

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR LAUNDRI YANG DIKOMBINASIKAN
DENGAN EKSTRAK SERAI DAN MIN SEBAGAI INSEKTISIDA DALAM
MENGENDALIKAN NYAMUK *Aedes aegypti* Linn**

ST. AISYAH HUMAERAH

P032192008



**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2021

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR LAUNDRI YANG DIKOMBINASIKAN
DENGAN EKSTRAK SERAI DAN MINT SEBAGAI INSEKTISIDA
DALAM MENGENDALIKAN NYAMUK *Aedes aegypti* Linn**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Magister

Program Studi
Pengelolaan Lingkungan Hidup

Disusun dan diajukan oleh

ST AISYAH HUMAERAH

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR 2021**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR LAUNDRI YANG DIKOMBINASIKAN
DENGAN EKSTRAK SERAI DAN MINT SEBAGAI INSEKTISIDA
DALAM MENGENDALIKAN NYAMUK *Aedes Aegypti* Linn**

Disusun dan diajukan oleh :

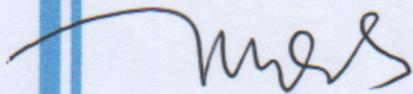
ST. AISYAH HUMAERAH
Nomor Pokok : P032192008

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Pengelolaan Lingkungan
Hidup Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin
pada tanggal 10 Agustus 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

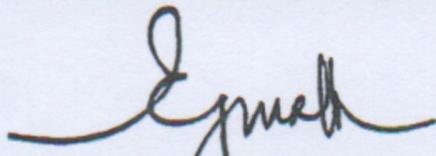


Dr. Maming., M.Si
NIP : 1963 1231 1989 03 1031



Dr. Syahribulan., M.Si
NIP : 1967 0827 1997 02 2001

Ketua Program Studi
Pengelolaan Lingkungan Hidup



Prof. Dr. Ir. Eymal B Demmallino, M.Si
NIP : 1964 0815 1992 02 1001

Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Jamaluddin Jompa., M.Sc
NIP : 1967 0308 1990 03 1001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : ST Aisyah Humaerah
Nomor Mahasiswa : P032192008
Program Studi : Pengelolaan Lingkungan Hidup
Jenjang : S2

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 10 Agustus 2021

Yang Menyatakan



(ST. Aisyah Humaerah)

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul *"Pemanfaatan Limbah Cair Laundry yang dikombinasikan dengan Ekstrak Serai dan Mint Sebagai Insektisida dalam Mengendalikan Nyamuk Aedes aegypti Linn"* dapat terselesaikan sebagaimana mestinya guna mencapai derajat Magister Lingkungan pada Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup, Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan proposal ini masih terdapat berbagai kekurangan yang mungkin belum terkoreksi mengingat keterbatasan kemampuan, tenaga, dan waktu.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih mulai dari awal penyusunan tesis hingga selesai, maka dari itu peneliti ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Maming, M.Si sebagai ketua penasehat, dan ibu Dr. Syahribulan, M.Si sebagai anggota penasehat yang telah membimbing, memberikan arahan serta masukan dalam penyusunan Tesis ini.
2. Bapak Ir. Eymal Bahsar Demmalino M.Si sebagai ketua Jurusan PLH dan Prof. Dr. Ir. Nurariaty Agus, MS dan Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes sebagai anggota komisi penasehat yang telah banyak memberikan masukan dan koreksi dalam penyusunan Tesis ini.

3. Bapak dan ibu dosen pengampuh mata kuliah Sekolah Pascasarjana Pengelolaan Lingkungan Hidup atas ilmu yang diberikan.
4. Staf akademik Sekolah Pascasarjana UNHAS yang telah membantu kelancaran administrasi selama perkuliahan.
5. Dinas Lingkungan Hidup Kab. Takalar yang banyak mendukung selama penelitian berlangsung.
6. Kedua orang tuaku terkasih Bpk. Hamzah Hafid dan Ibu Hasnah serta saudaraku terkasih Hasrullah, Abu Huraiah, Nur Hikmah, Mardiaty, Nurfayda dan Isra Maghfira dan keluargaku terkasih ibu Hanurung, Nurfiyah dan Hadrah atas segala doa, motivasi dan kasih sayangnya.
7. Sahabat PLH angkatan 2019, Sahabat Beasiswa PEMDA Gowa angkatan 2014 dan Sahabat Teknik Kimia ITN Malang angkatan 2014 atas doa dan semangat yang telah diberikan selama penyusunan Tesis ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan namanya yang turut membantu kelancaran dalam penyelesaian studi ini.

Semoga semua bantuan dan dukungan serta doa Bapak / Ibu / Saudara(i) mendapat balasan dari Allah SWT dan Tesis penelitian ini juga bermanfaat bagi yang menggunakannya. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih.

Makassar, 10 Agustus 2021

Penulis

ABSTRAK

ST. AISYAH HUMAERAH. *Pemanfaatan Limbah Cair Laundry yang dikombinasikan dengan Ekstrak Serai dan Mint sebagai Insektisida dalam Mengendalikan Nyamuk Aedes aegypti Linn* (dibimbing oleh Maming dan Syahribulan).

Penelitian ini bertujuan untuk (1) menguji potensi limbah laundry sebagai insektisida alternatif, (2) menentukan pengaruh penambahan ekstrak daun serai pada limbah laundry terhadap daya bunuh populasi nyamuk *Aedes aegypti* (3) menentukan pengaruh penambahan ekstrak daun mint pada limbah laundry terhadap daya bunuh populasi nyamuk *Aedes aegypti* (4) menjelaskan aspek sosial ekonomi dan kesehatan masyarakat dari penggunaan insektisida alternatif. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan produk *green chemistry* yang berwawasan lingkungan.

Penelitian menggunakan metode eksperimen laboratorium model Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 7 faktorial dengan 3 kali ulangan. Data yang diperoleh di analisis secara *One Way Anova* dilanjutkan dengan uji lanjut BNT.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah laundry memiliki tingkat toksisitas yang rendah terhadap daya bunuh nyamuk *Aedes aegypti*. Toksisitas limbah laundry meningkat ketika terjadi penambahan ekstrak daun serai dan ekstrak daun mint. Analisis statistik dengan taraf kepercayaan 95% menunjukkan bahwa formulasi limbah laundry dan ekstrak daun serai efektif membunuh nyamuk *Aedes aegypti* yaitu (6 mL : 2 mL) dengan mortalitas sebesar 100% selama 2 menit sedangkan limbah laundry dan ekstrak mint yaitu (6 mL : 2 mL) dengan mortalitas sebesar 100% selama 50 menit. Harga produk insektisida alternatif berbahan dasar limbah laundry lebih ekonomis dengan tingkat risiko kesehatan yang lebih rendah dibandingkan produk anti nyamuk berbahan dasar kimia sintetik (hit).

Kata kunci : Laundry, detergen, insektisida, serai, mint

 GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS	
Abstrak ini telah diperiksa. Tanggal: <u>16/01-21</u>	Paraf Ketua / Sekretaris, 

ABSTRACT

ST. AISYAH HUMAERAH. *The Utilization Of Laundry Wastewater Combined with lemongrass and mint extracts As An Insecticide In Controlling Mosquito Aedes Aegypti* (supervised by Maming dan Syahribulan).

This study aims (1) to examine the compound content of laundry wastewater as an alternative insecticide, (2) to determine the effect of adding lemongrass leaf extract to laundry wastewater against mortality of *Aedes aegypti* mosquito (3) to determine the effect of adding mint leaf extract to laundry wastewater against mortality of *Aedes aegypti* mosquito and (4) to explain the socio-economic aspects and health risks by comparing insecticide with mosquito repellents on the market. This research is expected to improve green chemistry products that are environmentally friendly.

This study used a laboratory experimental method with a completely randomized design (CRD) model with 3 replications. The data obtained were analyzed by One Way Anova which was followed by the LSD test.

The results show that the compound content of laundry wastewater has a low level of toxicity to the killing power of the *Aedes aegypti* mosquito. The toxicity of laundry wastewater increased when there is the addition of lemongrass leaf extract and mint leaf extracts. Statistical analysis with 95% confidence shows that the formulation of laundry wastewater and lemongrass leaf extract effectively kill the *Aedes aegypti* mosquito (6 mL : 2 mL) with a mortality of 100% for 2 minutes while the laundry wastewater and mint extract are (6 mL : 2 mL) with mortality of 100% over 50 minutes. The price of insecticide products based on laundry wastewater is more economical with a lower level of health risk than synthetic chemical-based mosquito repellent on the market.

Key words: Laundry, detergent, insecticide, lemongrass, mint

 GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS	
Abstrak ini telah diperiksa. Tanggal: <u>16/8-121</u>	Paraf Ketua / Sekretaris, 

DAFTAR ISI

	halaman
SAMPUL.....	i
HALAMAN PEGAJUAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
E. Ruang Lingkup Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. Lingkungan yang Berkelanjutan	10
B. Laundry	13

a.	Detergen sebagai bahan utama proses pencucian pakaian.....	14
b.	Dampak pencemaran limbah laundry	19
C.	Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	24
D.	Serai.....	26
E.	Mint	27
F.	Insektisida	28
A.	Hipotesis Penelitian.....	34
B.	Defenisi Operasional	35
BAB III METODE PENELITIAN.....		36
A.	Rancangan Penelitian	36
B.	Waktu dan Lokasi Penelitian	37
D.	Populasi dan Sampel	38
1.	Populasi	38
2.	Sampel.....	38
E.	Teknik Pengumpulan Data	38
F.	Teknik Pengambilan Sampel.....	39
G.	Prosedur kerja.....	40
H.	Analisis data.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
A.	Hasil penelitian.....	46

1. Uji pendahuluan	46
2. Uji organoleptik limbah laundry	48
3. Pengujian insektisida alternatif.....	49
4. Hasil <i>analysis of variance</i>	55
5. Analisis <i>Lethal Concentration</i> (LC ₅₀) dan <i>Lethal Time</i> (LT ₅₀) ekstrak.....	56
serai dan mint.....	56
6. Hasil analisis ekonomi.....	58
7. Hasil analisis risiko kesehatan dari bahan kimia	59
B. Pembahasan	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	77
A. Kesimpulan	77
B. Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79

DAFTAR TABEL

nomor		halaman
1.	Kandungan Zat Pencemar Limbah Laundry	20
2.	Matriks Penelitian Terdahulu	31
3.	Defenisi Operasional	35
4.	Hasil Analisis Kadar LAS limbah laundry	46
5.	Hasil Analisis Kandungan Ekstrak Daun Serai	47
6.	Hasil Analisis Kandungan Ekstrak Daun Mint	48
7.	Hasil Uji Organoleptik	48
8.	Jumlah Nyamuk <i>Aedes Aegypti</i> yang Mati dengan 3 Kali Ulangan setelah Pengujian Insektisida Alternatif	49
9.	Hasil <i>Analysis Of Variance</i>	55
10.	LC ₅₀ Ekstrak Serai	56
11.	LC ₅₀ Ekstrak Mint	57
12.	LT ₅₀ Ekstrak Serai	57
13.	LT ₅₀ Ekstrak Mint	57
14.	Perbandingan Harga Produk Insektisida Alternatif dan Anti Nyamuk Merk Hit	58
15.	Analisis Risiko Kesehatan dari Bahan Kimia Detergen Laundry dan Hit	60

DAFTAR GAMBAR

nomor	halaman
1. Kerangka Pikir	9
2. Saluran Pembuangan Air Limbah dari Salah Satu Jasa Laundri	14
3. Kondisi Perairan di Salah Satu Tempat Pembuangan Limbah Laundri	20
4. Struktur LAS	21
5. Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	25
6. Tanaman Serai	26
7. Tanaman Mint	27
8. Titik Pengambilan Sampel Limbah Cair Laundri	39
9. Alur Penelitian	45
10. Kurva Rata-rata Jumlah Nyamuk yang Terpapar Efek Samping Sampel Limbah Laundri terhadap Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	51
11. Histogram Pengaruh Penambahan Ekstrak Daun Serai dan Ekstrak Daun Mint pada Limbah Laundri terhadap Jumlah Dan Waktu Mortalitas Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	53

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang / Singkatan	Arti dan Keterangan
ABS	Alkylbenzene sulfonat
ASLI	Asosiasi laundry Indonesia
BOD	Biochemical oxygen demand
COD	Chemical oxygen demand
DEET	N,N- diethyl 3 methylbenzamide
EDTA	Ethylene diamine tetra acetat
g, Kg	Satuan massa
LAS	Linear alkylbenzene sulfonat
m ³ , mL, Km ³	Satuan volume
mg/L	Satuan massa jenis
pH	Derajat keasaman
SDA	Sumber daya alam
SDG's	Sustainable development goal's
STPP	Sodium trypolyphospat
TSS	Total suspended solid
WCED	Word commision on enviroment and development

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Permasalahan lingkungan hidup akibat pencemaran menyebabkan penurunan daya dukung lingkungan yang mengancam kelangsung makhluk hidup (Rusdiyanto, 2015). Jasa pencucian pakaian atau usaha laundry membawa manfaat yang cukup besar bagi perekonomian (Rachmawati, 2015), namun penggunaan detergen sintetis dalam proses pencucian pakaian memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Kebanyakan usaha laundry yang ada di Indonesia tidak memiliki sistem pengolahan limbah melainkan dibuang langsung ke badan air (Yusmidiarti, 2016) sementara limbah cair yang dihasilkan sebesar 400.000 liter/hari (Cibiabatti, 2009) dan menyebabkan ketidakmampuan alam menetralkan zat pencemar dalam jumlah yang banyak sehingga menjadi zat pencemaran lingkungan (Feniati, 2017).

Peranan air sangat penting bagi kelangsungan makhluk hidup yakni sebagai sumber air baku, kawasan wisata, irigasi pertanian, media budidaya perikanan dan sebagai transportasi baik sungai atau laut (Komarawidjaja, 2004). Namun dalam pengalirannya, kebanyakan air sungai yang ada di Indonesia terkontaminasi oleh berbagai zat pencemar dan sebanyak 85% bahan pencemar berasal dari limbah hasil usaha pencucian pakaian (Utomo, 2018). Detergen pada limbah laundry

megandung senyawa kimia sintetik seperti *linear alkylbenzene sulfonat* (LAS), *builders* (*sodium tripolyphosphat* atau STTP), pewangi sebagai bahan tambahan dan bahan additif lainnya (Udyani, 2010).

Karakteristik biologi, kimia dan fisik air limbah laundry melebihi baku mutu berdasarkan peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 MENKLH/10/1995, sehingga sangat berpotensi sebagai sumber pencemaran lingkungan (Purnamasari, 2014) yang dapat memicu pertumbuhan ganggan dalam jumlah yang besar (eutrofikasi) yakni air menjadi keruh dan beracun (Kohler, 2006), menghambat transfer oksigen terlarut ke dalam air (Utomo, 2018), tegangan permukaan air menurun akibat busa-busa sehingga biota air kekurangan oksigen yang berujung pada kematian (Wulansari, 2010), kandungan LASnya bersifat toksik bagi organisme akuatik (Purnamasari, 2014) serta sejumlah pasokan air bersih menjadi tidak layak diminum (Bajpai, 2007).

Pencemaran lingkungan dalam kehidupan sehari-hari juga disebabkan dari penggunaan bahan aktif pestisida anti nyamuk dalam mencegah penyebaran penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD). Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan salah satu vektor penyebab demam berdarah *dengue* (DBD) dengan aktivitas menghisap darah manusia yang dilakukan pada malam hari (Syahribulan, 2012). Sejauh ini stragtegi utama pengendalian vektor bergantung pada penggunaan insektisida kimia yang tidak dapat mengeliminasi vektor *Aedes aegypti* dalam jangka waktu yang lama (Mulyaningsih, 2018). Bahan aktif dari pestisida tersebut yaitu

sipermentrin, imiprothrin, transflutrin (Yuliani, 2011) *propoxur, organofosfat* (DDVP atau *dichlorovinyl dimethyl pshospate*, DEET atau *diethylmetatoluamide*) dan golongan organoklorin dengan tingkat resistensi yang tinggi serta dapat menyebabkan risiko kesehatan yang serius melalui paparan yang berulang dalam jangka waktu yang lama (Millati, 2018)

Mengingat pentingnya lingkungan hidup sejalan dengan Stochklom 1972 maka diperlukan peningkatan pembangunan yang berwawasan lingkungan melalui upaya pencegahan buangan zat berbahaya ke lingkungan khususnya mencegah terjadinya pencemaran perairan dalam meningkatkan kualitas air bersih melalui pengurangan polusi, meminimalisir pembuangan bahan kimia dan materi berbahaya, mengurangi separuh dari proporsi air limbah yang tidak diolah dan secara substansial meningkatkan daur ulang dan penggunaan ulang yang aman secara global demi melindungi lingkungan (SDG's 2015).

Word Commision On Enviroment and Development (WCED) mensyaratkan peningkatan *green chemistry* yang merupakan upaya meminimalisir pembuangan senyawa kimia berbaya bagi lingkungan dan dapat mengurangi tingkat risiko kesehatan masyarakat. *Green chemistry* memfokuskan penerapan sejumlah prinsip kimia dalam merancang suatu produk yang lebih aman dan berwawasan lingkungan walaupun sifat racunnya dikurangi (Nurbaity, 2011).

Kandungan senyawa kimia limbah laundry yang dapat bersifat toksik bagi organisme akuatik (Purnamasari, 2014) serta limbah laundry yang

sifatnya hidrofobik dan hidrofilik sehingga dapat dikombinasikan dengan minyak atsiri. Dalam meningkatkan produk *green chemistry*, senyawa limbah laundry dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan produk insetisida alternatif melalui penambahan minyak atsiri dari ekstrak daun serai dan ekstrak daun mint (Ary, 2012).

Bahan – bahan kimia yang terkandung dalam suatu produk anti nyamuk, dapat menyebabkan risiko kesehatan terhadap tubuh manusia dalam bentuk yang berbeda-beda. Mengingat potensi risiko akibat penggunaan bahan kimia terhadap risiko kesehatan dari suatu produk anti nyamuk setelah paparan berulang kali atau dalam durasi yang lama sehingga sangat penting untuk disikapi secara serius. Dengan memilih produk anti nyamuk berbahan kimia dengan tingkat risiko kesehatan yang lebih aman bagi kesehatan, maka potensi risiko bahan kimia dari suatu produk anti nyamuk dapat dicegah (Subamia, 2019).

Tanaman serai dan mint merupakan bahan alami yang sifatnya mudah terurai di alam sehingga tidak berpotensi sebagai zat pencemar lingkungan serta sifatnya sangat aman bagi manusia. Ekstrak daun serai wangi bersifat *repellent* terhadap nyamuk *Aedes aegypti* karena kandungan kimianya yakni *sitronelal*, *geraniol* dan *linalool* (Pradani, 2017) sedangkan kandungan senyawa ekstrak daun mint yang bersifat toksik bagi serangga yakni *menthol* dan *menthone* yang bekerja dengan cara menghambat sintesis protein yang berujung pada kematian (Aseptianova, 2017).

Analisis ekonomi melalui penetapan harga suatu produk yang lebih ekonomis dan aman bagi manusia dan lingkungan dilakukan untuk meningkatkan penjualan sehingga penetapan harga produksi harus dipertimbangkan dengan baik. Permintaan terhadap suatu produk juga sangat sensitif terhadap suatu harga jual dimana kualitas produk yang baik dengan harga yang murah akan meningkatkan kualitas penjualan produk yang lebih cepat (Saragih, 2015).

Pencegahan buangan limbah cair laundry ke badan air dan peningkatan produk *green chemistry* dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan di tahun 2030 dilakukan dengan memanfaatkan limbah laundry yang mengandung senyawa surfaktan *linear alkylbenzene sulfonat* yang dapat bersifat toksik bagi organisme akuatik sebagai bahan dasar dalam perancangan produk insektisida alternatif dalam menanggulangi populasi nyamuk *Aedes aegypti* yang sifatnya lebih ramah lingkungan dan dirancang dengan harga produk yang lebih ekonomi dengan tingkat risiko kesehatan yang lebih rendah dari penggunaan pestisida anti nyamuk yang beredar di pasaran.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas yang mengatakan bahwa laundry berasal dari bahan kimia sintetik yakni surfaktan LAS, *builders* jenis STTP dan bahan tambahan lainnya berdampak langsung bagi lingkungan yakni mencemari badan air apabila tidak dikelola dan diolah dengan baik

sedangkan indonesia membuang limbah deterjen sebesar 400.000 liter/hari kedalam lingkungan. Maka dari itu, sebagai upaya mengelola limbah cair laundry dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan dan mendorong produk *green chemistry* maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah senyawa limbah laundry dapat dimanfaatkan sebagai insektisida dalam mengendalikan nyamuk *Aedes aegypti* dan bagaimana daya bunuhnya ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan ekstrak daun serai pada limbah laundry dalam meningkatkan daya bunuh nyamuk *Aedes aegypti* ?
3. Bagaimana pengaruh penambahan ekstrak daun mint pada limbah laundry dalam meningkatkan daya bunuh nyamuk *Aedes aegypti* ?
4. Bagaimana aspek sosial ekonomi dan risiko kesehatan dengan membandingkan produk insektisida dan anti nyamuk yang laku di pasaran ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka dibuat tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Menguji senyawa limbah laundry sebagai insektisida alternatif dan daya bunuh terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.

2. Menentukan pengaruh penambahan ekstrak daun serai pada limbah laundry terhadap daya bunuh populasi nyamuk *Aedes aegypti*.
3. Menentukan pengaruh penambahan ekstrak daun mint pada limbah laundry terhadap daya bunuh populasi nyamuk *Aedes aegypti*.
4. Menjelaskan aspek sosial ekonomi dan risiko kesehatan dengan membandingkan insektisida alternatif dengan anti nyamuk yang laku dipasaran.

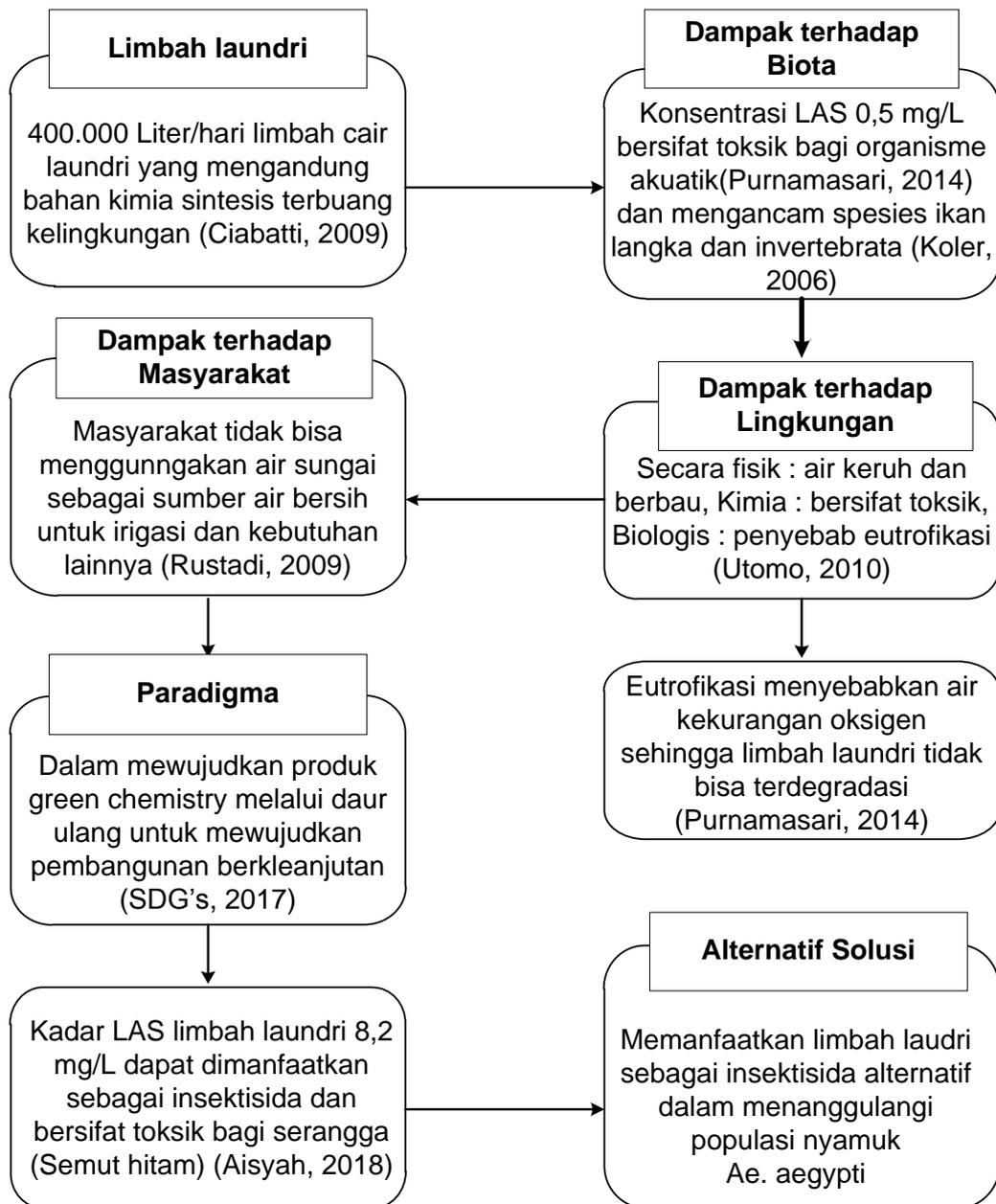
D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan *green chemistry* dalam memproduksi suatu produk dari bahan kimia dengan cara mengurangi pemakaian atau produksi zat berbahaya bagi lingkungan melalui pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*) guna memperbaiki kualitas air dengan mengurangi polusi dan meminimalisir pembuangan bahan kimia serta materi berbahaya ke badan air, meningkatkan daur ulang dan penggunaan ulang yang aman secara global dengan memanfaatkan kandungan senyawa LAS limbah laundry sebagai insektisida alternatif ramah lingkungan yang berkualitas dalam menanggulangi populasi nyamuk *Aedes aegypti*. Hasil penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai acuan untuk pengembangan peluang keberhasilan penelitian dimasa yang akan datang.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Potensi limbah laundry sebagai insektisida alternatif yang difokuskan pada kemampuan senyawa LAS yang terkandung pada limbah laundry dalam menanggulangi populasi nyamuk *Aedes aegypti*.
2. Pengaruh limbah laundry terhadap daya bunuh populasi nyamuk *Aedes aegypti* dengan terlebih dahulu menganalisa kandungan senyawa LAS limbah laundry kemudian membandingkan kemampuan daya bunuh terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dengan melihat konsentrasi LAS.
3. Pengaruh penambahan ekstrak daun serai dan daun mint pada limbah laundry dalam meningkatkan kinerja dan kualitas insektisida alternatif.
4. Aspek sosial ekonomi dan kesehatan masyarakat dari penggunaan insektisida alternatif.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Lingkungan yang Berkelanjutan

Lingkungan merupakan kombinasi antara kondisi fisik yang mencakup keadaan sumberdaya alam seperti tanah, air, energi surya, mineral serta flora dan fauna yang tumbuh di atas tanah maupun di lautan (Sudirman, 2020). Air merupakan senyawa kimia yang sangat berlimpah dan sebagai kebutuhan utama dalam proses kehidupan. Pada umumnya kualitas air yang dapat di manfaatkan dalam suatu kehidupan yakni tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa (kecuali air laut) (Susana, 2003). Pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitas manusia menyebabkan kualitas lingkungan semakin menurun sehingga memerlukan perhatian yang serius (Sudirman, 2020).

Pembangunan berkelanjutan merupakan suatu rencana aksi global yang disepakati oleh para pemimpin dunia, termasuk Indonesia guna mengakhiri kemiskinan, mengurangi kesenjangan dan melindungi lingkungan yang terdiri dari 17 tujuan dan 169 target pembangunan berkelanjutan di tahun 2030 (SDGs, 2017). Menurut Santoso (2003), istilah pembangunan berkelanjutan menekankan pada perbaikan sosial ekonomi, pelestarian, sumberdaya alam dan perhatian terhadap daya dukung sumberdaya alam dan keanekaragamannya dalam jangka panjang. Menurut sugandi dkk., (2007), model pembangunan berkelanjutan

didasarkan pada tiga pilar utama yakni pertama, *society* yang berkaitan dengan peran masyarakat, *responsibility* (tanggung jawab), interaksi sosial seperti perilaku masyarakat dan kondisi sosial masyarakat yang ada dalam suatu wilayah. Kedua *enviroment* yang berkaitan dengan lingkungan alam, termasuk lingkungan fisik serta adanya suatu kelembagaan sebagai hasil buatan manusia dalam rangka pemanfaatan kembali. Ketiga *economy* yakni kesejahteraan ekonomi masyarakat dan pemanfaatan lingkungan alam untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dalam rangka memperoleh keuntungan.

Upaya memperbaiki lingkungan yang berkelanjutan juga dilakukan melalui *green chemistry* yang merupakan suatu metode baru dalam mengurangi bahaya bahan kimia, disamping memproduksi suatu produk yang lebih efisien dan lebih hemat serta dapat di daur ulang. Dalam tahap perencanaan pemecahan masalah lingkungan berdasarkan *green chemistry* sangat bervariasi tergantung pada jenis bahan kimia dan jenis transformasinya (Nurbaity, 2011). Menurut Anastas (1996), tujuan *green chemistry* adalah untuk mencegah dan mengurangi dampak lingkungan dengan demikian *green chemistry* merupakan teknik penggunaan atau metode secara kimia yang dilakukan dalam mengurangi atau mengeliminasi penggunaan bahan dasar produk, produk samping, pelarut, pereaksi yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan masalah lingkungan. Sejak tahun 1998 beberapa prinsip yang perlu dipertimbangkan dalam *green chemistry* terkait wawasan lingkungan sebagai berikut :

1. Merancang produk bahan kimia yang lebih aman walaupun sifat racunnya dikurangi tetapi fungsinya tetap efektif.
2. Mencegah terbentuknya bahan buangan beracun akan lebih baik dari pada menangani bahan buangan tersebut.
3. Melakukan sintesis bahan kimia yang kurang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan sekitarnya.
4. Menggunakan pelarut dan bahan pendukung yang lebih aman dan tidak membayakan.
5. Menggunakan suatu bahan dasar yang bisa diperbaharui.
6. Merancang suatu produk kimia yang dapat terdegradasi menjadi produk yang tidak membahayakan.
7. Melakukan analisa serentak dalam mencegah polusi.
8. Menggunakan bahan kimia dalam proses kimia yang dipilih secara aman dalam mencegah kecelakaan.

Salah satu tujuan SDG's di tahun 2030 yakni memastikan ketersediaan dan manajemen air bersih yang berkelanjutan dan sanitasi dimana target pencapaian di tahun 2030 yakni mencapai akses terhadap sanitasi, kebersihan yang layak dan mengakhiri buangan air di tempat terbuka, memperbaiki kualitas air dengan mengurangi polusi, menghapuskan pembuangan limbah dan meminimalisir pembuangan bahan kimia dan materi berbahaya, mengurangi separuh dari proporsi air limbah yang tidak di olah dan secara substansial meningkatkan daur ulang dan penggunaan ulang yang aman secara global.

B. Laundry

Laundry merupakan salah satu usaha penyediaan jasa layanan pencucian pakaian yang saat ini berkembang ditengah masyarakat baik di perkotaan hingga di pelosok desa serta menjadi salah satu peluang usaha yang menjanjikan (Ardiyanto, 2016). Rata-rata kebutuhan air untuk memproses 1 Kg pakaian yang dilakukan oleh jasa laundry sebanyak 15 L dan menghasilkan sekitar 400 m³ limbah cair per hari. Proses pembersihan pada jasa laundry ditentukan oleh empat variabel yakni suhu, tindakan mekanis, zat kimiawi dan waktu (sinner 1960). Suhu pencucian pakaian dapat mempengaruhi pengurangan mikroba, mempercepat aktivasi bahan kimia tambahan seperti pemutih (Honisch, 2014). Suhu diatas 50 °C dapat menonaktifkan mikroorganismenya bahkan tanpa menggunakan detergen (Bloomfield, 2013).

Menurut Yusmidiarti (2016), kebanyakan jasa laundry tidak memiliki instalasi pengolahan limbah cair. Nisa (2018), menyatakan bahwa setiap tahun selalu ada penambahan pendirian usaha laundry dimana sebanyak 67% responden menggunakan jenis detergen cair, lunak, *matic top load* dan 33% responden menggunakan jenis detergen bubuk, keras dan *matic front load* dengan takaran penggunaan detergen cair sebanyak 23 mL serta penggunaan detergen bubuk sebanyak 120 gr. Terkait pengelolaan limbah cair laundry ditemukan yakni 100% responden penelitian tidak melakukan pengolahan limbah cair usaha laundry dan masing-masing tidak memiliki

sarana pengelolaan limbah cair dimana limbah tersebut langsung dibuang ke sungai kecil dan selokan.



Gambar 2. Saluran pembuangan air limbah dari salah satu jasa laundry (Dokumentasi pribadi, 2020)

a. Detergen sebagai bahan utama proses pencucian pakaian

Sejak tahun 1965 formulasi deterjen, LAS merupakan surfaktan yang paling dominan digunakan karena dapat didegradasi sehingga penggunaannya terus meningkat hingga 1,5 juta ton per tahun sejak tahun 1996, hal ini berbeda dengan senyawa ABS yang sifatnya sulit di degradasi (Hendra, 2017). LAS merupakan surfaktan anionik deterjen dengan ujung *hydrophile* (suka air) dan *hydrophobe* (suka lemak / minyak), fungsinya menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan (Wulansari, 2020).

Penggunaan deterjen yang mengandung bahan additif dan pemutih dapat menonaktifkan mikroorganisme selama proses pencucian, dimana

penggunaan surfaktan dan amonium kuartener sebagai antimikroba yang efektif (Honisch, 2016). Detergen rumah tangga termasuk dalam kelompok deterjen anionik sedangkan deterjen kationik lebih banyak digunakan oleh kegiatan industri, pertambangan dan perkapalan. Dengan demikian pencemaran deterjen lebih dominan berasal dari limbah deterjen anionik (Komarawidjaja, 2004). Saat ini jenis deterjen yang paling banyak beredar memiliki rantai karbon yang lurus dan sifatnya dapat dirusak oleh mikroorganisme atau lazim dikenal dengan deterjen “*soft*” (lunak) atau “*biodegradable*” (mampu di uraikan) oleh mikroorganisme. Sifat fisik dan kimia deterjen yaitu :

a. Sifat fisis

Memiliki ujung yang bersifat non polar yakni R – O (hidrofob atau suka air) dan polar yakni SO₃Na (Hidrofil atau suka lemak).

b. Sifat kimia

Dapat melarutkan lemak, tidak dipengaruhi oleh kesadahan air (Wulansari dkk., 2010).

Deterjen secara umum tersusun atas tiga komponen utama yaitu surfaktan sebanyak 22-30%, *builders* sebanyak 70-80%, *additive* sebanyak 2-8%.

1. Surfaktan (Sebagai bahan dasar deterjen)

Surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai molekul dengan gugus polar hidrofilik (suka air) dan gugus non polar lipofilik (suka minyak sekaligus), sehingga dapat menyatukan campuran yang terdiri dari minyak dan air. Surfaktan adalah bahan aktif permukaan yang bekerja menurunkan tegangan permukaan cairan, sifat aktif ini diperoleh dari sifat ganda molekulnya. Bagian molekul polarnya dapat bermuatan positif, negatif ataupun netral, sedangkan bagian netral yang merupakan bagian polar mempunyai gugus hidroksil, sementara bagian non polar biasanya merupakan rantai alkil yang panjang (Punamasari, 2014). Gugus hidrofilik bermuatan negatif sehingga dapat bereaksi dalam air cucian dengan ion kesadahan air (kalsium dan Magnesium) dengan muatan positif yang cenderung menonaktifkannya (Bajpai, 2007). Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempal pada permukaan bahan (Wulansari, 2020). Beberapa jenis surfaktan yakni *anionic (alkylbenzene sulfonates (ABS), linear alkylbenzene sulfonate (LAS))*, kationik (*alpha olein sulfonate*) dan *non ionic (nonyl phenol polyethoxyle)* serta *amphoterik (acy ethylenediamines)* (Wulansari, 2010)

2. Builders (Bahan pembangun)

Kandungan deterjen yang paling tinggi adalah STPP sebagai *builders* dan merupakan unsur terpenting kedua setelah surfaktan karena

kemampuannya menonaktifkan mineral kesadahan dalam air sehingga deterjen dapat berfungsi secara optimal (Apriyani, 2017). STPP berfungsi untuk meningkatkan efisiensi pencucian dari surfaktan dengan cara menonaktifkan mineral penyebab kesadahan air baik berupa *phosphate (sodium tri poly phosphate / STPP)*, *asetat (nitril tri acetate / NTA, ethylene diamine tetra acetate / EDTA)*, Silika (Zeolit), dan Sitrat (asam sitrat).

3. Bahan aditif (Bahan tambahan)

Adalah bahan suplemen atau bahan tambahan untuk membuat produk lebih menarik yang tidak berhubungan langsung dengan daya cuci deterjen. Untuk produk komersial maka *additives* (bahan tambahan) ditambahkan secara berlebih (Wulansari, 2020). Beberapa bahan tambahan pada detergen laundry adalah sebagai berikut :

1. Anti redeposisi

Anti redeposisi yang digunakan yakni senyawa karboksimetil selulosa (CMC), berasal dari selulosa alami yang dapat mencegah kotoran yang sudah terangkat kembali pada kain yang sudah dibersihkan.

2. Zeolit

Jenis zeolit yang digunakan yakni aluminium silikat berhidrat yang dapat mengikat ion multivalen dan mencegah terjadinya pengendapan surfaktan anionik.

3. Agen alkali dan penghambat korosi

Natrium silikat merupakan senyawa yang digunakan sebagai agen alkali dalam detergen laundry yang dapat memberikan muatan negatif pada kotoran dan substrat sehingga dapat menghilangkan kotoran yang mengandung asam lemak. Natrium silikat juga sebagai penghambat korosi pada mesin cuci.

4. Pelarut

Dalam produk detergen cair laundry, alkohol sering digunakan sebagai pelarut bahan detergen, mengatur viskositas serta dapat melindungi produk detergen pada kondisi penyimpanan yang sangat dingin serta suhu yang lebih rendah.

5. Pewarna

Pewarna ditambahkan untuk memberikan individualitas pada produk atau mendramatisir zat tambahan khusus yang berkontribusi pada kinerja produk.

6. Wewangian

Wewangian berfungsi menutupi bau kimiawi suatu produk detergen dan bau kotoran dalam larutan pencuci, selain itu bahan ini memberikan aroma yang menyenangkan pada kain.

7. Pemutih oksigen

Pemutih pada detergen berfungsi untuk menghilangkan noda dan kotoran. Pemutih pada detergen mengandung senyawa peroksigen anorganik seperti *natrium perborate tetrahy.*

8. Enzim

Enzim protease, lipase dan selulosa sebagai senyawa kompleks yang dapat membantu menguraikan kotoran terutama protein seperti darah dan rumput (Bajpai, 2007).

b. Dampak pencemaran limbah laundry

Pencemaran merupakan suatu perubahan yang tidak diinginkan pada udara, daratan dan air secara fisik, kimiawi maupun biologi yang mungkin membahayakan kehidupan manusia dan lingkungannya serta merugikan dan merusak sumber daya alam (SDA) (Wulansari, 2010). Kerusakan ekosistem air ditandai dengan menurunnya kualitas air yang disebabkan oleh kandungan senyawa dari limbah rumah tangga yang masuk ke badan air. Limbah laundry berpotensi sebagai zat pencemar bagi lingkungan perairan karena kandungan zat kimia yang dibuang secara berlebih ke badan air (Ardiyanto, 2016). Salah satu biota yang merasakan dampak akibat buangan limbah detergen adalah ikan. Banyaknya zat pencemar pada air limbah dapat menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut pada perairan sehingga kehidupan biota air yang membutuhkan oksigen terganggu. Kematian pada bakteri perairan juga menghambat proses penjernihan air yang seharusnya terjadi secara alamiah dengan demikian air limbah sulit terurai (Wulansari, 2010).



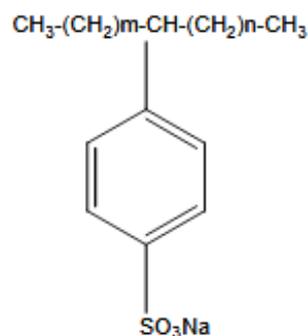
Gambar 3. Kondisi perairan di salah satu tempat pembuangan limbah laundry (Dokumentasi pribadi, 2020).

Punamasari (2014) yang melakukan penelitian dengan menganalisa sampel air limbah laundry di peroleh hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Kandungan zat pencemar awal limbah laundry

No.	Paraneter Uji	Satuan	Hasil Uji UP-150	Baku Mutu	Metode Uji
1.	<i>Biochemical</i> Oxigen Demand (BOD)	mg/L	191-90	75	SNI-06-6989.72-2009
2.	<i>Chemical Oxigen Demand</i> (COD)	mg/L	4012.80	180	SNI-06-6989.2-2004
3.	Minyak dan lemak	mg/L	8.80	15	SNI-06-6989.10-2004
4.	Padatan tersuspensi (TSS)	mg/L	40.00	60	SNI-06-6989.3-2004
5.	Derajat keasaman (pH)	mg/L	10.28	6.0-9.0	SNI-06-6989.11-2004
6.	<i>Linear Alkylbenzene Sulfonat</i> (LAS)	mg/L	5.48	0.5	SNI-06-6989.51-2005

Dalam ekotoksikologi, Surfaktan LAS dengan konsentrasi 20-30% dapat menyebabkan toksisitas akut dan kronik pada organisme akuatik yang ditandai dengan kerusakan jaringan pada tikus setelah terjadi kontak kulit lebih dari 15 hari. LAS dengan konsentrasi 25 mg/L menyebabkan ikan dapat bereaksi dengan pola terjadinya peningkatan aktivitas, inaktivitas dan immobilisasi yang berujung pada kematian. Struktur LAS sebagai berikut :



Gambar 4. Struktur LAS $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{O}_3\text{S Na}$ (Budiawan, 2009)

Menurut Komarawidjaja (2004), berdasarkan uji biologi beberapa jenis *microflora* (alga, ikan dan kerang) yang dilakukan di perairan sungai Nil dengan konsentrasi senyawa LAS 0.1 – 10 mg/L membuktikan bahwa alga sangat sensitif terhadap detergen dibandingkan bakteri dan jamur. Pencemaran detergen anionik dan kationik di teluk Eilat laut merahpun menimbulkan dampak negatif dengan konsentrasi LAS 0,82 mg/L yakni dapat menurunkan kemampuan filtrasi dan merusak sel insang kerang *Tapes philippinarum*, menurunkan mortalitas dan perkembangan kerang

Mytilus edulis dan mengganggu pola reproduksi biota perairan dengan mempengaruhi mekanisme produksi *hormone* reproduksi.

Potensi LAS juga sangat berbahaya dan berpengaruh terhadap daya tetas, mortalitas dan abnormalitas pada larva ikan patin dengan konsentrasi LAS 18 mg/L. Konsentrasi LAS sebesar 9 mg/L mengakibatkan matinya telur hingga 98% dan hanya menghasilkan daya tetas sebanyak 2%, selain itu abnormalitas larva ikan patin yang terpapar LAS menunjukkan adanya pembengkokan pada tubuh dan ekor (Supriyono, 2007). LAS akan bersifat lebih toksik apabila bereaksi dan membentuk kompleks dengan polutan lain pada badan air yang mengandung berbagai bahan pencemar (Morrow dkk., 1993). Ketika terjadi kombinasi antara LAS dan Cu dengan konsentrasi Cu yang lebih besar (1 : 2) maka efek toksik yang terjadi memiliki sifat sinergis dimana efek yang sama juga di amati pada kompleks LAS-Cu-*chloramine* yakni semakin besar konsentrasi Cu dan *chloramine* maka toksisitas yang timbul pada *goldfish* juga semakin besar (Hadi dkk., 2019).

STTP pada detergen dapat meningkatkan nutrisi kadar air sehingga memicu pertumbuhan ganggang dalam jumlah yang besar (eutrofikasi) sehingga menyebabkan air menjadi keruh dan beracun. Berbagai kebijakan telah dilakukan dalam menanggulangi eutrofikasi yakni melalui pengolahan tersier namun masih saja menimbulkan dampak pencemaran (Kohler, 2006). Eutrofikasi menyebabkan pertumbuhan mekar *cyanobacteria* dan mikroalga (Reynolds, 1992) yang berdampak pada deoksigenasi perairan,

mengancam spesies ikan langka dan invertebrata, mengancam pertumbuhan alang-alang dan tanaman air lainnya serta menimbulkan dampak tidak langsung pada spesies burung herbivora (Lund, 1990) tidak hanya itu *cyanobacteria* juga menghasilkan bau dan buih yang berbahaya serta beracun (Howard, 1994).

Fosfat dalam air sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik yang sifatnya terlarut, tersuspensi atau terikat dalam sel organisme air. Fosfat terlarut sebagai nutrisi dalam menstimulasi pertumbuhan alga dan rumput-rumput dalam danau, eustaria dan sungai berair tenang (Utomo, 2018). Eutrofikasi akibat pencemaran air oleh limbah laundry baru di sadari saat alga banyak tumbuh pada ekosistem perairan pada awal abad ke 20 (Yusmidiarti, 2016).

Eutrofikasi merupakan pencemaran air yang ditandai dengan munculnya zat hara yang berlebih dalam ekosistem perairan yang mengakibatkan tidak terkontrolnya pertumbuhan tanaman air yang ditandai dengan peningkatan fitoplankton dan ledakan populasi alga. Dimana semakin banyak alga yang tumbuh maka semakin banyak oksigen yang digunakan untuk proses pernapasan alga sehingga oksigen dalam air berkurang akibatnya spesies makhluk hidup berujung pada kematian hingga mengganggu ekosistem perairan (Ikhwan, 2015). Disamping itu, pertumbuhan alga biru mampu memproduksi senyawa beracun yang dapat meracuni badan air (Rumhayati, 2010).

Menurut Utomo (2018), kadar fosfat limbah laundry sebesar 14,148 ppm. Sedangkan menurut peraturan pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran, kandungan total fosfat sebagai fosfat yang di zinkan untuk air golongan II sebesar 0,2 mg/L. Siswandari (2016), menyatakan bahwa kadar fosfat yang berlebih menyebabkan air menjadi keruh dan berbau karena pembusukan lumut-lumut yang mati dimana tanaman pada kondisi eutrop dapat menghabiskan oksigen dalam sungai pada malam hari atau bila tanaman tersebut mati. Pada kondisi siang hari pancaran sinar matahari kedalam air akan berurang sehingga proses fotosintesis yang dapat menghasilkan oksigen juga berkurang.

C. Nyamuk *Aedes aegypti*

Aedes aegypti merupakan jenis nyamuk yang dapat menyebabkan penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) yang banyak terjadi di Indonesia (Nurfadila, 2020). Penyakit demam berdarah dikenal sebagai penyakit yang mematikan sehingga memerlukan suatu cara untuk mencegah penyebaran penyakit ini (Arcani, 2017) dikarenakan penularan penyakit ini sangat berbahaya dan juga dapat menyebabkan kejadian yang luar biasa (KLB) (Budiman, 2015). Tempat perindukan nyamuk *Aedes aegypti* yakni pada air bersih maupun air yang tidak bersih seperti got yang jernih setelah didiamkan (Sayono, 2011).



Gambar 5. Nyamuk *Aedes aegypti* (Anita, 2019)

Peningkatan jumlah kasus DBD dalam setiap tahun selalu mengalami peningkatan. Berbagai upaya yang telah dilakukan oleh pemerintah, ternyata belum efektif baik melalui penyemprotan pestisida (*fogging*) bahkan penggunaan anti nyamuk (Yuliani, 2011). Timbulnya peyebaran penyakit yang di sebabkan oleh serangga dapat diminimalisir dengan menghindari adanya kontak antara manusia. Pengedaliannya dapat dilakukan melalui berbagai cara yakni melalui sanitasi, biologis, mekanis maupun kimiawi. Pada umumnya dalam menanggulangi vektor secara kimiawi lebih banyak dilakukan oleh masyarakat seperti penyemprotan atau pengasapan karena dinilai lebih praktis. Untuk saat ini pengendalian vektor menggunakan insektisida masih menjadi prioritas yang dilakukan baik pemerintah maupun masyarakat. Untuk itu di perlukan suatu model pengendalian secara kimia dengan metode yang lain yang bisa digunakan sewaktu-waktu (Arifah dkk., 2016).

D. Serai

Tanaman serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.) merupakan tanaman yang mengandung senyawa geranion dan sitronelal baik pada batang maupun daun serai yang dapat berfungsi sebagai anti nyamuk dengan konsentrasi ekstrak sebesar 15% dengan rata-rata kematian nyamuk 87,20% (Rasydy, 2020).



Gambar 6. Tanaman serai (Dokumentasi pribadi, 2020)

Ekstrak serai wangi dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan nyamuk *Aedes aegypti* (Rita, 2009). Ekstrak daun serai wangi merupakan insektisida nabati yang paling efektif dalam membunuh nyamuk *Culex sp* dengan berbagai konsentrasi ekstrak serai dan bisa membunuh kutu beras dengan jumlah persentase mortalitas sebanyak 66% (Isnaini, 2015). Hal ini disebabkan karena kandungan bahan aktif yang terkandung pada setiap insektisida berfungsi sebagai pembunuh serangga dengan kandungan minyak atsiri berupa *sitral*,

sitronela, *geraniol*, *mirsenol*, *nerol*, *farnesol*, *metil heptenol* dan *dipentene* yang bersifat racun dan dapat mengurangi kemampuan reproduksi serangga. Kandungan yang paling besar pada ekstrak serai yakni 35% *sitronela* dan 35-40% *geraniol*. Senyawa *sitronela* merupakan racun kontak yang dapat menyebabkan dehidrasi sehingga serangga kehilangan cairan secara terus menerus dan mengakibatkan kematian.

E. Mint

Tanaman mint (*Mentha piperita*) merupakan salah satu jenis tumbuhan yang dapat menghasilkan minyak atsiri dan juga banyak digunakan sebagai bahan baku dalam bidang industri makana, minuman dan bidang kesehatan. Komponen utama dari ekstrak mint yaitu *menthol* dan *menthone* (Pratiwi, 2019).



Gambar 7. Tanaman mint (Dokumentasi pribadi, 2020)

Kandungan senyawa *menthol* dan *menthone* bersifat mematikan bagi serangga dengan cara menghambat proses sintesis protein dimana daun mint dapat membunuh nyamuk dalam waktu 10 menit yang disebabkan oleh kandungan senyawa aktif pada ekstrak yang digunakan, sehingga menyebabkan gangguan metabolisme pada nyamuk. Gangguan metabolisme ini dapat disebabkan melalui proses pernapasan yang kurang sempurna ataupun hormon yang kurang bekerja dengan baik. Gangguan juga disebabkan pada sistem saraf dimana nyamuk menjadi lemas dan tidak dapat bergerak secara aktif (Sastrohamidjojo, 2004). Ekstrak daun mint yang dijadikan sebagai pestisida yakni memiliki aktivasi antiifidan terhadap larva *Crocidolomia pavonana* F dengan indeks antifidan mencapai 58,24% (Hestiana, 2014).

F. Insektisida

Pestisida merupakan suatu zat yang dapat mengendalikan, menolak atau memikat organisme pengganggu atau hama. Jenis pestisida untuk membasmi serangga adalah insektisida. Penggunaan insektisida telah banyak dilakukan dalam berbagai bidang. Dalam bidang kesehatan, baik pemerintah ataupun rumah tangga insektisida digunakan dalam mengendalikan vektor. Kandungan insektisida berupa organofosfat, karbamat termasuk *propoxur*, *piretroid* termasuk jenis *transfultrin*, *d-alletrin*, *permetrin* dan *sipermetrin* dan senyawa DEET, dimana DEET merupakan senyawa yang tidak disarankan pada pemakaian berulang setelah delapan

jam karena dapat menimbulkan keracunan. Beberapa produk insektisida yang beredar di pasaran yaitu insektisida bakar, aerosol, oles, mat dan cair elektrik (Kusumastuti, 2014).

Penggunaan pestisida menimbulkan kontroversi terutama dampak yang ditimbulkan baik dari segi kesehatan masyarakat dan kesehatan lingkungan. Akan tetapi, penggunaan pestisida masih menjadi kebutuhan yang sangat penting dalam rumah tangga demi kesehatan dan kenyamanan hidup dalam menanggulangi penyakit yang disebabkan oleh suatu vektor yang dapat menular pada manusia. Suatu jenis pestisida tidak selalu mencantumkan peringatan adanya dampak keracunan ataupun gangguan kesehatan akibat dari penggunaan pestisida tersebut sehingga diperlukan ketelitian dalam memilih jenis pestisida yang aman bagi manusia dan lingkungan. Efek samping akibat penggunaan pestisida kimiawi terhadap kesehatan masyarakat menimbulkan gejala yang berbeda-beda. Gejala keracunannya seperti sesak nafas, pusing, gatal, mual dan pingsan (Yuliani, 2011).

Pemanfaatan tumbuhan sebagai insektisida nabati dalam mengusir nyamuk bersifat mudah terurai (*bio-degradable*) di alam, tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia karena residu (sisa-sisa zat) mudah hilang (Aseptianova, 2017). Insektisida yang berasal dari tumbuhan tidak memberikan efek samping negatif (Admadi, 2009). Akan tetapi insektisida nabati memiliki kekurangan yakni daya kerjanya relatif lebih lambat, tidak membunuh jasad sasaran secara langsung, kadang-kadang

harus di aplikasikan atau di semprotkan berulang kali serta sifatnya tidak tahan terhadap sinar matahari (Putri, 2017). Menurut Budiman (2015), pemilihan jenis bahan pestisida perlu dipertimbangkan dalam menanggulangi penyakit demam berdarah yakni lebih baik menggunakan bahan nabati sifatnya lebih aman serta ramah lingkungan.

Tabel 2. Matriks penelitian terdahulu

No	Penelitian	Tujuan	Variabel / Metode	Hasil
1.	(Lutfi Mia Wulandari, St. Aisyah Humaerah dkk., 2018) Penambahan Citronella untuk Pemanfaatan Limbah Laundry sebagai Insektisida Serangga dengan Variabel Rasio Antara Komposisi LAS dan Citronella	- Untuk mengetahui komposisi terbaik antara limbah laundry (LAS) dan <i>Citronella</i> sebagai insektisida pembasmi semut hitam - Untuk mengetahui performance insektisida bekerja secara optimal.	1. Variabel kontrol (Jumlah semut = 20 ekor, kadar <i>Citronella</i> = 37, 62%, Volume citronella = 10 ml). Variabel bebas yakni komposisi LAS dan <i>Citronella</i> (2:1 ; 4:1 ; 6:1 ; 8:1), suhu optimal pencampuran (0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C) 2. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen.	Rasio terbaik antara LAS dan <i>Citronella</i> di dapatkan pada rasio 2:1 dengan waktu optimal insektisida untuk membunuh serangga di peroleh pada waktu 10 detik suhu pencampuran 40 °C.
2.	(N. Vahabzadeh, M.R. Hassani dkk., 2018) Pengaruh Sabun Cair dan deterjen Pencuci Piring terhadap Hama Pistachio Psyllid, Agonoscena Pistaciae, Lady bug (Kumbang Koksi) dan <i>Oenopia Conglobata</i> .	Untuk mengetahui pengaruh sabuncair dan deterjen pencuci piring terhadap hama dan efek samping terhadap kutu busuk (<i>Oenopia Conglobata</i> L)	1. Variabel kontrol ditetapkan yakni 3500 ppm untuk setiap perlakuan dan kontrol air. Variabel bebas yakni 3,8,14,21 hari. 2. Metode yang digunakan yakni metode eksperimen dengan tiga kali perlakuan dan tiga ulangan.	Persentase rata-rata kematian untuk sabun cair berturut-turut sesuai variabel bebas yakni 98,92%, 60,74%, 27,90% dan 18,54%. Untuk deterjen pencuci piring adalah 91,17%, 82,46%, 69,11% dan 48,20%.
3.	(I Made Sudarmaja, I Kadek Swastika, 2015) Efektivitas Berbagai Jenis Deterjen sebagai Larvasida <i>Aedes aegypti</i> .	Untuk mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi deterjen terhadap kematian larva <i>Aedes aegypti</i> , dan untuk mengetahui konsentrasi letal LC50, LC90 dan LC95.	1. Variabel kontrol yakni waktu pengamatan 24 jam, wadah yang berisi air sumur dan setiap wadah pengamatan berisi 25 larva <i>Aedes aegypti</i> . Variabel bebas yakni konsentrasi deterjen 0,12 g/l, 0,14 g/l, 0,16 g/l, 0,18 g/l, 0,20 g/l, 0,22 g/l dan 0,24 g/l 2. Metode yang digunakan yakni metode eksperimen dengan rancangan randomized posttest only control group menggunakan 7 kelompok perlakuan. Setiap kelompok diulang sebanyak 5 kali.	Kematian larva <i>Aedes aegypti</i> berdasarkan konsentrasi yakni 37,6% ; 42,4% ; 74,4% ; 85,6% ; 89,6% ; 95,2% dan 100%. Analisis probit menunjukkan LC50 = 0,14 g/l, LC90 = 0,20 g/l dan LC95 = 0,22 g/l.

Lanjutan Tabel 12

No	Penelitian	Tujuan	Variabel / Metode	Hasil
4.	(Sefrinus M.D. Kolo, Georionius Fallo dkk., 2018) Efektivitas Biolarvasida Ekstrak Daun Sirsak dan Serai Wangi terhadap Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .	Untuk mengetahui efektivitas biolarvasida ekstrak daun sirsak dan serai wangi terhadap larva <i>Aedes aegypti</i> .		Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka ekstrak daun sirsak dan serai wangi mampu membunuh larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> yang dapat dijadikan biolarvasida. Ekstrak yang lebih efektif dalam membunuh larva nyamuk adalah daun sirsak dibandingkan ekstrak serai wangi, terlihat pada jumlah persentase kematian larva. Waktu kontak yang efektif dalam membunuh larva adalah 90 menit dengan konsentrasi 2000 ppm dapat membunuh hampir 100% larva.
5.	(Aseptianova, Tutik Fitri Wijayanti, 2017) Efektivitas Pemanfaatan Tanaman Sebagai Insektisida Elektrik Untuk Mengendalikan Nyamuk Penular Penyakit DBD.	Untuk mengetahui efektivitas daun mint, lengkuas, sampiloto, babdotan, daun alpukat, daun salam, pucuk merah dan daun zodia sebagai obat anti nyamuk elektrik terhadap nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .	1. Variabel kontrol yakni jenis nyamuk <i>Aedes aegypti</i> . Variabel bebas terdiri dari 8 jenis tanaman 2. Metode yang digunakan yakni metode eksperimen dengan 3 kali ulangan	Efektivitas mortalitas nyamuk menggunakan daun mint sebesar 51,11% dalam waktu 10 menit, ekstrak alpukat dan daun salam 100% dalam waktu 5 menit, ekstrak lengkuas sebanyak 82,22% dalam waktu 10 menit, ekstrak daun babadotan 8,89% dalam waktu 20 menit. Dari hasil pengamatan tersebut menunjukkan signifikansi sebesar (0,00 < 0,05) yang berarti ekstrak tanaman berpengaruh nyata terhadap mortalitas nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .

Lanjutan Tabel 12

No	Penelitian	Tujuan	Variabel / Metode	Hasil
6.	Muhammad Isnaini, Elfira Rosa Pane dkk., 2015) Pengujian beberapa jenis insektisida nabati terhadap kutu beras (<i>Sitophilus Oryzae</i> L)	Untuk mengetahui kinerja dan efektivitas insektisida nabati dalam membasmi <i>Sitophilus oryzae</i> L.	1. Variabel kontrol A0 = Kontrol. Variabel bebas yaitu A1 = 15g tepung sirsak, A2 = 15g tepung daun serai, A3 = 15g tepung daun jeruk, A4 = 15g tepung daun mengkudu 2. Metode yang digunakan yakni kuantitatif deskriptif dengan metode eksperimen menggunakan pola rancangan acak lengkap (RAL)	Penggunaan insektisida nabati dari daun sirsak, serai, jeruk (mengkudu mampu membunuh kutu besar (<i>Sitophilus Oryzae</i> L) dan terdapat dua jenis insektisida nabati yang sangat efektif untuk membunuh kutu beras yaitu daun serai dan daun mengkudu. Hal ini dapat diketahui berdasarkan hasil uji anova yang menyatakan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ (5% / 1 %) yaitu $79,57 > 2,67 / 4,43$. Pemberian bubuk pestisida nabati sebagai seedtreatment pada beras dapat melindungi, menghambat kehilangan berat beras dan berat masih dapat digunakan setelah 21 hari perlakuan.
7.	Magdalena Riris, Miranti Umar dkk., (2019) Uji Efektivitas Repellent Minyak Atsiri Daun Serai Wangi yang dikombinasikan dengan Minyak Atsiri Daun Kayu Putih dan VCO terhadap Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .	Untuk menguji Efektivitas Repellent minyak atsiri daun kayu putih yang dikombinasikan dengan minyak atsiri daun serai wangi terhadap nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .	1. Variabel Kontrol = jumlah sampel nyamuk sebanyak 500 terdiri dari 3 kelompok perlakuan. Variabel bebas yakni komposisi antara VCO : ekstrak daunserai wangi : ekstrak kayu putih. Komposisi A (1:1:3), B (1:3:1), C (1:1:3). 2. Rancangan Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan	Minyak atsiri daun serai wangi yang dikombinasikan dengan kayu putih memiliki efek repellent pada nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dimana total daya tolak nyamuk yang paling efektif adalah pada kombinasi B (1:3:1) DAN c (1:1:3) dengan total daya proteksi terhadap nyamuk selama 4 jam sebesar 83%.

A. Hipotesis Penelitian

Adapun Hipotesis dari penelitian ini yaitu :

Pengaruh limbah laundry terhadap kematian serangga uji

H₀ : Tidak terdapat pengaruh limbah laundry dengan berbagai konsentrasi LAS terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*.

H₁ : Terdapat pengaruh limbah laundry dengan berbagai konsentrasi LAS terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*.

Pengaruh limbah laundry dan ekstrak serai terhadap kematian serangga uji

H₀ : Tidak terdapat pengaruh penambahan ekstrak daun serai pada limbah laundry sebagai insektisida alternatif dalam menanggulangi populasi nyamuk *Aedes aegypti*.

H₁ : Terdapat pengaruh penambahan ekstrak daun serai pada limbah laundry sebagai insektisida alternatif dalam menanggulangi populasi nyamuk *Aedes aegypti*.

Pengaruh limbah laundry dan ekstrak mint terhadap kematian serangga uji

H₀ : Tidak terdapat pengaruh penambahan ekstrak daun mint pada limbah laundry sebagai insektisida alternatif dalam menanggulangi populasi nyamuk *Aedes aegypti*.

H₁ : Terdapat pengaruh penambahan ekstrak daun mint pada limbah laundry sebagai insektisida alternatif dalam menanggulangi populasi nyamuk *Aedes aegypti*.

B. Defenisi Operasional

Tabel 3. Defenisi Operasional

No.	Variabel	Defenisi Operasional	Variabel Amatan
1	Limbah cair laundry	Limbah cair laundry merupakan limbah cair yang diperoleh dari jasa pencucian pakaian.	Kemampuan daya bunuh limbah laundry terhadap nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .
2	Insektisida alternative	Merupakan salah satu jenis pestisida yang berasal dari limbah laundry dengan memanfaatkan senyawa LASnya yang bersifat toksik dengan menambahkan ekstrak minyak atsiri.	Kemampuan daya bunuh terhadap nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dengan berbagai variasi konsentrasi dan jenis minyak atsiri.
3	<i>Aedes aegypti</i> Linn	Merupakan salah satu vektor penyebab penyakit demam berdarah	Mengamati waktu optimum nyamuk <i>Aedes aegypti</i> mati saat disemprotkan dengan insektisida alternatif.
4	Populasi	Merupakan kumpulan individu sejenis yang berada pada wilayah tertentu.	Mengamati jumlah populasi nyamuk <i>Aedes aegypti</i> yang mati saat terjadi kontak langsung dengan insektisida alternatif.
5	Ekstrak serai wangi	Merupakan senyawa kimia yang diekstrak dari daun serai alamiah yang memiliki bau khas dan dapat digunakan untuk menghindari gigitan nyamuk	Kemampuan toksisitas daun serai terhadap daya bunuh nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .
6	Ekstrak mint	Merupakan senyawa kimia yang diekstrak dari daun mint dan mengandung senyawa toksik bagi organisme.	Kemampuan toksisitas daun mint terhadap daya bunuh nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .