BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Nyamuk adalah satu di antara penghubung utama dalam berbagai penyakit menular di seluruh dunia. Berdasarkan informasi dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), nyamuk bertanggung jawab atas jutaan kematian setiap tahun disebabkan oleh beberapa penyakit yang tersebar melalui vektor sudah ada di antaranya malaria, filariasis, demam berdarah dengue (DBD), dan ensefalitis (1). Nyamuk yang sudah dewasa mampu terbang sejauh lebih dari 32 kilometer dari tempat mereka berasal. Mereka dapat menyebar dengan cara yang tidak aktif, seperti melalui hembusan angin atau transportasi (2).

Saat ini, perubahan iklim global telah memperparah penyebaran penyakit berbasis vektor. Pemanasan global yang parah telah terjadi di luar negeri, khususnya di area yang mendukung penyebaran penyakit yang dibawa oleh nyamuk dengan sangat cepat. Kondisi cuaca yang buruk membuat penyebarannya melampaui batas waktu musim hujan. Hal ini berarti bahwa nyamuk dapat bereproduksi dengan sangat cepat (3).

Satu di antara spesies nyamuk yang perlu diperhatikan yaitu *Culex sp*. Nyamuk ini juga dianggap sebagai Aedes aegypti, yang merupakan penyebar virus dengue. Selain itu, *Culex* juga berkontribusi terhadap penyebaran filariasis dan ensefalitis Jepang. Menurut informasi mengenai spesies ini, terdapat 100 juta orang yang tinggal di wilayah dengan risiko tinggi terjangkit filariasis (4). Pada tahun 2016, kira-kira 102. 279. 739 individu di Indonesia berada di wilayah yang berisiko tertular filariasis. Angka mikrofilariasis tercatat sebesar 4,7% pada tahun 2015. Apabila penyebaran penyakit ini tidak teratasi di wilayah endemis, jumlah filariasis diperkirakan akan melonjak dari 13. 032 menjadi 4. 807. 148 (5).

Berdasarkan data yang dihimpun dari berbagai sumber resmi, wilayah Sulawesi khususnya Provinsi Sulawesi Selatas masih memiliki tingkat risiko penularan filariasis yang cukup signifikan. Pada tahun 2016, tercatat sebanyak 99 kasus klinis filariasis tersebar di 16 kabupaten/kota di Sulawesi Selatan, dengan rincian terbanyak berada di Kabupaten Luwu Timur (40 kasus), disusul oleh Pangkajene dan Kepulauan (20 kasus) serta Enrekang (8 kasus). Angka kesakitan filariasis di provinsi tercatan sebesar 1,15 per 100.000 penduduk (6).

Selain itu, Kabupaten Pangkep, terutama wilayah kepulauan seperti Pulau Doang-Doangan Caddi dan Bangko-Bangkoan, juga pernah dilaporkan sebagai wilayah endemis filariasis. Pada tahun 2012, survei yang dilalkukan menunjukkan adanya 86 warga positif filariasis dan 71 kasus lainnya pada pemeriksaan lanjutan (7).

Tak hanya itu, menurut data dalam makalah akademik yang mengacu padda laporan Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan, Kabupaten Pinrang juga pernah tercatat sebagai wilayah dengan kasus 2 penderita filariasis kronis, meskipun jumlahnya tidak sebanyak kabupaten lain. Fakta ini menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah Sulawesi Selatan pernah terpapar penularan filariasis.

Tak hanya itu, menurut data dalam makalah akademik yang mengacu pada laporan Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan, Kabupaten Pinrang juga pernah tercatat sebagai wilayah dengan kasus 2 penderita filariasis kronis, meskipun jumlahnya tidak sebanyak kabupaten lain. Fakta ini menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah Sulawesi Selatan pernah terpapar penularan filariasis.

Dengan masih banyaknya ditemukan kasus filariasis diberbagai kabupaten di Sulawesi Selatan, penting untuk melakukan upaya pengendalian vektor nyamuk *Culex sp* yang berperan sebagai penular penyakit ini.

Upaya pengendalian nyamuk selama ini banyak bergantung pada penggunaan insektisida sintetik. Penggunaan bahan kimia ini memang efektif dan praktis, namun menimbulkan dampak negatif seperti pencemaran lingkungan, resistensi vektor terhadap insektisida dan risiko terhadap kesehatan manusia serta ekosistem (8).

Karena itu, dibutuhkan metode pengendalian yang lebih ekologis. Salah satu pilihan yang sedang diusahakan saat ini adalah pemanfaatan insektisida dari sumber tanaman. Tanaman (*Cymbopogon Citratus*) diketahui memiliki potensi sebagai larvasida alami. Minyak esensial yang terdapat dalam serai mengandung zat-zat aktif seperti citral, geraniol, dan citronellol, yang memiliki karakteristik sebagai insektisida dan antimikroba. Selain itu, flavonoid, tanin dan saponin dalam serai juga berperan menghambat pertumbuhan dan metabolisme serangga (9).

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan efektifitas ekstrak serai dalam menghambat perkembangan larva nyamuk *Aedes aegypti* dan *Culec sp*, namun variasi

efektivitas berdasarkan konsentrasi ekstrak masih perlu diteliti lebih lanjut untuk mendapatkan formulasi yang optimal (10).

Setelah proses ekstraksi, ekstrak batang serai (*Cymbopogon citratus*) memiliki peluang besar untuk ditingkatkan menjadi berbagai bentuk produk pengendalian vektor yang aplikatif dan ramah lingkungan. Salah satu bentuk yang paling umum adalah granul larvasida, yang berfungsi seperti abate namun berasal dari bahan nabati. Penelitian oleh Regalado et al, menunjukkan bahwa formulasi granul berbahan dasar minyak atsiri serai dapur terbukti berhasil sebagai pengendali larva untuk larva instar III dari nyamuk Aedes aegypti yang menjadikannya sebagai alternatif abate kimia yang lebih aman bagi lingkungan.

Selain dalam bentuk granul, ekstrak serai juga dapat diformulasikan menjadi cairan semprot (spray) yang praktis untuk diaplikasikan langsung ke tempat perindukan nyamuk seperti genangan air. Inovasi produk spray berbahan dasar serai ini telah diimplementasikan dalam kegiatan pelatihan dan pengabdian masyarakat untuk pencegahan demam berdarah dan terbukti efektif serta mudah dibuat oleh masyarakat umum (11).

Lebih lanjut, ekstrak serai juga dapat diolah memnjadi lotion anti nyamuk, sebuah sediaan topikal memiliki manfaat sebagai repelan alami. Studi yang dilakukan oleh Siskayanti, dkk (2021), menunjukkan bahwa lotion yang diformulasikan dengan minyak atsiri serai mampu menurunkan jumlah gigitan nyamuk secara signifikan dan aman digunakan di kulit manusia (12).

Tidak hanya itu, produk lain yang juga memiliki potensi besar adalah lilin aromaterapi pengusir nyamuk. Lilin ini memanfaatkan efek volatil dari minyak atsiri serai yang mengandung sitral dan citronellol, senyawa yang diketahui efektif mengusir nyamuk secara alami. Produk ini tidak hanya berfungsi sebagai pengendali vektor tetapi juga menciptakan suasana nyaman dengan aroma khas yang menenangkan (13).

Berbagai bentuk olahan ekstrak batang serai ini menunjukkan bahwa penelitian tidak hanya berhenti pada tahap laboratorium, tetapi dapat diimplementasikan dalam bentuk produk siap pakai yang efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan. Pengembangan formulasi seperti ini juga mendukung pendekatan pengendalian vektor terpadu (integrated vector management) yang mengedepankan keberlanjutan dan keamanan lingkungan (14).

Berdasarkan hal-hal yang sudah dibahas, penelitian ini dimaksud untuk meneliti dampak dari daya kerja ekstrak batang serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap kematian larva nyamuk

Culex sp. dengan konsentrasi bervariasi. Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa membantu dalam menciptakan cara mengendalikan vektor penyakit yang tidak berbahaya, bekerja dengan baik, dan bersifat ekologis.

B. Rumusan Masalah

1. Apakah ekstrak batang serai (*Cymbopogon citratus*) memiliki aktivitas larvasida terhadap larva nyamuk *Culex sp*?
2. Berapa konsentrasi efektif ekstrak batang serai (*Cymbopogon citratus*) yang dapat menyebabkan mortalitas larva nyamuk *Culx sp*?
3. Pengaruh ekstrak batang serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap mortalitas nyamuk?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui aktivitas larvasida ekstrak batang serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap larva nyamuk *Culex sp*.
2. Menentukan konsentrasi efektif ekstrak batang serai (*Cymbopogon citratus*) yang mampu menyebabkan mortalitas pada larva nyamuk *Culex sp*.
3. Mengetahui pengaruh ekstrak batang serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap mortalitas nyamuk *Culex sp*.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

   Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan potensi ekstrak serai (Cymbopogon citratus) sebagai repelan alami yang efektif dan ramah lingkungan, sehingga dapat menjadi sumber informasi ilmiah baru.

2. Manfaat Praktis

   Temuan penelitian ini dapat menjadi referensi dalam menyusun produk pengendali vektor yang menggunakan bahan alami, sehingga lebih bersahabat dengan lingkungan serta lebih terjamin keamanannya bagi kesehatan manusia.

3. Manfaat Aplikatif

   Penelitian ini ditujukan untuk memberikan pilihan solusi dalam pengendalian vektor nyamuk, sehingga dapat berperan dalam mengurangi kemungkinan penularan penyakit yang dibawa oleh *Culex sp*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Serai (*Cymbopogon Citratus*)

1. Klasifikasi

Serai merupakan tanaman yang selalu dipakai sebagai bahan masakan di dapur oleh orang-orang disekitar. Tanaman ini menambah wangi unik pada makanan, sehingga membuatnya lebih enak. Selain perannya sebagai bumbu masakan, serai juga memiliki khasiat lain yang masih jarang dipahami oleh banyak orang, yaitu kemampuannya untuk mengusir nyamuk (15).

Serai diduga datang dari daerah Asia Tenggara atau Sri Lanka. Dalam Sri Lanka, pohon ini dapat tumbuh dengan alami, namun secara dasarnya serai bisa dibudidayakan di tanah jenis apa pun selama berada di daerah tropis dengan tingkat kelembaban tinggi, cahaya matahari yang memadai, serta curah hujan relatif besar (16).

Tanaman serai memiliki beberapa nama lokal di Indonesia. Di Aceh masyarakat menamainya sebagai sere mongthii, tetapi di Jawa disebut nama sere. Di komunitas Batak mereka menamainya sangge-sangge, di Makassar disebut sebutan serai batawi, di Lampung disebut nama sarae, tetapi di region Sunda lebih umum disebut dengan sebutan sereh (17).

Klasifikasi tanaman serai secara lengkap dapat dilihat berikut ini (18):

Kingdom	: *Plantae*
Sub Kingdom	: *Viridiplantae*
Infra Kingdom	: *Striptophyta*
Super Devisi	: *Embryophyta*
Devisi	: *Tracheophytina*
Sub Devisi	: *Spermatophytina*
Kelas	: *Magnoliopsida*
Super Ordo	: *Lilianae*
Ordo	: *Poales*
Famili	: *Poaceae*
Genus	: *Cymbopogon*
Species	: *Cymbopogon Citratus, Cymbopogon Nardus*

2. Morfologi



Gambar 2. 1 Morfologi Sereh (Cymbopogon citratus)

(Sumber : Socfindo Conservation)

Serai (*Cymbopogon Citratus*) merupakan tanaman ini memiliki sistem perakaran berupa akar serabut yang berukuran besar dengan rimpang yang pendek. Batangnya tumbuh dalam bentuk bergerombol, memiliki umbi dan bersifat lunak. Struktur batangnya berongga sehingga terasa kaku, tetapi cenderung mudah patah jika diberi tekanan. Daunnya berwarna hijau cerah hingga tua, tidak memiliki tangkai dan tumbuh dengan ukuran panjang hingga 70-80 cm serta lebarnya berkisar antara 2 sampai 5 cm. Bentuk daunnya tunggal dengan tepi yang kasar dan tajam, memberikan perlindungan alami terhadap gangguan luar. Tulang daun tersusun sejajar, memberikan kekuatan pada struktur daunnya. Permukaan daun, baik sisi atas maupun bawah, dilapisi dengan bulu-bulu halus yang berperan sebagai perlindungan tambahan.. Jika daun ini diremas, akan tercium aroma khas yang kuat, menandakan kandungan senyawa alaminya. Aromanya inilah yang sering menjadi ciri identifikasi utama tanaman ini (19).

3. Kandungan dan Manfaat Serai

Serai (*Cymbopogon Citratus*), yang termasuk kedalam keluarga *Poaceae* adalah tanaman yang tumbuh subur di iklim tropis dengan ciri khas aroma lemon yang kuat. Selain digunakan sebagai bumbu masakan, serai juga memiliki banyak manfaat kesehatan berkat kandungan senyawa kimianya yang beragam. Berikut adalah kandungan dan manfaat yang terkandung dalam serai :

Kandungan kimia dalam serai

1) Minyak Atsiri

Minyak atsiri adalah salah satu komponen utama dalam serai yang memberikan aroma khas dan manfaat kesehatan. Komponen utama minyak atsiri dalam serai meliputi :

a. Sitral : Bersifat antioksidan, anti mikroba dan anti-inflamasi. Sitral terbukti efektif melawan mikroorganisme dan membantu mengurangi peradangan.
b. Geraniol dan Citronellol : Digunakan dalam kosmetik karena sifat antiseptiknya (20).
c. Limonene : Berfungsi melawan radikal bebas, mengurangi kerusakan sel akibat stres oksidatif (21). Minyak atsiri dalam serai juga efektif sebagai insektisida alami untuk mengendalikan nyamuk (22).

2) Flavonoid

Flavonoid adalah senyawa polifenol yang ditemukan pada tumbuhan dan biasa dikonsumsi dalam makanan. Flavonoid memiliki kemampuan untuk menghentikan pertumbuhan bakteri, jamur dan virus. Fenol yang sering dikenal dengan asam karbolat merupakan alkohol yang bersifat asam. Protein dapat terdenaturasi oleh fenol dan flavonoid dapat mencegah pembentukan dinding sel karena bersifat lipofilik (23).

3) Saponin

Saponin adalah zat yang memiliki kemampuan membunuh mikroba dan bisa membuat sistem pertahanan tubuh lebih kuat. Selain itu, saponin juga mengemban fungsi antioksidan yang berperan menentu dalam menghambat kerusakan sel tubuh yang disebabkan oleh paparan radikal bebas (23).

4) Polifenol

Asam ferulat yang termasuk golongan polifenol diketahui memperlihatkan aktivitas biologis menentu, yaitu melindungi tubuh dari kerusakan yang terjadi sebagai akibat paparan radikal bebas dan berfungsi dalam menurunkan tingkat peradangan (21).

5) Vitamin dan Mineral

Serai merupakan sumber nutrisi yang relatif lengkap karena kaya akan berbagai vitamin, seperti A, C, dan B kompleks, serta mineral esensial antara lain kalium

dan magnesium. Kombinasi ini mendukung kesehatan jantung, meningkatkan kekebalan tubuh dan membantu metabolisme tubuh energi (22).

Manfaat serai bagi kesehatan

1) Sifat Antioksidan

   Kandungan antioksidan dalam serai, seperti sitral dan flavonoid berperan dalam menangkal radikal bebas yang berpotensi memicu berbagai penyakit kronis, termasuk kanker dan diabetes. Menurut sebuah penelitian, ekstrak etanol serai menunjukkan aktivitas antioksidan yang signifikan yang membuatnya efektif dalam melindungi sel dari kerusakan (24).

2) Efek Antimikroba dan Anti Jamur

   Minyak atsiri serai memiliki kemampuan antimikroba yang kuat. Hasil dari sebuah penelitian menunjukkan bahwa minyak serai memiliki potensi menjadi agen antibakteri yang sangat efektif dalam menghambat *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, serta beberapa jenis jamur seperti *Candida albicans*. Karena itu, serai sering digunakan dalam produk perawatan kulit untuk mencegah infeksi (25).

3) Mengurangi Peradangan (Anti-Inflamasi)

   Serai memiliki zat anti-peradangan seperti asam sitral dan ferulat yang bisa mengurangi gejala peradangan. Karena itu, serai berguna untuk membantu memperbaiki kondisi seperti artritis dan penyakit jantung (26).

4) Meningkatkan Kesehatan Jantung

   Kalium dalam serai membantu mengatur tekanan darah melalui mekanisme pelebaran pembuluh darah dan memperbaiki aliran darah. Selain itu, kandungan flavonoid dalam serai mampu membantu menekan kadar kolesterol LDL yang berbahaya bagi kesehatan (27).

5) Membantu Sistem Pencernaan

   Serai sering digunakan dalam cara pengobatan tradisional untuk membantu mengatasi gangguan pencernaan seperti perut melilit, tinja encer, dan nyeri perut. Saponin dan polifenol dalam serai membantu melancarkan pencernaan dan mengurangi risiko infeksi saluran pencernaan.

6) Mengatur Kadar Gula Darah

Penelitian menunjukkan bahwa serai mungkin bisa membantu mengurangi kadar gula darah, sehingga berguna untuk mengelola penyakit diabetes. Senyawa citral yang ada di dalam serai berperan dengan cara meningkatkan kemampuan tubuh menangkap insulin serta mengurangi jumlah glukosa yang dihasilkan oleh hati.

7) Meningkatkan Kesehatan Kulit

   Kandungan antioksidan, antimikroba dan astringen dalam serai membuatnya sering digunakan dalam produk kecantikan. Serai membantu menyempitkan pori-pori wajah, mengurangi produksi minyak berlebih, dan mencegah terbentuknya jerawat.

8) Efek Relaksasi dan Aromaterapi

   Aroma khas serai yang menenangkan sering dimanfaatkan dalam aromaterapi untuk mengurangi stres, kecemasan dan insomnia.

9) Meningkatkan Sistem Kekebalan Tubuh

   Kombinasi flavonoid, vitamin C dan saponin dalam serai berfungsi berfungsi meningkatkan sistem pertahanan tubuh, sehingga lebih efektif melawan bakteri penyebab infeksi dan virus dengan lebih efektif.

10) Sebagai Insektisida Alami

    Minyak atsiri serai yang kaya akan sitral dan sitronelal, efektif mengusir serangga seperti nyamuk dan lalat (28).

4. Mekanisme Kerja Kandungan Serai Dalam Mematikan Nyamuk

Drtfgyhu

Minyak serai memiliki komponen utama seperti sitronelal, sitronelol, dan geraniol, yang berperan penting dalam mematikan nyamuk. Senyawa sitronela sangat efektif membunuh nyamuk karena memiliki sifat racun kontak yang menyebabkan serangga kehilangan cairan tubuh (29).

Sari batang dapur serai dikenal berkandungan beberapa senyawa bioaktif, yaitu flavonoid, saponin, dan tanin. Senyawa-senyawa itu memiliki ciri toksik terhadap serangga sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agen alami dalam menolak maupun memusnahkan adanya serangga. Flavonoid menghambat mitokondria dalam sel

nyamuk, menggangu respirasi sel dan produksi energi (ATP) sehingga menyebabkan gangguan pernafasan pada nyamuk (30).

Ekstrak serai memiliki efek dalam menyebabkan kematian larva nyamuk Culex dan memiliki potensi digunakan sebagai agen biolarvasida. Efek toksik dari larvasida alami menyebabkan gerakan larva melambat, menggantung dan akhirnya mati karena kehabisan energi. Senyawa aktif dalam serai seperti sitronelal dan geraniol bertanggung jawab atas efek ini (2).

B. Nyamuk *Culex sp*

1. Klasifikasi

Nyamuk jenis *Culex* termasuk dalam kelompok serangga yang bisa menyebarkan penyakit. Kelompok nyamuk *Culex* adalah vektor potensial untuk menyebarkan sejumlah penyakit, termasuk arbovirus, filariasis yang mengakibatkan kaki gajah, dan malaria pada burung. Hadirnya nyamuk ini relatif mudah dijumpai di sekitar tempat tinggal manusia. Berbagai jenis nyamuk Culex telah dikenal sebagai vektor penyakit signifikan, tidak hanya menyerang hewan tetapi juga berpotensi menular ke manusia melalui tahap gigitannya (31).

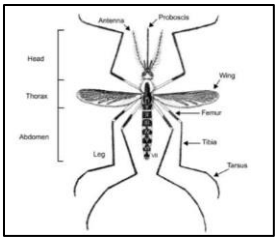
Culex adalah genus nyamuk yang paling banyak tersebar luas di dunia dan spesiesnya ditemukan disetiap benua kecuali Antartika. Mereka berasal dari Afrika, Asia dan Eropa dan telah diperkenalkan penyakit, termasuk virus West Nile, ensefalitis St. Louis dan malaria burung (32).

Berikut ini klasifikasi lengkap dari nyamuk Culex :

Kingdom : *Animalia*
Phylum : *Arthropoda*
Class : *Insecta*
Order : *Diptera*
Family : *Culicidae*
Subfamily : *Culicinae*
Genus : *Culex*
Species : *Culex quiquefasciatus*

2. Morfologi





Gambar 2. 2 Nyamuk Culex sp

(Sumber : pngtree.com)

Kelompok nyamuk dari genus *Culex* merupakan spesies yang umum ditemukan di berbagai daerah di dunia. Nyamuk ini memiliki peran penting sebagai vektor beberapa penyakit menular, termasuk filariasis dan virus *West Nile*. Berikut adalah ciri-ciri morfologi nyamuk *Culex* :

a. Kepala (Caput)

   Antenna : Berjumlah dua, berbulu dan berfungsi sebagai organ sensor. Perbedaan morfologi antara nyamuk jantan dan betina terlihat pada bagian antena; jantan memiliki antena berbulu lebat, sedangkan betina memiliki bulu antena yang pendek.

   Proboscis : Belalai adalah bagian tubuh yang panjang dan berbentuk silinder yang digunakan untuk menyayat kulit dan menghisap cairan. Jika pada nyamuk betina belalai berperan dalam mengisap darah, maka pada nyamuk jantan digunakan untuk mengisap nektar atau cairan manis yang lain.

b. Toraks (Dada)

   Leg (Kaki)

   Terdiri dari segmen utama :

   Femur : segmen pertama yang besar dan panjang.

   Tibia : segmen kedua yang lebih ramping dan panjang.

   Tarsus : segmen terakhir yang terdiri dari beberapa ruas kecil dan berfungsi untuk menempel pada permukaan.

   Wing (Sayap) : Memiliki sepasang sayap transparan dengan urat-urat halus yang tidak memiliki bercak khas. Sayap ini digunakan untuk terbang dengan kecepatan rendah dan bersuara dengungan khas.

c. Abdomen (Perut)

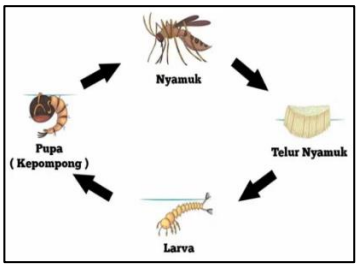
Bentuk : Panjang, ramping dan terdiri dari beberapa segmen.

Fungsi : Pada nyamuk betina, abdomen berfungsi sebagai tempat penyimpanan darah yang dihisap sedangkan pada jantan, untuk menyimpan cairan makanan seperti nektar.

Ujung Abdomen : Pada betina berbentuk tumpul sedangkan pada jantan lebih meruncing.

Nyamuk Culex berbadan cokelat, belalainya gelap dengan sisik yang agak pucat, skutumnya cokelat, dan sisiknya berwarna keemasan dengan nuansa perak. Sayapnya berwarna gelap, kaki belakangnya memiliki bagian femur yang pucat, dan seluruh permukaan kakinya berwarna gelap, kecuali pada sendi-sendi kakinya (33).

3. Siklus Hidup Nyamuk *Culex sp*



Gambar 2. 3 Siklus Hidup Nyamuk Culex

(Sumber : faraya.co.id)

Siklus hidup nyamuk Culex memakan waktu sekitar 7 sampai 10 hari, mulai dari telur hingga nyamuk dewasa (34). Secara makroskopis, larva *Culex sp.* memiliki ciri khas berupa siphon (corong udara) di bagian ekor yang membentuk sudut 40° saat larva berada dalam posisi istirahat di permukaan air. Sementara itu, secara mikroskopis larva ini memiliki ciri-ciri seperti duri-duri panjang yang menunjukkan lengkungan di sisi toraks, dengan adanya sepasang rambut pada bagian atas kepala serta corong udara di segmen terakhir. Selain itu, ada 8 hingga 12 sisik sisir, pektin dan sepasang tonjolan seperti rambut pada trakea di setiap sisi segmen perut kedelapan (35).

Tahapan-tahapan perkembangan nyamuk Culex berlangsung dengan siklus hidup yang sempurna, yang dimulai dari fase telur, larva, pupa, dan hingga dewasa atau imago dengan penjelasan sebagai berikut:

1) Telur



Gambar 2. 4 Telur Culex sp

(Sumber : ub.ac.id)

Siklus hidup nyamuk *Culex* dimulai dari tahap telur. Setelah beberapa hari menghisap darah, nyamuk betina akan meletakkan telurnya satu per satu yang kemudia akan tersusun membentuk rakitan. Setiap rakitan terdiri dari 100 hingga 300 telur dan biasanya ditemukan di permukaan air yang tenang atau tergenang, seperti kolam hias, parit, rawa, anak sungai dan sejenisnya. Telur nyamuk *Culex* berbentuk memanjang menyerupai kerucut denga ukuran lebar sekitar 0,117 mm dan panjang sekitar 0,5 mm. Warnanya transparan kekuningan dengan sedikit kehitaman yang berubah menjadi hitam saat membentuk rakitan (36).

2) Larva



Gambar 2. 5 Larva Culex sp

(Sumber : lifeinfreshwater.net)

Larva Culex memiliki posisi tubuh yang terbalik, dengan kepala mengarah ke bawah. Larva Culex memiliki alat bernapas berupa sifon di atas permukaan air untuk menyerap udara. Larva Culex mengalami empat tahap perubahan kulit (instar) selama pertumbuhannya. Pada instar pertama,

ukurannya sekitar 1–1,5 mm, pada instar kedua berkisar 1,5–3 mm, pada instar ketiga sekitar 3–5 mm, dan pada instar terakhir kira-kira 3,5–7 mm. (36).

3) Pupa

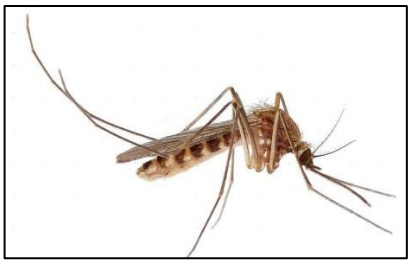


Gambar 2. 6 Mosquito Pupa (Culex Sp)

(Sumber : lifeinfreshwater.net)

Pupa nyamuk *Culex* memiliki bentuk melengkung dengan kepala yang besar serta sirip di ujung tubuhnya yang berfungsi untuk berenang. Pada tahap ini, pupa tidak makan dan tidak memiliki mulut eksternal. Selain itu, antena yang panjang mulai terlihat menonjol dari kulitnya (36).

4) Nyamuk Dewasa



Gambar 2. 7 Nyamuk Culex Dewasa

(sumber : insekta.co.id)

Pupa berlangsung lebih kurang dua hingga tiga hari untuk bermetamorfosis menjadi nyamuk Culex dewasa bersayap. Nyamuk dewasa ini memiliki kemampuan terbang yang terbatas dengan jarak yang relatif pendek, yaitu sekitar 3,2 km dari tempat asalnya. Rentang hidup nyamuk *Culex* dewasa berkisar antara 18 hingga 23 hari, tergantung pada kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan serta ketersediaan sumber makanan. Selama masa hidupnya, nyamuk betina umumnya aktif mencari darah sebagai sumber protein untuk

menghasilkan telur, sementara nyamuk jantan hanya memakan nektar sebagai sumber energinya (36).

4. Perbedaan Larva Nyamuk *Culex sp* dengan Jenis Nyamuk Lainnya

Gjhk

Larva nyamuk dari berbagai genus memiliki ciri khas masing-masing yang dapat dikenali secara morfologi maupun perilaku saat berada di permukaan air :

1) Larva *Culex*
    a. Memiliki siphon (alat bantu nafas) panjang di bagian posterior dan berada miring membentuk sudut ± 45^{o} terhadap permukaan air.
    b. Berwarna pucat dengan gerakan lambat dan lebih sering berada di dasar air.
    c. Bernafas menggunakan siphon sehingga terlihat menggantung di permukaan air.
2) Larva *Aedes aegypti*
    a. Siphon lebih pendek dan larva berada tegak lurus (vertikal) saat di permukaan air.
    b. Lebih aktif bergerak, sering naik-turun ke permukaan dan mudah terganggu oleh cahaya atau getaran.
    c. Mereka umumnya tinggal di sumber air yang bersih, seperti kolam mandi, pot bunga, dan tempat penyimpanan air di rumah
3) Larva *Anopheles*
    a. Tidak memiliki siphon sehingga bernafas langsung melalui spirakel di bagian abdomen.
    b. Berbaring horizontal sejajar dengan permukaan air.
    c. Biasanya ditemukan di perairan yang lebih bersih seperti rawa atau kolam tenang

C. Larvasida

Penggunaan zat yang berfungsi untuk membunuh larva nyamuk dikenal sebagai larvasida. Saat ini, masyarakat umumnya menggunakan abate sebagai larvasida. Namun, dalam upaya pengendalian vektor, penting untuk melakukan pemantauan dan memperhatikan tingkat resistensi larva terhadap larvasida tersebut. Abate mengandung zat kimia yang jika

digunakan terus-menerus bisa merusak lingkungan dan mengganggu keseimbangan alam. Hal ini disebabkan oleh sifat bahan kimia dalam abate yang sulit terurai sehingga dapat menyebabkan resistensi seiring waktu (37).

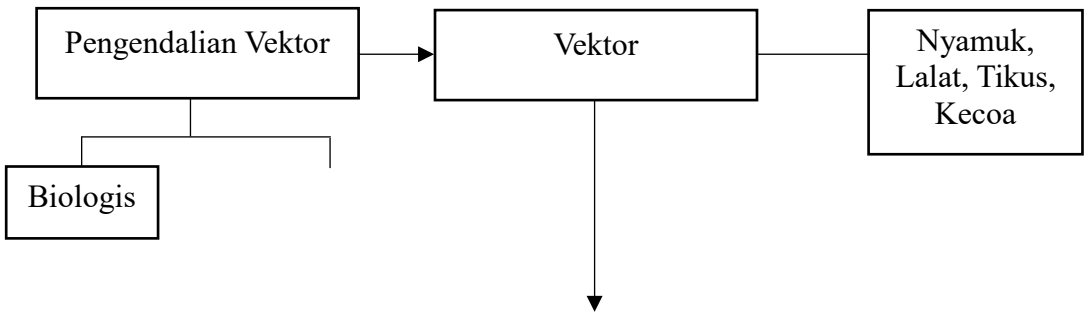
Efek buruk dari larvasida kimia mendorong banyak penelitian tentang kemampuan tanaman sebagai larvasida alami. Komponen tanaman seperti bunga, biji, daun, akar, batang, maupun kulit kayu, telah banyak diteliti potensi penggunaannya sebagai larvasida alami pengganti larvasida kimia. Untuk memperoleh bahan aktif, para peneliti menggunakan berbagai metode ekstraksi. Larvasida berbasis tanaman kini dianggap lebih aman karena mengandung zat organik yang mudah terurai secara alami. Beberapa zat aktif yang terdapat dalam larvasida alami meliputi flavonoid, tanin, saponin, dan terpenoid (38).

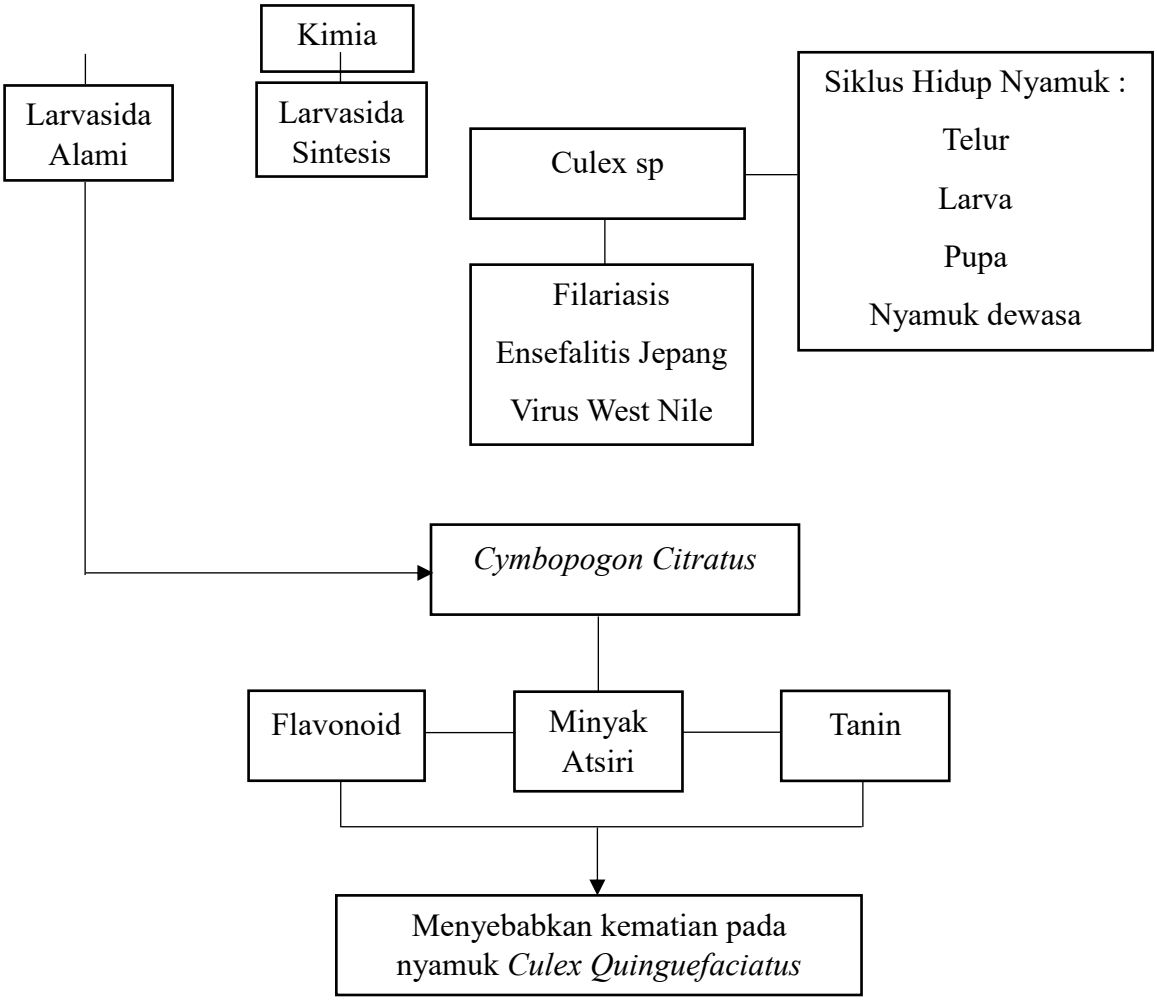
Beberapa jenis metabolit sekunder, seperti alkaloid, saponin, proxeronin, dan asam oktanoat, terbukti berperan dalam membunuh larva nyamuk Culex. Di antara senyawa tersebut, alkaloid, terpenoid, dan proxeronin memiliki efek racun yang dapat merusak sistem saraf larva. Rusaknya sistem saraf ini mengganggu perkembangan larva hingga menjadi pupa. Dengan cara kerja ini, senyawa-senyawa tersebut menawarkan potensi besar untuk digunakan sebagai alternatif dalam pengendalian populasi nyamuk secara lebih ramah lingkungan (39).

Larvasida dikelompokkan secara dasar ke dalam dua jenis, yaitu insektisida sintetik dan insektisida alami nabati. Insektisida sintetik sering dipilih karena harganya yang relatif terjangkau, serta penggunaannya yang efektif, sederhana dan praktis. Pemakaian berlebihan insektisida sintetik ditempatkan untuk dapat menyebabkan efek negatif terutama penghancuran ekosistem, kematian hewan non-target, serta penyebab peningkatan resistensi larva nyamuk terhadap bahan kimia tersebut. Mengingat potensi resistensi dan dampak buruk tersebut, insektisida nabati menjadi alternatif yang lebih aman untuk digunakan. Sedianya insektisida nabati di Indonesia dipandang sangat potensial karena negara ini memiliki kekayaan hayati yang melimpah dan beragam (40)

D. Kerangka Teori

Adapun kerangka teori yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



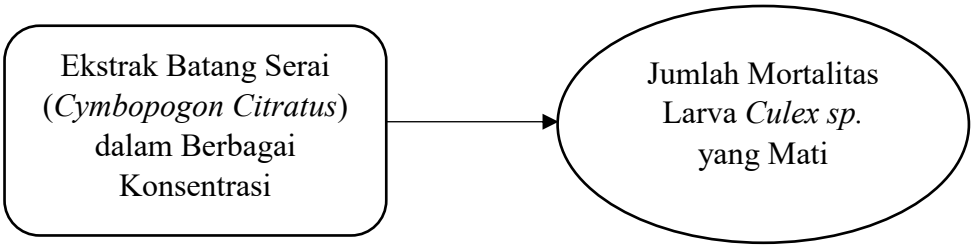


Gambar 2. 8 Kerangka Teori

(Sumber : Dzakwan Cedri Ketierteu, 2022)

E. Kerangka Konsep

Adapun kerangka teori yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

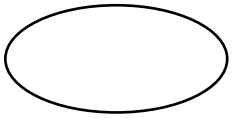


Gambar 2. 9 Kerangka Konsep

(Sumber : Dzakwan Cedri Ketierteu, 2022)

Keterangan :

 : Variabel Bebas

 : Variabel Terikat

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Penelitian ini dibuat agar bisa mengukur dampak dari tingkat konsentrasi ekstrak serai (*Cymbopogon Citratus*) pada mortalitas larva nyamuk *Culex sp* melalui penghitungan angka kematian larva setelah waktu tertentu. Desain penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), perlakuan yang dianalisis meliputi berbagai tingkat konsentrasi. Setiap tingkat konsentrasi diuji ulang sebanyak tiga kali (41).

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2025. Ekstrak serai (*Cymbopogon citratus*) diproduksi di laboratorium ITKES Muhammadiyah Sidrap yang dipilih karena fasilitas laboratorium yang memadai untuk ekstraksi minyak atsiri. Sementara itu, pengujian aktivitas larvasida terhadap larva nyamuk *Culex sp* dilaksanakan di jl. Latsitardanus, Kota Parepare.

C. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Larva nyamuk *Culex sp* instar III atau IV dikumpulkan dari genangan air seperti selokan, kolam atau wadah yang tergenang air dalam waktu lama di disekitar kosan peneliti. Larva tersebut kemudian diberi perlakuan dengan ekstrak batang serai yang telah dibuat di Laboratorium Institut Teknologi Kesehatan dan Sains Muhammadiyah Sidrap. Perlakuan terdiri dari tiga konsentrasi ekstrak yaitu 5%, 10% dan 15% serta kelompok kontrol (-), masing-masing dengan tiga kali ulangan. Pengamatan dilakukan setiap 30 menit selama 2 jam untuk mengetahui jumlah larva yang mati sebagai indikator efektivitas larvasida.

D. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah larva nyamuk *Culex sp* yang diperoleh dari lingkungan sekitar, khususnya di genangan air seperti selokan, kolam atau wadah yang tergenang air dalam waktu lama di sekitar area kosan peneliti.

2. Sampel

Sampel yang digunakan adalah larva nyamuk *Culex sp* instar III atau instar IV yang dipilih secara acak (*random sampling*) sebanyak 30 ekor per ulangan. Sampel

digunakan untuk setiap konsentrasi perlakuan dan kelompok kontrol dengan pengulangan sebanyak 3 kali untuk setiap konsentrasi

E. Definisi Operasional Variabel

1. Variabel Bebas (*independent Variabel*)

Konsentrasi Ekstrak Batang Serai (*Cymbopogon Citratus*) : Konsentrasi ekstrak yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5%, 10% dan 15%.

2. Variabel Terikat (*dependent Variabel*)

Mortalitas Larva Nyamuk *Culex sp* : Jumlah larva yang mati setelah diberikan dengan ekstrak batang serai pada konsentrasi tertentu. Kematian larva diamati dan dihitung setiap 30 menit selama 2 jam.

F. Instrumen dan Perangkat Penelitian

Instrumen Ekstrak Batang Serai (*Cymbopogon Citratus*)

a. Alat

Alat untuk pembuatan ekstrak batang serai :

1. Timbangan digital
2. Botol kaca gelap
3. Topls kaca atau wadah kedap udara
4. Kertas saring
5. Gelas ukur
6. Corong kaca
7. Pipet tetes

b. Bahan

1. batang serai segar
2. etanol 96%
3. aquades (pelarut)

c. Prosedur Kerja

Prosedur kerja pembuatan ekstrak batang serai (*Cymbopogon citratus*)

1. Persiapan Bahan
    a. Pilih batang serai segar, cuci bersih menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran.
    b. Potong kecil-kecil batang serai

c. Keringkan batang serai secara alami di tempat teduh (tidak terkena sinar matahari langsung) selama ± 3-5 hari hingga menjadi simplisia kering.

2. Proses Maserasi
   a. Masukkan simplisia kering ke dalam toples kaca.
   b. Tambahkan etanol 96% dengan perbandingan bahan dan pelarut 1 : 5 (misalnya, 100 gram bahan kering + 500 ml etanol).
   c. Tutup rapat toples dan simpan di tempat gelap selama 5 × 24 jam (5 hari) sambil sesekali dikocok atau diaduk untuk membantu proses ekstraksi.
   d. Setelah 5 hari, saring menggunakan kain kasa atau kertas saring untuk memisahkan cairan ekstrak dari ampas.
3. Pemekatan Ekstrak
   a. Filtrat hasil maserasi kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* bersuhu hingga pelarut etanol menguap dan tersisa ekstrak kental.
   b. Simpan ekstrak kental dalam botol kaca gelap dan letakkan di tempat sejuk, kering dan terlindung dari cahaya.
4. Pembuatan Konsentrasi Uji

   Siapkan larutan uji dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15%

   5 % = 5 g ekstrak + 95 ml air pelarut

   10 % = 10 g ekstrak + 90 ml air pelarut

   15 % = 15 g ekstrak + 85 ml air pelarut

Pengambilan dan Pemeliharaan Larva Nyamuk (*Culex sp*)

a. Alat dan Bahan

Alat untuk pengambilan larva

1. Gayung atau sendok untuk mengambil larva dari sumber air.
2. Wadah plastik transparan dengan tutup berlubang untuk membawa larva.
3. Pipet plastik atau pipet tetes untuk memindahkan larva ke wadah pemeliharaan.

Alat dan bahan pemeliharaan larva :

1. Baskom plastik atau akuarium kecil sebagai wadah pemeliharaan.
2. Air sumur atau air hujan (hindari air yang mengandung klorin).

3. Kain kasa atau jaring halus untuk menutup wadah pemeliharaan.
4. Pakan larva berupa pelet ikan yang dihancurkan atau air gula.
5. Kertas label dan spidol untuk menandai wadah.

b. Prosedur Kerja

Prosedur Pengambilan Larva :

1. Persiapan lokasi
    a) Tentukan lokasi pengambilan larva, seperti genangan air, saluran air tergenang atau wadah air yang terbengkalai
    b) Gunakan sarung tangan saat pengambilan larva
2. Pengambilan larva
    a) Gunakan gayung atau sendok untuk mengambil air yang mengandung larva nyamuk
    b) Pilih larva yang masih hidup dan bergerak aktif
    c) Masukkan larva ke dalam wadah plastik transparan yang sudah diisi sedikit air dari lokasi pengambilan
    d) Tutup wadah dengan tutup berlubang untuk ventilasi

Prosedur Pemeliharaan Larva :

1. Persiapan wadah pemeliharaan
    a) Siapkan baskom plastik yang bersih
    b) Isi wadah dengan air sumur atau air hujan
2. Pemindahan larva
    a) Gunakan pipet plastik untuk memindahkan larva dari wadah pengambilan ke wadah pemeliharaan
    b) Lakukan pemindahan dengan hati-hati agar larva tidak rusak
3. Pemberian pakan
    a) Beri pakan berupa pelet ikan yang dihancurkan atau air gula
    b) Beri pakan 1-2 kali sehari
4. Pemeliharaan dan perawatan
    a) Ganti air setiap 2-3 hari sekali untuk menjaga kebersihan dan kualitas air
    b) Saat mengganti air, pindahkan larva terlebih dahulu menggunakan pipet plastik

c) Bersihkan wadah dari sisa makanan dan kotoran yang mengendap di dasar

5. Pemantauan dan observasi
    a) Amati pertumbuhan larva dari instar 1 hingga 4
    b) Larva yang akan di pakai untuk penelitian ada instar 3 atau 4

c. Prosedur Uji Aktivitas Larvasida

1. Persiapan Uji
    a) Siapkan 5 kelompok uji sebagai berikut:
        - Kontrol negatif : hanya pelarut tanpa ekstrak
        - Konsentrasi 5% ekstrak batang serai
        - Konsentrasi 10% ekstrak batang serai
        - Konsentrasi 15% ekstrak batang serai
    b) Masukkan 100 ml air sumur atau air hujan ke dalam masing-masing gelas atau gelas plastik
2. Pemberian Ekstrak
    a) Tambahkan ekstrak batang serai sesuai konsentrasi pada masing-masing kelompok uji :
        - Kontrol negatif : Tambahkan 100 ml larutan aquades
        - kelompok 5%, 10%, 15% : tambahkan ekstrak serai sesuai konsentrasi

          5% : Tambahkan 5 ml ekstrak pada 95 ml air

          10% : Tambahkan 10 ml ekstrak pada 90 ml air

          15% :Tambahkan 15 ml ekstrak pada 85 ml air
    b) Aduk perlahan hingga ekstrak larut sempurna dalam air
3. Pengujian pada Larva
    a) Pilih 30 ekor larva instar III atau IV yang aktif dan sehat untuk setiap kelompok uji
    b) Masukkan larva ke dalam masing-masing gelas uji sesuai kelompok perlakuan
4. Pengamatan dan pencatatan

a) Amati jumlah larva yang mengalami kematian pada interval waktu setiap 30 menit selama 2 jam
b) Catat jumlah larva yang mati pada setiap waktu pengamatan
c) Larva dinyatakan mati apabila tidak ada respon gerakan saat disentuh dengan pipet

5. Analisis hasil
   a) Hitung persentase kematian larva dengan rumus :

$$\text{Persentase Mortalitas} = \frac{\text{Jumlah larva mati}}{\text{Jumlah total larva}} \times 100\%$$

   b) Bandingkan persentase kematian pada berbagai konsentrasi untuk mengevaluasi efektivitas larvasida ekstrak batang serai.

G. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian " Uji Aktivitas Ekstrak Batang Serai (*Cymbopogon citratus*) Pada Larva Nyamuk (*Culex sp*)", cara mengumpulkan data sangat penting untuk menilai efektivitas ekstrak sebagai bahan pembunuh larva. Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk mendapatkan informasi yang akurat dan mendukung kebenaran hasil penelitian. Berikut adalah teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini: :

1. Observasi

   Pengamatan dilakukan dengan mengamati jumlah larva yang mati di setiap tingkat konsentrasi ekstrak serai. Pengamatan dilakukan setiap 30 menit selama dua jam.

2. Eksperimen Kontrol Grup

   Terdapat dua kelompok dalam penelitian ini, yaitu kelompok eksperimen yang diberikan ekstrak serai dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15%, serta kelompok kontrol yang hanya diberikan etanol 96% sebagai pembanding.

3. Pengukuran Waktu Efektivitas

   Pengukuran waktu dilakukan untuk mengetahui durasi efektivitas ekstrak dalam menyebabkan kematian larva nyamuk pada masing-masing konsentrasi.

4. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dalam bentuk foto, video dan catatan hasil penelitian mengenai perubahan yang terjadi pada larva setelah diberikan ekstrak batang serai.

H. Teknik Analisi Data

a. Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini diolah secara manual dan menggunakan perangkat lunak SPSS untuk mempermudah proses analisis dan interpretasi data.

b. Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi aktivitas ekstrak batang serai (*Cymbopogon citratus*) dalam membunuh larva nyamuk *Culex sp* pada berbagai konsentrasi. Desain percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan konsentrasi, yaitu 5%, 10%, dan 15%, serta kelompok kontrol negatif (tanpa ekstrak). Masing-masing kelompok dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dengan jumah larva sebanyak 30 ekor perulangan, sehingga total terdapat 12 unit percobaan.

Data yang diperoleh berupa jumlah larva yang mati pada setiap konsentrasi setelah waktu paparan yang ditentukan. Persentase mortalitas larva dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Presentase Mortalitas} = \frac{\text{Rata-rata kematian larva uji}}{\text{Jumlah larva uji}} \times 100\%$$

Data kemudian dianalisis dengan uji ANOVA satu arah untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Jika hasil uji menunjukkan ada perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), maka dilakukan uji LSD sebagai langkah lanjutan untuk menentukan kelompok eksperimen mana saja yang benar-benar berbeda secara signifikan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak batang serai (*Cymbopogon Citratus*) terhadap kematian larva *Culex quinguefasciatus*. Proses pembuatan ekstrak dilakukan di Laboratorium ITKES Sidrap, sedangkan pengujian terhadap larva

dilakukan di kosan peneliti yang berlokasi di jalan Latsitardanus, Kota Parepare selama bulan Juni 2025.

Penelitian terdiri dari tiga perlakuan konsentrasi, yaitu :

- 5 g ekstrak batang serai dalam 95 ml pelarut (5%)
- 10 g ekstrak batang serai dalam 90 ml pelarut (10%)
- 15 g ekstrak batang serai dalam 85 ml pelarut (15%)

Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali (Perlakuan I, II, III) dengan jumlah larva uji sebanyak 30 ekor per konsentrasi. Pengamatan dilakukan setiap 30 menit selama 120 menit (30, 60, 90 dan 120 menit). Sebagai pembanding, digunakan pula kontrol negatif (tanpa ekstrak).

Data hasil pengamatan disajikan dalam tabel untuk mengetahui efektivitas larvasida dari ekstrak batang serai digunakan rumus berikut :

$$\text{Presentase Mortalitas} = \frac{\text{Rata-rata kematian larva uji}}{\text{Jumlah larva uji}} \times 100\%$$

Adapun hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada penyajian tabel dibawah ini :

Tabel 4. 1 Jumlah Larva Mati dan Persentase Kematian pada Perlakuan I

Konsentrasi Ekstrak	**Menit**				**Total mati**	**persentase**
	30	60	90	120		
Kontrol (-)	0	0	0	0	0	0
Konsentrasi 5%	3	6	10	15	15	50%
Konsentrasi 10%	6	10	15	21	21	70%
Konsentrasi 15%	9	16	22	30	30	100%

Tabel ini menunjukkan hasil pengamatan pertama. Tidak ada larva yang mati pada kelompok kontrol. Pada konsentrasi 5%, sebanyak 15 larva (50%) mati dalam 120 menit. Konsentrasi 10% menyebabkan 21 larva mati (70%), sedangkan 15% menunjukkan kematian sempurna (100%). Ini menandakan bahwa efektivitas larvasida meningkat seiiring bertambahnya konsentrasi.

Tabel 4. 2 Jumlah Larva Mati dan Persentase Kematian pada Perlakuan II

Konsentrasi Ekstrak	**Menit**				**Total mati**	**persentase**
	30	60	90	120		
Kontrol (-)	0	0	0	0	0	0
Konsentrasi 5%	4	8	11	16	16	53,3%
Konsentrasi 10%	7	12	16	22	22	73,3%
Konsentrasi 15%	11	16	23	30	30	100%

Pada pengulangan kedua, hasilnya konsisten dengan sebelumnya. Kontrol tetap tanpa kematian. Konsentrasi 5% menyebabkan 16 larva mati (53,3%), konsentrasi 10% sebanyak 22 larva (73,3%) dan 15% kembali menunjukkan kematian total. Pola ini menunjukkan efektivitas yang stabil dan berulang.

Tabel 4. 3 Jumlah Larva Mati dan Persentase Kematian pada Perlakuan III

Konsentrasi Ekstrak	**menit**				**Total mati**	**persentase**
	30	60	90	120		
Kontrol (-)	0	0	0	0	0	0
Konsentrasi 5%	4	9	13	17	17	56,6%
Konsentrasi 10%	8	12	17	23	23	76,6%
Konsentrasi 15%	14	18	23	30	30	100%

Pengulamgan ketiga juga memperlihatkan pola yang sama. Tidak ada kematian pada kontrol. Konsentrasi 5% menyebabkan 17 larva mati (56,6%), konsentrasi 10% sebanyak 23

larva (76,6%) dan 15% tetap 100% kematian. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi, semakin besar daya bunuhnya.

B. Analisis Data

Setelah mendapatkan data rata-rata di atas, langkah berikutnya adalah menyajikan hasil tersebut dalam bentuk visual. Proses analisis data dilaksanakan dengan memanfaatkan software *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) *for Windows Release* 26.

Sebelum dilakukan uji ANOVA, terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui apakah varians antar kelompok data bersifat homogen. Uji ini menggunakan Levene's Test dan hasilnya ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4. 4 Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,667	3	8	0,119

Berdasarkan tabel di atas, nilai signifikan (Sig.) sebesar 0,119 lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data memiliki varians yang homogen. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan uji *One Way ANOVA.*

Adapun hasil dari uji *One Way ANOVA* yang dilakukan pada mortalitas larva dengan kontrol (-) dan berbagai konsentrasi ekstrak batang serai, sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Hasil Uji One Way Anova Pada Mortalitas Larva Dengan Kontrol (-) Dan Berbagai Konsentrasi Ekstrak Batang Serai

Konsentrasi	N	Mean	Std. Deviation	F (Anova)	P-value
Kontrol (-)	3	,00	0,000	968,000	,000
5%	3	16,00	1,000		
10%	3	22,00	1,000		
15%	3	30,00	.000		

Tabel 4.5 Hasil dari analisis statistik ANOVA satu arah ditunjukkan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok yang menerima perlakuan dengan ekstrak serai (*Cymbopogon citratus*) pada konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Uji ANOVA adalah suatu teknik statistik parametrik yang diterapkan ketika

data memenuhi syarat normalitas dan homogenitas, yang sebelumnya telah dibuktikan melalui uji Levene.

Analisis menunjukkan angka signifikansi 0,000. Angka ini jauh lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05 ($p < 0,05$), artinya ada perbedaan sangat signifikan antara rata-rata tingkat kematian larva nyamuk *Culex sp* di setiap kelompok. Dengan kata lain, ekstrak batang serai ternyata sangat efektif dalam menyebabkan kematian larva nyamuk. Perbedaan ini menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi yang berbeda menghasilkan tingkat kematian yang berbeda secara statistik.

Untuk mengetahui secara lebih rinci kelompok perlakuan mana saja yang berbeda secara signifikan satu sama lain, maka diperlukan uji lanjut yaitu uji LSD (*Least Significant Difference*).

Adapun uji lanjutan dari uji *One Way* adalah uji lanjut LSD (*Least Significant Difference*) ditampilkan dalam bentuk tabel, seperti berikut :

Tabel 4. 6 Uji Lanjut LSD Pada Jumlah Larva Yang Mati Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak Batang Serai

Konsentrasi (I)	**Konsentrasi (J)**	**Selisih Rerata (I-J)**	**Sig.**	**Keterangan**
Kontrol (-)	5%	-16,000	,000	Berbeda signifikan
Kontrol (-)	10%	-22,000	,000	Berbeda signifikan
Kontrol (-)	15%	-30,000	,000	Berbeda signifikan
5%	10%	-6,000	.000	Berbeda signifikan
5%	15%	-14,000	,000	Berbeda signifikan
10%	15%	-8,000	,000	Berbeda signifikan

Berdasarkan tabel, diketahui bahwa seluruh pasangan kelompok menunjukkan nilai signifikan sebesar 0,000 yang berarti semua pasangan perlakuan berbeda secara nyata satu sama lain. Perbandingan antara kelompok kontrol dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15% semuanya menunjukkan perbedaan signifikan. Begitu pula perbandingan antar konsentrasi ekstrak (5%-10%, 5%-15% dan 10%-15%) juga memberikan hasil yang signifikan.

Hasil ini membuktikan bahwa tidak hanya ekstrak batang serai efektif dalam membunuh larva nyamuk, tetapi tingkat efektivitasnya meningkat seiiring bertambahnya konsentrasi. Konsentrasi 5% memang sudah menunjukkan efek toksik terhadap larva, namun belum maksimal. Konsentrasi 10% memberikan hasil yang lebih tinggi dan konsentrasi 15% menunjukkan kematian larva secara menyeluruh (100%).

C. Pembahasan

Hasil studi mengungkapkan bahwa ekstrak dari batang serai (*Cymbopogon citratus*) memiliki efektivitas sebagai larvasida untuk larva nyamuk *Culex sp*. Hal ini terbukti dari bertambahnya angka kematian larva yang sejalan dengan meningkatnya konsentrasi dari ekstrak yang digunakan. Pada kelompok yang tidak mendapatkan perlakuan, tidak ditemukan larva yang mati. Sementara pada kelompok perlakuan, terjadi peningkatan kematian larva pada konsentrasi 5% rata-rata kemaitan sebesar 53,3, konsentrasi 10% sebesar 73,3% dan pada konsentrasi 15% mencapai 100%.

Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak batang serai memberikan efek toksik terhadap larva *Culex sp* yang dapat dilihat dari semakin tingginya jumlah larva mati seiring peningkatan konsentrasi. Manfaat tersebut mungkin disebabkan oleh berbagai senyawa aktif yang ada dalam batang serai, seperti citral, citronellol, geraniol, flavonoid, tanin, dan saponin (42). Senyawa minyak atsiri yang bekerja sebagai racun pernapasan bekerja dengan menghambat asetilkholinetrase dengan efek neurotoksik di tandai dengan kelumpuhan dan menyebabkan kematian serangga (43). Sitral juga dilaporkan dapat merusak membran sel dan menurunkan aktivitas enzim penting yang dibutuhkan larva untuk metabolisme dan pertumbuhan (44).

Selain itu, flavonoid berperan dalam menghambat respirasi sel dengan menekan aktivitas enzim mitokondria sehingga produksi energi (ATP) terhenti (45). Hal ini menyebabkan larva kehilangan kemampuan bergerak dan akhirnya mati. Saponin dan tanin juga memiliki efek larvasida karena dapat merusak membran sel, menyebabkan kebocoran cairan intraseluler dan menurunkan tekanan osmotik sel larva. Kombinasi senyawa-senyawa inilah yang diduga memberikan efek sinergis dalam membunuh larva nyamuk *Culex sp* (46).

Uji statistik menggunakan *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan ($p < 0,05$) antara kelompok kontrol dan seluruh kelompok perlakuan (47). Hal ini berari bahwa pemberian ekstrak batang serai pada berbagai konsentrasi memang

memberikan pengaruh nyata terhadap kematian larva nyamuk *Culex sp*. Selanjutnya, hasil uji lanjut LSD juga menunjukkan bahwa setiap pasangan kelompok perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan satu sama lain, termasuk antara konsentrasi 10% dan 15%.

Namun demikian, meskipun konsentrasi 15% memberikan hasil kematian sempurnah (100%), secara praktis konsentrasi 10% sudah mampu menyebabkan kematian larva dalam jumlah besar (rata-rata 73,3%), ini berarti konsentrasi 10% sudah cukup efektif sebagai larvasida dan dapat digunakan sebagai pilihan yang lebih efisien dalam pengendalian larva nyamuk di lapangan tanpa harus menggunakan konsentrasi yang lebih tinggi.

Penelitian ini juga sejalan dengan studi sebelumnya, seperti dilakukan oleh Wulandari dkk. (2022), yang menunjukkan bahwa infusa batang serai efektif sebagai larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* (9). Selain itu, penelitian oleh Putri dkk. (2022) juga menemukan bahwa sari batang serai menunjukkan aktivitas insektisida alami terhadap larva nyamuk (10). Temuan ini memperkuat bahwa *Cymbopogon citratus* memiliki potensi tidak hanya terhadap satu jenis nyamuk, tetapi juga untuk beberapa genus, termasuk *Culex sp*.

Adanya peningkatan jumlah larva mati yang mulai terlihat sejak menit ke-30 menunjukkan bahwa ekstrak batang serai bekerja relatif cepat setelah diaplikasikan. Kecepatan kerja ini penting dalam konteks pengendalian vektor penyakit seperti filariasis atau Japanese encephalitis. Efek cepat ini memberikan peluang bagi ekstrak serai untuk digunakan dalam bentuk aplikasi langsung ke tempat perindukan nyamuk seperti genangan air, selokan, kolam atau tempat penampungan air rumah tangga.

Lebih lanjut, penting pula untuk mempertimbangkan potensi pengembangan produk berbasis ekstrak serai dalam berbagai bentuk sediaan, seperti larvasida granul, semprotan cair, lotion atau lilin aromaterapi. Formulasi semacam ini telah diteliti dalam beberapa kajian dan menunjukkan efektivitas yang tinggi serta keamanan bagi lingkungan dan manusia. Penggunaan larvasida nabati seperti serai tidak hanya lebih aman dan ramah lingkungan, tetapi juga mengurangi risiko resistensi nyamuk akibat penggunaan bahan kimia sintetik dalam jangka panjang (48).

Namun demikian, penelitian ini masih memliki beberapa keterbatasan. Salah satunya adalah uji yang hanya dilakukan pada tahap larva, tanpa melanjutkan ke tahap pupa atau imago

(49). Selain itu, pengujian dilakukan dalam kondisi laboratorium atau lingkungan terkendali. Untuk itu, pengujian lebih lanjut dalam skala lapangan serta studi toksisitas terhadap organisme non-target sangat diperlukan untuk memastikan keamanan dan efektivitas jangka panjang.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan kontribusi yang positis dalam pengembangan larvasida nabati berbasis tanaman lokal yang mudah ditemukan, murah dan mudah diolah. Hal ini sejalan dengan pendekatan pengendalian vektor terpadu (*Integrated Vector Management*) yang menekankan pada keberlanjutan dan keamanan lingkungan (50).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian "Uji Ativitas Ekstrak Batang Serai (*Cymbopogon citratus*) larva Nyamuk *Culex sp*", maka dapat disimpulkan :

1. Ekstrak dari batang serai (*Cymbopogon citratus*) terbukti memiliki kemampuan untuk membunuh larva pada nyamuk *Culex sp*. Ini terlihat dari meningkatnya angka kematian larva di semua tingkat konsentrasi ekstrak jika dibandingkan dengan kelompok kontrol, yang tidak menunjukkan angka kematian.
2. Konsentrasi ekstrak batang serai yang paling efektif dalam menyebabkan mortalitas larva nyamuk *Culex sp* adalah 15%, dengan angka kematian mencapai 100%. Namun, konsentrasi 10% juga sudah menunjukkan sefektivitas tinggi dengan mortalitas rata-rata 73,3%, sehingga dapat dianggap sebagai batas efektif minimum yang efisien untuk diaplikasikan di lapangan.

Terdapat pengaruh signifikan dari pemberikan ekstrak batang serai terhadap mortalitas larva nyamuk *Culex sp*. Hal ini dibuktikan melalui analisis statistik ANOVA dan LSD, yang menunjukkan adanya perbedaan yang berarti antara kelompok kontrol dan seluruh kelompok perlakuan serta semua konsentrasi perlakuan ($p < 0,05$).

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas maka disarankan :

1. Penggunaan konsentrasi 10% ekstrak batang serai direkomendasikan untuk aplikasi lapangan sebagai larvasida alami dalam pengendalian larva nyamuk *Culex sp* karena efektif dan efisien.
2. Penelitian lanjutan perlu dilakukan pada fase pupa dan nyamuk dewasa, dalam rangka mengevaluasi efektivitas ekstrak batang serai secara keseluruhan terhadap seluruh siklus hidup nyamuk.
3. Uji toksisitas terhadap organisme non-target juga perlu dilakukan, agar penggunaan ekstrak ini benar-benar aman bagi lingkungan dan makhluk hidup lainnya.
4. Pengembangan produk turunan dari ekstrak serai seperti larvasida spray, granul atau lotion anti-nyamuk dapat menjadi langkah aplikatif untuk mendukung program pengendalian vektor berbasis alam.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO. who.int. 2024. Vector-borne diseases. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases

2. Sari V, Gafur A, Sari DR. Efektivitas Minyak Serai Sebagai Bioinsektisida Nyamuk. J Eng Sci Technol Manag. 2023;3(1):28–36.

3. Antiasari MN, Setyaningsih E. Gambaran Mortalitas Larva Nyamuk Yang Terdedah larvasida Ekstrak Daun Sirih dan Serai Pada KOnsentrasi 0,3%. Arrtikel Pemakalah Utama. 2021;598–602.

4. Kementerian Kesehatan. Profil Kesehatan Indonesia 2023. Farida Sibuea, SKM MsP, Boga Hardhana, S.Si M, editors. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2023.

5. Ramadhani T, Yuliani V, Hadi UK, Soviana S, Irawati Z. Tabel Hidup Nyamuk Vektor Filariasis Limfatik Culex quinquefasciatus (Diptera: Culicidae) di Laboratorium. J Kesehat Lingkung Indones. 2019;18(2):73.

6. Dinkes. Profil Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2017 [Internet]. Vol. 1, Media Kesehatan. 2019. 20 p. Available from: file:///C:/Users/Master com/Downloads/27_Sulsel_2016 (1).pdf

7. News A. antaranews.com. 2012. Dua Pulau di Pangkep Endemik Virus Filariasis. Available from: https://makassar.antaranews.com/berita/42165/dua-pulau-di-pangkep-endemik-virus-filariasis?

8. Makkiah M, Salaki CL, Assa B. Efektivitas Ekstrak Serai Wangi (Cimbopogon nardus L.) sebagai Larvasida Nyamuk Aedes aegypti. J Bios Logos. 2019;10(1):1.

9. Wulandari Z, Atmaja BP, Putra F, Kusumaningtyas H, Rahayu N. Pengaruh Infusa Serai Dapur (Cymbopogon citratus DC.) sebagai Larvasida Aedes aegypti. ASPIRATOR - J Vector-borne Dis Stud. 2022;14(1):11–8.

10. Putri Dwi W, Khaerah A, Akbar F. Uji Efektivitas Sari Batang Serai Dapur Cymbopogon Citratus Sebagai Insektisida Alami Terhadap Mortalitas Nyamuk Aedes aegypti. KROMATIN J Biol dan Pendidik Biol. 2022;1(1):1–9.

11. Taupik M, Madania, Mursyidah A, Latif MS. Produk Spray Antinyamuk Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Tanaman Lidah Buaya dan Sereh Sebagai Upaya Menangkal Penyakit Demam Berdarah. J Pengabdi Masy Farm Pharmacare Soc. 2023;2(3):156–63.

12. Siskayanti R, Kosim ME, Saputra DA. Analisis Konsentrasi Minyak Atsiri dari Sereh Sebagai Aditif dalam Pembuatan Lotion Anti Nyamuk. J Redoks. 2021;6(1):26.

13. Fransisca E, Wening DK, Shafira AI. Pembuatan Lilin Aromaterapi dengan Penambahan Minyak Serai (Cymbopogon Citratus) di Kelurahan Kalirejo, Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang. Indones J Community Empower. 2022;4(2):164–9.

14. Palondongan LR. Karakterisasi dan Pengujian Minyak Atsiri Sereh Wangi (Andropogon nardus L.) dan Selasih (Ocimum basilicum L.) sebagai Lavasida dan Repellent terhadap Nyamuk Aedes Aegypti sp. 2020.

15. Safitri YD, Intaningtyas ED, Choirunnisa N, Harwiyanti NT. Pembuatan Lotion Anti Nyamuk dari Batang Serai sebagai Upaya Pencegahan Demam Berdarah oleh Masyarakat Desa Bendiljati Wetan Tulungagung. Bubungan Tinggi J Pengabdi Masy. 2022;4(2):714–9.

16. unairnews. unair.ac.id. 2024. Potensi Bahan Herbal Ekstrak Sereh Wangi. Available from: https://unair.ac.id/potensi-bahan-herbal-ekstrak-sereh-wangi/#:~:text=Tanaman serai dipercaya berasal dari,memiliki curah hujan relatif tinggi.

17. Tilaar kampoeng djamoe martha. kampoengdjamoemarthatilaar.com. Sereh Dapur (Cymbopogon nardus (L.) Rendle.). Available from: https://www.kampoengdjamoemarthatilaar.com/subpage.php?page=artikel_tips&artikel_tipsid=171

18. Wind Dylanesia. Sereh: Tanaman Serbaguna yang Mudah Tumbuh di Halaman Rumah. edisi 1. Monica, editor. Yogyakarta: CAHAYA HARAPAN; 2023.

19. Conservation S. socfindoconservation.co.id. 2025. Sereh. Available from: https://www.socfindoconservation.co.id/plant/659

20. Wulandari LR. hellosehat.com. 2023. 10 Manfaat Mengonsumsi Serai bagi Tubuh. Available from: https://hellosehat.com/nutrisi/fakta-gizi/manfaat-

serai/?utm_source=chatgpt.com

21. Medis TK. ciputrahospital.com. 2024. Rutin Mengonsumsi Serai? Ini 12 Manfaat yang Bisa Didapat. Available from: https://ciputrahospital.com/manfaat-serai/?utm_source=chatgpt.com

22. Pahlephi RD. detik.com. 2022. Inilah 11 Manfaat Serai untuk Kesehatan, Juga Efek Sampingnya. Available from: https://www.detik.com/bali/berita/d-6396521/inilah-11-manfaat-serai-untuk-kesehatan-juga-efek-sampingnya?utm_source=chatgpt.com

23. dr. Gracia Fensynthia. alodokter.com. 2024. Sereh Merah, Ketahui Manfaat dan Cara Mengolahnya. Available from: https://www.alodokter.com/sereh-merah-ketahui-manfaat-dan-cara-mengolahnya?utm

24. Sucitra VI, Rahmawati R. PENGARUH FORMULASI EKSTRAK SEREH (Cymbopogon citratus) DAN LEMON (Lemon citrus) TERHADAP MUTU "MINUMAN SEMON" SUMBER ANTIOKSIDAN. J Telnol Pangan Kes. 2022;4(2):111–9.

25. Mukarram M, Choudhary S, Khan MA, Poltronieri P, Khan MMA, Ali J, et al. Komponen Minyak Atsiri Serai dengan Aktivitas Antimikroba dan Antikanker. Antioksidan (Basel). 2021;11(1).

26. Info Hukum. umsu.ac.id. 2025. Manfaat Air Rebusan Serai untuk Kesehatan. Available from: https://fahum.umsu.ac.id/info/manfaat-air-rebusan-serai-untuk-kesehatan/

27. Purbosari A. rri.co.id. 2024. Daun Serai bagi Kesehatan Manusia, Inilah Kandungan Gizi dan Cara Penggunaannya. Available from: https://www.rri.co.id/kesehatan/1222635/daun-serai-bagi-kesehatan-manusia-inilah-kandungan-gizi-dan-cara-penggunaannya

28. Halim R, Fitri A. Aktivitas Minyak Sereh Wangi Sebagai Anti Nyamuk. J Kesmas Jambi. 2020;4(1):28–34.

29. Tanaman Serai Dapur Khairil Anwar P, Ajeng Felicia G, Febriyanti M, dan Uji Daya Bunuh Nyamuk Aedes Sp P, Anwar K, Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Palembang J, et al. Pemanfaatan Tanaman Serai Dapur (Cymbopogon Citratus) Sebagai Utilization of Kitchen Lemongrass Plant (Cymbopogon Citratus) as a Repellent and Test of the Killing Aedes Sp. J Dunia Kesmas [Internet]. 2023;12(1):15–22. Available

from: http://ejurnalmalahayati.ac.id/index.php/duniakesmas/index

30. Dwi Putri W, Khaerah A, Akbar F. Uji Efektivitas Sari Batang Serai Dapur Cymbopogon Citratus Sebagai Insektisida Alami Terhadap Mortalitas Nyamuk Aedes aegypti Sari Batang Serai Dapur Cymbopogon Citratus. KROMATIN J Biol dan Pendidik Biol. 2022;3(1):1–9.

31. Abdurrozak MI, Syafnir L. Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Angsana (Pterocarpus Indicus Willd) sebagai Biolarvasida terhadap Larva Nyamuk Culex Sp. J Ris Farm. 2021;1(1):33–7.

32. Nick Tabor. www-britannica-com.translate.goog. 2024. Burung Culex. Available from: https://www-britannica-com.translate.goog/animal/Culex

33. Kumparan. kumparan.com. 2023. Nyamuk Culex: Ciri-Ciri Morfologi dan Siklus Hidupnya. Available from: https://kumparan.com/berita-hari-ini/nyamuk-culex-ciri-ciri-morfologi-dan-siklus-hidupnya-21cXt6AlP9f/full

34. Indonesia C. cnnindonesia.com. 2023. Siklus Hidup Nyamuk: Aedes Aegypti, Anopheles, dan Culex. Available from: https://www.cnnindonesia.com/edukasi/20230306162344-569-921586/siklus-hidup-nyamuk-aedes-aegypti-anopheles-dan-culex

35. Darmadi, Tobing Lukiyono Y, Patmawati I. Potensi Ekstrak Etanol Biji Duku (Lansium domesticum Corr) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk Culex Sp. J Anal Kesehat. 2024;13(1):34–40.

36. Kemenkes RI. BIONOMIK VEKTOR DAN BINATANG PEMBAWA PENYAKIT. 2023. 19–20 p.

37. Sonia Rahmah G, Z. K, Novalia V, Akbar MK. Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Pegagan (Centella asiatica L. Urban) Terhadap Larva Culex quinquefasciatus. COMSERVA J Penelit dan Pengabdi Masy. 2022;2(7):915–23.

38. Pradani FY, Permadi KGWDS. Lethal Time Biolarva Pada Larva Aedes Aegypti. Gema Kesehat. 2021;13(2):97–102.

39. Nurpermatasari A, Faisal AP, Nasution PR. EFEK LARVASIDA EKSTRAK ETANOL DAUN BINTANGUR (Chalophyllum inophyllum L.) TERHADAP MORTALITAS

LARVA NYAMUK AIR KOTOR (Culex sp.). J Ris Kefarmasian Indones. 2023;5(2):216–27.

40. Utami AW, Porusia M. Kajian Literatur Pengaruh Insektisida Nabati Dan Insektisida Sintetik Terhadap Kematian Larva Nyamuk Aedes Aegypti. J Kesehat Masy. 2023;11(2):168–89.

41. Nugraha EC, Mulyowati T, Binugraheni R. Uji Aktivitas Larvasida Ekstrak Etanolik Daun Serai Wangi (Cymbopogon nardus L.) terhadap Larva Culex sp. Instar III. Biomedika. 2019;12(2):236–43.

42. Surhayanto, Rahmawati AN, Sitah Rahmawati A, Septi Ita Ansari D, Safitri Y, Aprilina Tika Sari N. Penyuluhan Dan Workshop Bahan Alam "Sejahteraku" (Serbuk Jahe Merah, Temulawak, Serai, Kunyit) Untuk Meningkatkan Imunitas Di Masa Pandemi Di Kelurahan Gilingan Kecamatan Banjarsari Tahun 2022. J Mitra Masy. 2022;3(1):16–24.

43. Amalina K, Susanna S, Hasnah H, Tanaman DP, Pertanian F, Kuala US. Bioaktivitas Campuran Serbuk Daun Gamal dan Buah Sirih Hutan terhadap Serangga Tribolium castaneum Herbst di Penyimpanan. J Ilm Mhs Pertan. 2024;9(April):384–400.

44. Rahmawati RP, Hasriyani, Asbor FN. AKTIVITAS BIOLARVASIDA EKSTRAK ETANOL SEREH WANGI (Cymbopogon nardusL) T ERHADAP MORTALITAS LARVA AEDES AEGYPTI. Nusant Hasana J [Internet]. 2025;4(2):1–9. Available from: http://nusantarahasanajournal.com/index.php/nhj/article/download/392/258

45. Yauri L, Ellis Mirawati Hamid K, Arif H. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Serai Terhadap Pertumbuhan Streptococcus mutans. Media Kesehat Gigi. 2022;21(1):41–5.

46. Dangeubun JL, Serang A, Letsoin P, Maryani. Fitokimia, Uji Antibakteri dan Uji Toksisitas dan Dari Ekstrak Daun Kayu Manis (Cinnamomum burmannii) Terhadap Tingkat Kematian Larva Artemia Salina Leach. J Akuakultur Sungai dan Danau. 2024;9(1):21–30.

47. Dewi SS, Ermina R, Kasih VA, Hefiana F, Sunarmo A, Widianingsih R. ANALISIS PENERAPAN METODE ONE WAY ANOVA MENGGUNAKAN ALAT STATISTIK SPSS. J Ris Akunt Soedirman. 2023;2(2).

48. Anindya LF, Fitriayani NL, Maulana J, Akbar H. Efektivitas Spray Insektisida Nabati

Terhadap Nyamuk Aedes aegypti: Literature Review. Promot J Kesehat Masy. 2023;13(2):66–73.

49. Bagariang W, Kurniati A, Lestrari TMP, Mahmudah D, Suyanto H, Cahyana NA. Uji Media Padat Beauveria Bassiana Terhadap Mortalitas, Pembentukan Pupa Dan Kemunculan Imago Spodoptera litura Fabr. J Agro Wiralodra. 2023;6(1):1–8.

50. Herdianti, Husein AH, Sembiring FY, Alfajri I. Evaluasi Efektivitas Strategi Pengendalian Vektor Penyakit di Rumah Sakit X Kota Batam Tahun 2024. J Promot Prev. 2025;8(3):389–99.