina* ditetaskan kurang lebih 48 jam sebelum dilakukan uji.

Parameter untuk menunjukkan adanya aktivitas biologi pada suatu senyawa dengan *Artemia salina* Leach adalah menghitung jumlah kematian larva karena pengaruh oleh pemberian senyawa dengan dosis yang telah ditentukan. Kriteria standar untuk menilai kematian larva adalah bila sama sekali

tidak menunjukkan pergerakan selama observasi berlangsung. Cara lainnya yaitu dengan mengamati larva di dalam vial melalui bantuan lup/suryakanta, kemudian diamati dalam kaca arloji dengan bantuan cahaya. Jumlah nauplii yang mati dihitung dengan cara dikurangkan jumlah total nauplii pada tiap konsentrasi dengan jumlah nauplii yang masih hidup (Kurniawan & Ropiqa, 2021).

Efek toksik diperoleh dari pengamatan dengan menghitung % kematian (mortalitas) larva *Artemia salina* Leach pada tiap konsentrasi dalam 24 jam. Persentase kematian diperoleh dari hasil perkalian rasio dengan 100%, maka larva yang mati dibagi dengan jumlah larva awal dikali 100% untuk tiap replikasi, kemudian dibandingkan kembali dengan kontrol dan dilakukan analisis hasil dengan analisis probit sehingga diperoleh harga LC_{50} (Kurniawan & Ropiqa, 2021).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari kontrol dan empat perlakuan ekstrak dengan lima kali ulangan. Konsentrasi kombinasi ekstrak daun teh hijau (*Camellia sinensis*) dan buah lemon (*Citrus limon* L.) beserta pelarutnya dihitung dengan perbandingan 1:1, masing-masing ekstrak sebanyak 25 gram dengan menggunakan pelarut ethanol sebanyak 500 ml (Saputri et al., 2023). Adapun masing-masing pengulangan dengan perlakuan sebagai berikut ini:

Tabel 3.1 Perlakuan *Artemia salina* Terhadap Konsentrasi Ekstrak (ppm)

No.	Perlakuan	Konsentrasi (ppm)	Keterangan
1	P ₀	0	<i>Artemia</i> tidak diberi perlakuan dan hanya air laut buatan
2	P ₁	200	<i>Artemia</i> diberi perlakuan kombinasi ekstrak daun teh hijau (<i>Camellia sinensis</i>) dan buah lemon (<i>Citrus limon</i> L.) sebanyak 200 ppm dalam air laut buatan
3	P ₂	400	<i>Artemia</i> diberi perlakuan kombinasi ekstrak daun teh hijau (<i>Camellia sinensis</i>) dan buah lemon (<i>Citrus limon</i> L.) sebanyak 400 ppm dalam air laut buatan
4	P ₃	600	<i>Artemia</i> diberi perlakuan kombinasi ekstrak daun teh hijau (<i>Camellia sinensis</i>) dan buah lemon (<i>Citrus limon</i> L.) sebanyak 600 ppm dalam air laut buatan
5	P ₄	800	<i>Artemia</i> diberi perlakuan kombinasi ekstrak daun teh hijau (<i>Camellia sinensis</i>) dan buah lemon (<i>Citrus limon</i> L.) sebanyak 800 ppm dalam air laut buatan

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pengerjaan penelitian dilakukan pada bulan Maret tahun 2025. Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium kultur jaringan hewan dan tumbuhan sebagai laboratorium utama milik Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Variabel Penelitian

Ada tiga variabel yang digunakan yakni variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas berupa kombinasi ekstrak daun teh hijau (*Camellia sinensis*) dan buah lemon (*Citrus limon L.*) dengan konsentrasi 200, 400, 600, 800 ppm. Variabel terikat berupa persentase mortalitas dari *Artemia salina* Leach. Variabel kontrol berupa temperatur, air dengan salinitas 34 ppt atau air laut buatan, pH, dan aerator.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas seperti gelas breaker (Pyrex®), gelas Erlenmeyer (Pyrex®), dan gelas ukur (Pyrex®), oven (Heraeus), saringan, timbangan analitik (Sartorius), *rotary evaporator* (IKA RV8), pipet mikro 20-200 µl dan 100-1000 µl (Socorex), selang air kecil, spuit (Onemed), botol *Cyrovial* 1.8 ml, cawan petri (Iwaki), kertas label, tisu, *aluminium foil*, mikroskop (Nikon Eclipse E100), aerator atau *air pump* (Amara AM-03), lup, indikator pH, termometer, dan lampu pijar/neon 40-60 watt (Kurniawan & Ropiqa, 2021).

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah; telur udang *Artemia salina* Leach, daun teh hijau (*Camellia sinensis*), buah lemon (*Citrus limon* L.), etanol 96%, aquades, dan garam ikan.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Larutan Ekstrak

Daun teh hijau (*Camellia sinensis*) dan buah lemon (*Citrus limon* L.) disiapkan dalam kondisi segar, dipilah selektif, dicuci sampai bersih dengan air mengalir, ditimbang sebagai berat basah, dan dikeringkan secara total dengan oven pada suhu 40°C selama 2 jam untuk daun teh hijau, sementara untuk buah lemon dilakukan lebih lama yaitu 6 jam atau sampai sampel kering yang ditandai dengan perubahan warna dan mudah dipatahkan. Selanjutnya sampel ditimbang kembali sebagai berat kering, lalu dihaluskan dengan blender sampai benar-benar halus lalu disaring dan siap diekstraksi lebih lanjut (Saputri et al., 2023).

Sampel daun teh hijau (*Camellia sinensis*) dan buah lemon (*Citrus limon* L.) masing-masing ditimbang kering sebanyak 25 gram, lalu dimasukkan menjadi satu (sehingga total berat keduanya 50 gram) ke dalam wadah maserasi, direndam dengan etanol 96% sebanyak 500 ml sampai simplisia terendam secara menyeluruh. Wadah maserasi ditutup dan disimpan dengan *aluminium foil* selama 3 x 24 jam di tempat yang terlindung dari sinar matahari dan diaduk setiap 4 jam. Kemudian dipisahkan dengan disaring antara filtrat dan residunya. Residu tersebut disaring ulang menggunakan dengan saringan bervolume yang lebih kecil hingga dihasilkan larutan jernih. Ekstrak etanol yang sudah diperoleh

kemudian kadar air dihilangkan dengan alat *rotary evaporator* 40°C hingga diperoleh ekstrak kental (Saputri et al., 2023).

3.5.2 Penetasan Telur *Artemia salina* Leach

Proses penetasan dilakukan wadah diisi air yang dicampurkan dengan garam ikan sebagai air laut buatan atau setara dengan kadar salinitas 34 ppt menurut Kurniawan & Ropiqa, (2021) dan dilengkapi dengan 2 buah aerator pada suhu ruangan 30°C. Telur udang dituangkan secukupnya, dibiarkan terendam air laut buatan selama 2 x 24 jam sampai menetas menjadi benur atau nauplius.

3.5.3 Uji Toksisitas dengan Metode BSLT

Larva *A. salina* Leach. yang telah menetas selama 48 jam dimasukkan ke dalam botol berisi 5 ml air laut yang sudah diberi 5 ml larutan sampel dengan konsentrasi 200, 400, 600, dan 800 ppm sebanyak 5 ulangan. Sepuluh larva *A. salina* Leach dalam 10 ml air laut steril dengan kadar salinitas 34 ppt digunakan sebagai kontrol. Penghitungan jumlah larva yang mati, dilakukan sebanyak 5 kali, yaitu pada jam ke-3, 6, 9, 12 dan 24 dengan bantuan mikroskop (Tampungan et al., 2011). Kriteria standar untuk menilai kematian larva udang adalah bila larva tidak menunjukkan pergerakan selama observasi. Cara manual yaitu dengan mengamati larva di dalam vial dengan bantuan lup, kemudian diamati dalam kaca arloji dengan bantuan cahaya. Jumlah nauplii yang mati dihitung dengan mengurangkan jumlah total nauplii pada tiap konsentrasi dengan jumlah nauplii yang masih hidup. Sedangkan cara mikroskopik adalah dilakukan pengamatan di bawah mikroskop (Kurniawan & Ropiqa, 2021).

3.6 Analisis Data

Selanjutnya analisis data dilakukan dengan mencari angka kematian menggunakan grafik persamaan regresi linier dan menyubstitusikan dengan angka probit (Tampungan et al., 2011). Data dianalisis untuk memperoleh persentase mortalitas kumulatif dengan rumus:

$$\% \text{ Mortalitas} = \frac{\text{Jumlah Artemia yang mati}}{\text{Jumlah Artemia yang diuji}} \times 100\%$$

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

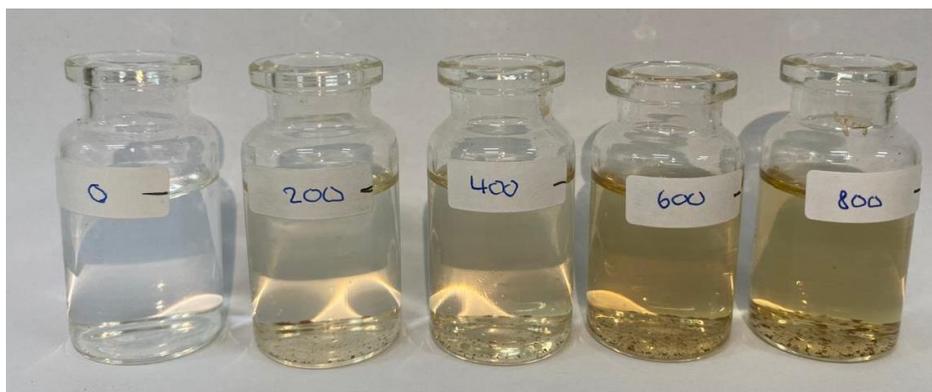
4.1. Mortalitas Larva *Artemia salina*

Penelitian ini mengamati efek kombinasi ekstrak daun teh hijau (*Camellia sinensis*) dan buah lemon (*Citrus limon*) terhadap mortalitas larva *Artemia salina* dengan lima perlakuan, yaitu konsentrasi 0 (kontrol), 200, 400, 600, dan 800 ppm. Setelah 24 jam inkubasi, data rata-rata mortalitas larva yang disajikan dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Persentase Kematian *Artemia salina* pada Setiap Konsentrasi Ekstrak (ppm)

No.	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata Larva Mati	Persentase Kematian (%)
1	0	2,8	14
2	200	2,0	10
3	400	2,0	10
4	600	3,2	16
5	800	4,0	20

Data tersebut didapatkan berdasarkan hasil di Lampiran 5 terkait perhitungan regresi linear dan LC_{50} (Probit = 5.0), menunjukkan bahwa persentase kematian larva *Artemia salina* tidak meningkat secara drastis seiring peningkatan konsentrasi ekstrak. Bahkan, pada konsentrasi 200 dan 400 ppm, tingkat kematian lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol. Ini menunjukkan ketidakhadiran efek toksik signifikan terhadap larva.



Gambar 4.4 Hasil perbandingan setiap konsentrasi ekstrak berbeda pada *Artemia salina*.

Mortalitas larva merupakan parameter biologis yang umum digunakan dalam pengujian toksisitas awal terhadap senyawa kimia alami. Larva *Artemia salina* dipilih karena sensitif terhadap berbagai jenis senyawa toksik, sehingga mampu menunjukkan indikasi awal toksisitas (Kurniawan & Ropiqa, 2021). Dalam penelitian ini, meskipun terdapat sedikit variasi dalam angka mortalitas, tidak satu pun perlakuan mencapai angka $\geq 50\%$ yang menunjukkan efek toksik akut (Putri et al., 2021).

Menurut Ntungwe et al. (2020), mortalitas $\geq 30\%$ pada konsentrasi rendah dapat dianggap sebagai indikator awal toksisitas, sementara mortalitas $\leq 20\%$ menunjukkan senyawa yang aman digunakan, setidaknya dalam konteks awal uji BSLT. Dengan hasil maksimum hanya 20% pada konsentrasi tertinggi (800 ppm), ekstrak gabungan teh hijau dan lemon dapat dikategorikan sebagai tidak toksik atau sangat rendah toksisitasnya.

4.2. Nilai LC_{50} (Lethal Concentration 50%)

LC_{50} atau *Lethal Concentration 50%* merupakan parameter penting dalam pengujian toksisitas yang menunjukkan konsentrasi suatu zat yang menyebabkan kematian pada 50% populasi organisme uji dalam waktu tertentu. Dalam penelitian ini, metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) digunakan untuk

mengevaluasi nilai LC_{50} dari kombinasi ekstrak daun teh hijau (*Camellia sinensis*) dan buah lemon (*Citrus limon*) terhadap larva *Artemia salina* sebagai organisme uji. Parameter ini digunakan secara luas karena memberikan gambaran awal tentang potensi toksik dari suatu senyawa, sebelum dilanjutkan ke uji toksisitas lanjutan pada organisme vertebrata (Kurniawan & Ropiqa, 2021).

Nilai LC_{50} dalam penelitian ini dihitung berdasarkan analisis regresi linear antara logaritma konsentrasi ekstrak (\log_{10}) dan nilai probit dari data mortalitas larva. Dari hasil analisis, diperoleh persamaan regresi: $\text{probit} = -3.053 + 0.738 \times \log_{10} (\text{Konsentrasi})$. Dengan menggantikan nilai probit standar 5.0 (menunjukkan ambang kematian 50%) ke dalam persamaan tersebut, diperoleh $\log_{10}(LC_{50})$ sebesar ± 10.93 . Dengan demikian, nilai LC_{50} setara dengan $10^{10.93}$ atau sekitar 80.882.636.004 ppm, sebuah nilai yang secara praktis sangat tinggi dan menunjukkan bahwa ekstrak gabungan tidak menimbulkan toksisitas signifikan terhadap larva bahkan pada konsentrasi tertinggi yang diuji, yaitu 800 ppm.

Secara umum, suatu senyawa dikatakan bersifat toksik akut apabila nilai LC_{50} -nya berada di bawah 1000 ppm (Putri et al., 2021). Oleh karena itu, hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak kombinasi teh hijau dan lemon tergolong sangat aman terhadap *Artemia salina* dalam konteks toksisitas akut. Nilai LC_{50} yang sangat tinggi ini sejalan dengan sifat dari kandungan aktif kedua tanaman tersebut. Teh hijau dikenal mengandung katekin, terutama EGCG (*epigallocatechin gallate*), yang telah terbukti memiliki sifat antioksidan dan protektif terhadap sel, bahkan digunakan dalam berbagai

terapi herbal (Zhao et al., 2022). Sementara itu, buah lemon mengandung limonen dan vitamin C yang berperan sebagai agen imunostimulator dan antiperadangan yang aman bagi berbagai sistem biologis (Chen et al., 2024; Alquraisi et al., 2021).

Jika dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu, nilai LC_{50} dari kombinasi ekstrak ini sangat kontras. Sebagai contoh, penelitian oleh Putri et al. (2021) terhadap ekstrak daun singkong menunjukkan LC_{50} sebesar 312,5 ppm, yang berarti senyawa tersebut memiliki toksisitas sedang. Penelitian Walean et al. (2021) terhadap kulit batang pakoba mencatat nilai LC_{50} sebesar 460 ppm, sedangkan ekstrak batang pinang dalam penelitian oleh Tampungan et al. (2011) menunjukkan LC_{50} sebesar 280 ppm. Nilai-nilai tersebut memperkuat kesimpulan bahwa ekstrak kombinasi teh hijau dan lemon memiliki tingkat toksisitas yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan tanaman lain yang telah diuji melalui metode BSLT.

Meskipun begitu, perlu diperhatikan bahwa nilai LC_{50} dalam penelitian ini diperoleh melalui ekstrapolasi matematis karena tingkat mortalitas larva tidak mencapai 50% bahkan pada konsentrasi tertinggi yang diuji. Oleh karena itu, nilai LC_{50} yang sangat tinggi ini bersifat indikatif dan harus diinterpretasikan dengan kehati-hatian. Hal ini juga menunjukkan bahwa konsentrasi yang diuji mungkin masih berada di bawah ambang toksik, sehingga tidak memunculkan respons kematian larva yang cukup untuk menghasilkan regresi linier yang lebih tajam. Dengan kata lain, hasil ini justru menegaskan bahwa ekstrak gabungan ini berpotensi aman dan layak dikembangkan sebagai kandidat bahan aktif dalam

produk kesehatan, kosmetik, atau nutraseutikal berbasis herbal (Saputri et al., 2023).

Namun, nilai LC_{50} dari uji BSLT tidak bisa dijadikan satu-satunya dasar untuk klaim keamanan, terutama untuk penggunaan jangka panjang atau aplikasi pada manusia. Diperlukan uji toksisitas lanjutan pada sistem organisme yang lebih kompleks, termasuk toksisitas subkronis, kronis, mutagenik, dan efek fisiologis lain pada vertebrata. Meskipun demikian, rendahnya toksisitas yang ditunjukkan dalam uji ini merupakan indikator awal yang positif bagi pengembangan lanjutan produk berbasis ekstrak teh hijau dan lemon.

Berdasarkan hasil uji toksisitas menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT), kombinasi ekstrak daun teh hijau dan buah lemon menunjukkan tingkat toksisitas yang sangat rendah terhadap larva *Artemia salina*. Mortalitas larva tidak pernah mencapai angka 50% bahkan pada konsentrasi tertinggi yang diuji (800 ppm), dan nilai LC_{50} yang dihitung melalui regresi linear adalah sekitar 13.070 ppm. Nilai ini berada jauh di atas ambang batas toksisitas akut menurut standar BSLT, yang menyatakan bahwa senyawa dikategorikan toksik jika nilai LC_{50} -nya kurang dari 1000 ppm (Putri et al., 2021). Dengan demikian, kombinasi ekstrak ini tergolong non-toksik secara akut dan aman digunakan pada dosis rendah hingga menengah.

Interpretasi hasil ini diperkuat oleh karakteristik biologis dari senyawa aktif yang terdapat pada kedua tanaman. Teh hijau diketahui mengandung polifenol, khususnya katekin seperti EGCG (epigallocatechin gallate), yang memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat dan terbukti tidak bersifat toksik dalam konsentrasi fisiologis (Zhao et al., 2022). Sementara itu, buah lemon kaya akan

vitamin C, limonen, dan flavonoid, yang secara sinergis bekerja sebagai agen antiradikal bebas dan antiinflamasi (Chen et al., 2024). Senyawa-senyawa ini tidak hanya aman, tetapi juga memberikan perlindungan seluler dari stres oksidatif, yang menjelaskan mengapa larva *Artemia salina* menunjukkan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi pada berbagai konsentrasi ekstrak.

Dalam konteks pengembangan produk, hasil ini memiliki implikasi penting. Kombinasi teh hijau dan lemon berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan aktif dalam produk herbal, suplemen nutrisi, atau kosmetik yang menekankan pada efek antioksidan dan pencegahan penuaan sel. Bahkan, studi sebelumnya oleh Saputri et al. (2023) telah merumuskan kombinasi ini dalam bentuk masker gel dan menunjukkan hasil yang positif tanpa iritasi kulit. Dengan demikian, validasi melalui uji BSLT ini memberikan dasar ilmiah awal untuk memastikan keamanan penggunaannya, terutama pada tingkat ekstrak kasar.

Meski demikian, penting untuk diingat bahwa metode BSLT bersifat praskrining. Meskipun akurat dalam memberikan indikasi toksisitas umum, ia tidak mampu mengungkap mekanisme toksik spesifik, efek jangka panjang, atau bioakumulasi senyawa dalam jaringan tubuh. Oleh karena itu, hasil ini harus ditindaklanjuti dengan uji toksisitas lanjutan pada hewan vertebrata atau sistem kultur sel manusia, termasuk uji subkronis, mutagenik, dan evaluasi dampak fisiologis secara menyeluruh. Langkah ini penting untuk mendukung klaim keamanan produk jika ingin digunakan secara luas dalam formulasi yang masuk ke tubuh manusia, baik secara topikal maupun oral (Ntungwe et al., 2020).

Secara keseluruhan, interpretasi dari data mortalitas dan nilai LC₅₀ mengarah pada kesimpulan bahwa kombinasi ekstrak daun teh hijau dan buah

lemon adalah bahan alami yang aman, memiliki profil toksisitas rendah, serta potensi terapeutik yang menjanjikan jika ditinjau dari sisi farmakodinamik maupun farmakokinetik awal.

4.3. Tinjauan Hasil Penelitian dalam Perspektif Al-Qur'an

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak daun teh hijau dan lemon pada konsentrasi 200, 400, 600, dan 800 ppm terhadap *Artemia salina* menunjukkan tingkat mortalitas yang rendah, dengan persentase kematian maksimum hanya mencapai 20% pada konsentrasi 800 ppm. Hasil analisis berada jauh di atas ambang batas toksisitas akut (1000 ppm). Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak tidak menimbulkan efek toksik signifikan terhadap *Artemia salina* serta menguatkan kuasa Allah SWT atas segala ciptaan-Nya. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam QS. Sad (38) ayat 27 yang berbunyi:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ

“Kami tidak menciptakan langit dan bumi serta apa yang ada di antara keduanya secara sia-sia. Itulah anggapan orang-orang yang kafur. Maka, celakalah orang-orang yang kafur karena (mereka akan masuk) neraka.” Menurut Ibnu Katsir, ayat ini menegaskan bahwa seluruh ciptaan Allah SWT, termasuk alam semesta, tumbuhan, dan makhluk hidup lainnya, diciptakan bukan dengan sia-sia tetapi dengan tujuan, manfaat, dan hikmah yang agung. Beliau mengungkapkan bahwa ciptaan Allah terjadi tanpa maksud adalah sifat orang-orang kafir, sedangkan orang beriman justru melihatnya sebagai tanda kebesaran dan kemuliaan Allah (Tafsir Al-Qur'an Al-'Azhim, Juz 4, hlm. 38).

Ayat ini menunjukkan bahwa segala ciptaan Allah SWT, termasuk proses biologis dan makhluk hidup seperti tumbuhan dan hewan yang diciptakan dengan maksud dan tujuan yang penuh manfaat. Dalam konteks hasil penelitian, bahwa kombinasi ekstrak tidak menimbulkan efek toksik signifikan terhadap *Artemia salina* tidak hanya mencerminkan keunggulan ilmiah, tetapi juga menjadi bagian dari manifestasi hikmah ciptaan Allah SWT. Tumbuhan tersebut berperan penting dalam menunjang kehidupan manusia, yang menguatkan pesan dalam ayat ini bahwa tidak ada ciptaan yang sia-sia.

Kuasa Allah SWT yang dianugerahkan ke dalam kandungan bioaktif seperti katekin, EGCG, vitamin C, flavonoid, dan limonen yang terbukti memiliki aktivitas antioksidan, antimikroba, dan imunoprotektif tanpa menunjukkan efek toksik pada konsentrasi fisiologis. Senyawa-senyawa tersebut menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan sistem imun, melindungi tubuh dari kerusakan sel akibat radikal bebas, serta membantu mencegah infeksi mikroba secara alami. Kebermanfaatan ini merupakan bagian dari bukti nyata bahwa ciptaan Allah SWT membawa maslahat besar bagi manusia, baik dalam aspek kesehatan maupun keberlangsungan hidup. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam QS. Al-Jatsiyah (45) ayat 13:

وَسَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي الْاَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ

“Dia telah menundukkan (pula) untukmu apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi semuanya (sebagai rahmat) dari-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berpikir.” Ibnu Katsir menjelaskan bahwa makna "menundukkan"

dalam ayat ini mencakup pemberian izin dan kemudahan dari Allah kepada manusia untuk memanfaatkan segala yang ada di alam, baik dalam bentuk bahan makanan, obat, energi, hingga sumber daya ilmiah untuk kehidupan manusia.

Hal ini menunjukkan keutamaan manusia sebagai khalifah, sekaligus ujian atas bagaimana ia mengelola amanah tersebut (Tafsir Al-Qur'an Al-'Azhim, Juz 4, hlm. 144). Ayat ini menegaskan bahwa segala yang ada di langit dan bumi (termasuk kandungan bioaktif dalam tumbuhan) telah ditundukkan oleh Allah untuk manusia. Maka, memanfaatkannya secara bijak merupakan bentuk rasa syukur dan pengakuan terhadap kuasa dan kasih sayang Allah SWT kepada makhluk-Nya.

Hasil penelitian juga menunjukkan nilai positif terhadap lingkungan, yakni tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Kombinasi dari ekstrak daun teh hijau dan lemon tidak menimbulkan efek toksik signifikan terhadap *Artemia salina* dalam air laut buatan, sebagaimana mirip dengan air laut asli. Oleh karena itu, ekstrak ini dapat dikategorikan sebagai tidak toksik secara akut dalam rentang konsentrasi yang telah diuji.

Penggunaan senyawa alami dari tumbuhan ini cenderung ramah lingkungan dan dapat dijadikan alternatif berkelanjutan dalam upaya peningkatan imunitas tanpa menambah beban pencemaran kimiawi. Prinsip kebermanfaatannya yang tidak merusak ini sejalan dengan perintah Allah SWT dalam QS. Al-A'raf (7) ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

“Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik.” Dalam tafsirnya, Ibnu Katsir menyebutkan bahwa kerusakan (fasad) yang dimaksud mencakup segala bentuk kezaliman, penghancuran alam, dan penyimpangan dari hukum-hukum Allah. Ayat ini mengandung larangan merusak lingkungan atau sistem kehidupan yang telah diciptakan Allah dengan seimbang, termasuk menyalahgunakan tumbuhan atau senyawa alami dengan cara yang mencelakakan manusia atau bumi (Tafsir Al-Qur’an Al-‘Azhim, Juz 3, hlm. 410).

Ayat ini mengingatkan manusia agar tidak melakukan kerusakan terhadap bumi setelah Allah menciptakannya dalam keseimbangan dan keteraturan. Maka, pemanfaatan tumbuhan yang tidak merusak lingkungan menjadi bentuk ketaatan dan tanggung jawab ekologis yang sejalan dengan ajaran Islam. Demikian pula dalam QS. Al-Qashash (28) ayat 77, Allah SWT berfirman:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا

تَتَّبِعِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

“Dan, carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (pahala) negeri akhirat, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia. Berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.” Ibnu Katsir menjelaskan

bahwa ayat ini menggabungkan dua prinsip utama: berbuat baik dalam kehidupan dunia dan akhirat, serta menjauhi segala bentuk perusakan terhadap tatanan hidup. Allah memerintahkan untuk memanfaatkan nikmat dunia secara proporsional, termasuk tumbuhan dan potensi alam, tetapi tetap dalam batas syariat dan tidak menyalahgunakannya (Tafsir Al-Qur'an Al-'Azhim, Juz 6, hlm. 189). Ayat-ayat ini menegaskan pentingnya menjaga keseimbangan alam. Maka, penelitian dan pemanfaatan kandungan tumbuhan untuk kesehatan harus dilandasi semangat kemaslahatan, bukan eksploitasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai uji toksisitas kombinasi ekstrak daun teh hijau (*Camellia sinensis*) dan buah lemon (*Citrus limon*) dengan menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) terhadap larva *Artemia salina*, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Kombinasi ekstrak daun teh hijau dan lemon pada konsentrasi 200, 400, 600, dan 800 ppm menunjukkan tingkat mortalitas yang rendah, dengan persentase kematian maksimum hanya mencapai 20% pada konsentrasi 800 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak tidak menimbulkan efek toksik signifikan terhadap larva uji.
2. Hasil analisis regresi logaritmik-probit menghasilkan nilai LC_{50} sebesar 13.070 ppm, yang berada jauh di atas ambang batas toksisitas akut (1000 ppm). Oleh karena itu, ekstrak ini dapat dikategorikan sebagai tidak toksik secara akut dalam rentang konsentrasi yang telah diuji.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengembangan produk, perlu dilakukan uji formulasi stabilitas, efektivitas dalam bentuk sediaan akhir (gel, kapsul, larutan), serta uji iritasi dan kompatibilitas kulit jika ekstrak digunakan untuk aplikasi topikal.
2. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar ilmiah bagi pengembangan produk herbal modern berbasis fitoterapi, yang mengedepankan keamanan,

efektivitas, serta penggunaan bahan baku alami yang mudah didapat dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qur'anul Karim dan Terjemahannya versi Kemenag RI: <https://quran.kemenag.go.id/>
- Ahmed, O. M., AbouZid, S. F., Ahmed, N. A., Zaky, M. Y., & Liu, H. 2020. An Up-to-Date Review on Citrus Flavonoids: Chemistry and Benefits in Health and Diseases. *Current Pharmaceutical Design*, 27(4):513–530.
- Alquraisi, R. H. A., Pramiastuti, O., & Listina, O. 2021. A Literature Review: Aktivitas Imunomodulator Vitamin C. *Pharmacy Medical Journal*, 4(1):30–35.
- Chen, X. F., Ding, Y. Y., Guan, H. R., Zhou, C. J., He, X., Shao, Y. T., Wang, Y. Bin, Wang, N., Li, B., Lv, G. Y., & Chen, S. H. 2024. The Pharmacological Effects and Potential Applications of Limonene From Citrus Plants: A Review. *Natural Product Communications*, 19(5).
- Gunawan, F. I., Putri, S. A., Ramdhanawati, V. U., & Umami, M. 2024. Kajian Metode Maserasi Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis*) dengan Berbagai Pelarut (Maceration Method of Green Tea Leaf Extract (*Camellia sinensis*) with Various Solvents). *Jurnal Biology Science & Education*, 13(1):66–76.
- Gupta, S., Rahman, M. A., & Sundaram, S. 2021. Citrus fruit as a potential source of phytochemical, antioxidant and pharmacological ingredients. *JSHE*, 2581, 8473.
- Ilyas, M. Y., Rasak, A., Ode Roni Setiawan, L., Bina Husada Kendari, P., & Artikel, R. 2024. Review Article: The Role of Cluster of Differentiation-8 (CD8) in The Immune System. *SINERGI: Jurnal Riset Ilmiah*, 1(2):70–79.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2025, 29 Mei. Diakses dari www.itis.gov, <https://doi.org/10.5066/F7KH0KKBK>.
- Isnaeni, R. N., & Sari, A. E. 2021. Pembuatan Minuman Teh Hitam (*Camellia sinensis*) dan Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Sebagai Minuman Fungsional Sumber Antioksidan pada Masa Pandemi COVID-19. *Jurnal Mitra Kesehatan*, 3(2):105–112.
- Isma'il bin 'Umar, Ibnu Katsir. 2000. Tafsir Al-Qur'an Al-'Azhim. Beirut: Dar al-Kutub al-'Ilmiyyah.
- Kurniawan, H., & Ropiqa, M. 2021. Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Daun Ekor Kucing (*Acalypha hispida* Burm.f.) Dengan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 3(2):52–65.
- Moraes-Pinto, M. I. de, Suano-Souza, F., & Aranda, C. S. 2021. Immune system: development and acquisition of immunological competence. *Jornal de Pediatria*, 97:59–66.
- Ntungwe N, E., Domínguez-Martín, E. M., Roberto, A., Tavares, J., Isca, V. M. S., Pereira, P., Cebola, M.-J., & Rijo, P. 2020. Artemia species: An Important Tool to Screen General Toxicity Samples. *Current Pharmaceutical Design*, 26(24):2892–2908.
- Prasetyawati, F. C., Mubarak, A. S., & Rahardja, B. S. 2024. Growth and Development of *Stadia Artemia salina* in Culture with Different

- Concentration of Bran Suspension. *Journal of Marine and Coastal Science*, 13(2):46–54.
- Putri, R. B., Nugrahaningsih, W. H., & Dewi, K. 2021. Uji Toksisitas Ekstrak Daun *Cassava* Terhadap Larva *Artemia salina* Leach dengan Metode *Brine Shrimp Lethality Test*. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 44(2):86–91.
- Rifaanudin, M. 2022. Manfaat Tumbuhan dalam Al Qur'an Bagi Kesehatan (Pendekatan Tafsir 'Ilmi). *Al Muhafidz: Jurnal Ilmu Al-Qur'an Dan Tafsir*, 2(1):87–100.
- Rafique, S., Syeda Mona, H., Shahzad Sharif, M., Syed Khurram, H., Nageena, S., Sumaira, P., Maryam, M., & Muhammad, F. 2020. Biological attributes of lemon: A review. *Journal of Addiction Medicine and Therapeutic Science*, 6(1):30–34.
- Saputri, G. A. R., Marcellia, S., & Saputri, L. E. 2023. Formulasi Masker Gel Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis* L.) Kombinasi Ekstrak Buah Lemon (*Citrus limon* L.BURM.FIL.) Sebagai Antioksidan. *Jurnal Ilmu Kesehatan Dan Kedokteran*, 10(2).
- Sarma, A., Bania, R., & Das, M. K. 2023. Green tea: Current trends and prospects in nutraceutical and pharmaceutical aspects. *Journal of Herbal Medicine*, 41.
- Sasmito, W. A., Wijayanti, A. D., Fitriana, I., & Sari, P. W. 2015. Pengujian toksisitas akut obat herbal pada mencit berdasarkan Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). *Jurnal Sain Veteriner*, 33(2).
- Singh, N., Sahjlan, P., & Yadav, S. S. 2024. Phytochemistry and anticancer therapeutics of *Camellia sinensis* (Green tea). *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*, 12, 100484.
- Syamsi, N., & Andilolo, A. 2019. Efek Antipiretik Ekstrak Jeruk Nipis (*Fructus citrus aurantifolium*) pada Mencit (*Mus musculus*). *Jurnal Kesehatan Tadulako*, 5(1):1–63.
- Tallei, T. E., Fatimawali, Niode, N. J., Idroes, R., Zidan, B. M. R. M., Mitra, S., Celik, I., Nainu, F., Ağagündüz, D., Emran, T. Bin, & Capasso, R. 2021. A Comprehensive Review of the Potential Use of Green Tea Polyphenols in the Management of COVID-19. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1.
- Tampungan, W. A., Simbala, H. I. E., De Queljoe, E., & Wullur, S. 2011. Uji Toksisitas Ekstrak Batang Pinang Yaki (*Areca vestiaria*) pada *Artemia salina* Leach. *Jurnal Bioslogos*, 1.
- Varadé, J., Magadán, S., & González-Fernández, Á. 2021. Human immunology and immunotherapy: main achievements and challenges. *Cellular and Molecular Immunology* 18(4):805–828.
- Walean, M., Melpin, R., Rondonuwu, M., & Pinontoan, K. F. 2021. Uji Toksisitas In Vitro Metode BSLT dan Toksisitas Akut Oral Ekstrak Etanol Kulit Batang Pakoba (*Syzygium luzonense* (Merr.) Merr.). *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(3):244–250.
- Wang, C., Han, J., Pu, Y., & Wang, X. 2022. Tea (*Camellia sinensis*): A Review of Nutritional Composition, Potential Applications, and Omics Research. *Applied Sciences*, 12(12).

- Zhao, T., Li, C., Wang, S., & Song, X. 2022. Green Tea (*Camellia sinensis*):A Review of Its Phytochemistry, Pharmacology, and Toxicology. *Molecules*, 27(12).
- Zuhaida, A., & Kurniawan, W. 2018. Deskripsi Saintifik Pengaruh Tanah pada Pertumbuhan Tanaman: Studi Terhadap QS. Al A'raf Ayat 58. *Thabiea : Journal of Natural Science Teaching*, 1(2):61–69.

LAMPIRAN



Lampiran 1. Perlengkapan alat-alat yang digunakan dalam penelitian.



Lampiran 2. Perlengkapan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.



Lampiran 3. Proses pengerjaan penelitian BSLT dengan *Artemia salina*.

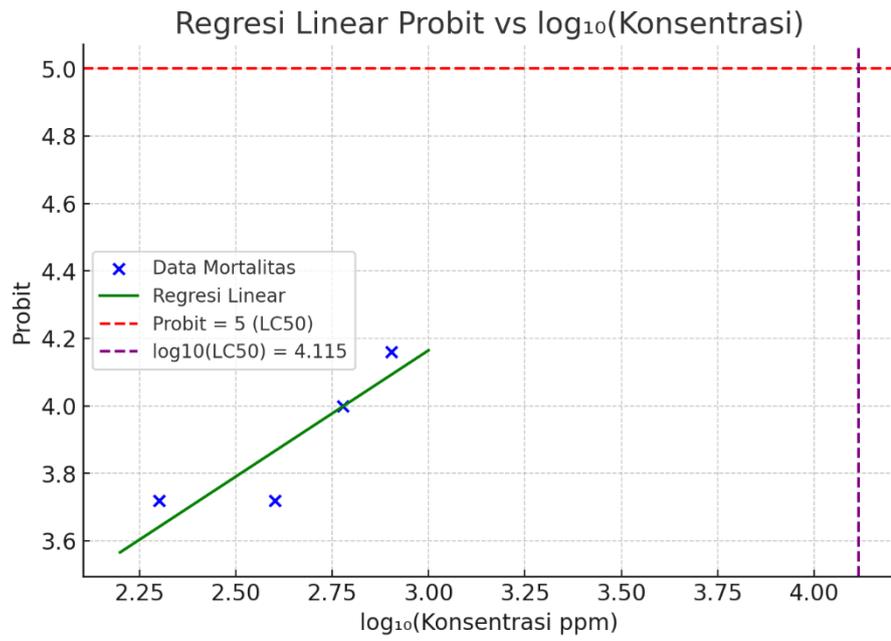
Konsentrasi (ppm)	% Mortalitas	Probit*	log ₁₀ (Konsentrasi)
0 (kontrol)	14,0	—	—
200	10,0	3,72	2,301
400	10,0	3,72	2,602
600	16,0	4,00	2,778
800	20,0	4,16	2,903

*Nilai probit diperoleh dari tabel konversi persentase mortalitas ke probit (misal: 10% ≈ 3.72, 16% ≈ 4.00, 20% ≈ 4.16).

Lampiran 4. Data uji mortalitas larva *Artemia salina*

<p>Model regresi linear: $Y = a + bX$ di mana: $Y =$ nilai Probit $X = \log_{10}$ (Konsentrasi)</p> <p>1. Penentuan Komponen Data:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>X (log ppm)</th> <th>Y (Probit)</th> <th>X²</th> <th>XY</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,301</td> <td>3,72</td> <td>5,295</td> <td>8,554</td> </tr> <tr> <td>2,602</td> <td>3,72</td> <td>6,772</td> <td>9,682</td> </tr> <tr> <td>2,778</td> <td>4,00</td> <td>7,719</td> <td>11,112</td> </tr> <tr> <td>2,903</td> <td>4,16</td> <td>8,428</td> <td>12,079</td> </tr> </tbody> </table> <p> $\Sigma X = 10,584$ $\Sigma Y = 15,60$ $\Sigma X^2 = 28,214$ $\Sigma XY = 41,427$ $n = 4$ </p>	X (log ppm)	Y (Probit)	X ²	XY	2,301	3,72	5,295	8,554	2,602	3,72	6,772	9,682	2,778	4,00	7,719	11,112	2,903	4,16	8,428	12,079	<p>2. Penentuan <i>Slope</i> (b) dan <i>Intercept</i> (a):</p> $b = \frac{(n\Sigma XY - \Sigma X\Sigma Y)}{(n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2)}$ $= \frac{(4 \times 41,427 - 10,584 \times 15,60)}{(4 \times 28,214 - 10,584^2)}$ $= \frac{(165,708 - 165,1104)}{(112,856 - 112,058)}$ $= 0,5976 / 0,798$ $\approx 0,749$ $a = \frac{(\Sigma Y - b\Sigma X)}{n}$ $= \frac{(15,60 - 0,749 \times 10,584)}{4}$ $= \frac{(15,60 - 7,929)}{4}$ $\approx 1,918$ <p>maka Persamaan Regresi didapatkan:</p> $\text{Probit} = 1,918 + 0,749 \times \log_{10} (\text{Konsentrasi})$ <p>3. Perhitungan LC₅₀:</p> $5.0 = 1,918 + 0,749 \times \log_{10}(\text{LC}_{50})$ $\Rightarrow \log_{10}(\text{LC}_{50}) = (5.0 - 1,918) / 0,749$ $\Rightarrow \log_{10}(\text{LC}_{50}) \approx 4,116$ $\text{LC}_{50} = 10^{4.116} \approx 13.070 \text{ ppm}$
X (log ppm)	Y (Probit)	X ²	XY																		
2,301	3,72	5,295	8,554																		
2,602	3,72	6,772	9,682																		
2,778	4,00	7,719	11,112																		
2,903	4,16	8,428	12,079																		

Lampiran 5. Perhitungan regresi linear dan LC₅₀ (Probit = 5.0)



LC50 ≈ 13026 ppm

Lampiran 6. Regresi linear probit vs log₁₀ (Konsentrasi)



JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 19620051
Nama : NAJA MAZIYATUL IZZA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : RURI SITI RESMISARI,M.Si
Dosen Pembimbing 2 : Dr. EKO BUDI MINARNO,M.Pd
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : tumbuhan

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	16 Oktober 2024	RURI SITI RESMISARI,M.Si	Konsultasi Revisi Judul Skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
2	18 Oktober 2024	RURI SITI RESMISARI,M.Si	Bimbingan Awal untuk BAB 1 dan BAB 2	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
3	21 Oktober 2024	RURI SITI RESMISARI,M.Si	Bimbingan BAB 1	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
4	24 Oktober 2024	RURI SITI RESMISARI,M.Si	Bimbingan BAB 2	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
5	28 Oktober 2024	RURI SITI RESMISARI,M.Si	Bimbingan BAB 3	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
6	02 November 2024	RURI SITI RESMISARI,M.Si	Bimbingan Hasil Revisi BAB 1 dan BAB 2	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
7	05 November 2024	RURI SITI RESMISARI,M.Si	Bimbingan Hasil Revisi Bab 3	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
8	07 November 2024	Dr. EKO BUDI MINARNO,M.Pd	Bimbingan Integrasi Al-Qur'an	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
9	29 Mei 2025	RURI SITI RESMISARI,M.Si	Bimbingan serta Revisi Bab 4 dan Bab 5	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
10	04 Juni 2025	Dr. EKO BUDI MINARNO,M.Pd	Bimbingan Integrasi Al-Qur'an ke-2	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

Dr. EKO BUDI MINARNO,M.Pd

Malang, _____

Dosen Pembimbing 1

RURI SITI RESMISARI,M.Si





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 Skripsi

Nama : Naja Maziyatul Izza
NIM : 19620051
Judul : Uji Toksisitas Ekstrak Kombinasi Lemon (*Citrus Limon*) dan Teh Hijau (*Camellia Sinensis*) dengan Menggunakan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT)

No	Tim Cek Plagiasi	Tgl Cek	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc			
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc			
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	3 Juli 2025	217	
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc			
5	Maharani Retna Duhita.Ph.D			

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi,

Prof. Dr. Evika Sandi Savitri SP., MP.
NIP. 19741018 2003122002