

PEMBERIAN TAMBAHAN PAKAN NABATI DAUN PEPAYA (*Carica papaya* L.) SEBAGAI ANTIBIOTIK ALAMI TERHADAP KADAR LEUKOSIT IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*) YANG DIINFEKSI BAKTERI (*Aeromonas hydrophila*)

(Skripsi)

Oleh

**FADHILAH LAILLATUL ZAHRA
NPM 2017021062**



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

ABSTRAK

PEMBERIAN TAMBAHAN PAKAN NABATI DAUN PEPAYA (*Carica papaya* L.) SEBAGAI ANTIBIOTIK ALAMI TERHADAP KADAR LEUKOSIT IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*) YANG DIINFEKSI BAKTERI (*Aeromonas hydrophila*)

Oleh

FADHILAH LAILLATUL ZAHRA

Budidaya ikan air tawar saat ini menghadapi tantangan penyakit akibat kerusakan lingkungan, salah satunya infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. Pemberian antibiotik kimia secara terus menerus dapat menimbulkan resistensi, sehingga dibutuhkan alternatif alami seperti daun pepaya (*Carica papaya* L.) yang mengandung senyawa aktif antimikroba, proteolitik, dan imunomodulator untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian tambahan pakan nabati daun pepaya sebagai antibiotik alami terhadap kadar leukosit dan diferensial leukosit ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) yang diinfeksi *A. hydrophila*, serta untuk mengetahui senyawa yang terkandung dalam larutan daun pepaya dengan uji FTIR. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas 6 perlakuan: KN, K(-) (Kontrol Negatif), K(+) (Kontrol Positif), P1 (16 ml/kg), P2 (18 ml/kg), P3 (20 ml/kg) masing-masing dengan 3 ulangan. Parameter utama yang diamati adalah jumlah leukosit (sel/mm^3) dan diferensial (limfosit, monosit, dan neutrofil). Parameter penunjang, yaitu kualitas air (suhu, DO, dan pH). Data yang diperoleh pada saat penelitian berupa kadar leukosit dan diferensial leukosit (limfosit, monosit, dan neutrofil) dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Hasil analisis FTIR larutan daun pepaya terbukti mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin dan tanin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian larutan daun pepaya berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar leukosit ikan gurami pada konsentrasi P3 (20 ml/kg), tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap diferensial leukosit (limfosit, monosit, neutrofil). Kualitas air berada dalam kisaran normal diantaranya suhu ($25,7^{\circ}\text{C}$ - $26,3^{\circ}\text{C}$), pH (7,56-8,01), dan DO (5.55 ppm - 5.72 ppm).

Kata kunci: Daun pepaya (*Carica papaya* L.), Ikan gurami (*Osphronemus gouramy*), Leukosit

ABSTRACT

THE ADDITION OF PAPAYA LEAF (*Carica papaya* L.) AS NATURAL ANTIBIOTIC IN THE DIET ON THE LEUKOCYTE LEVELS OF GOURAMI (*Osphronemus gouramy*) INFECTED WITH *Aeromonas hydrophila*

By

FADHILAH LAILLATUL ZAHRA

Freshwater fish farming currently faces disease challenges due to environmental degradation, one of which is infection by the bacterium *Aeromonas hydrophila*. Continuous use of chemical antibiotics can lead to resistance; therefore, natural alternatives are needed, such as papaya leaves (*Carica papaya* L.), which contain active antimicrobial, proteolytic, and immunomodulatory compounds to enhance the immune system. This study aimed to determine the effect of supplementing fish feed with papaya leaves as a natural antibiotic on the leukocyte count and leukocyte differential of giant gourami (*Osphronemus gouramy*) infected with *A. hydrophila*, as well as to identify the compounds contained in papaya leaf extract using FTIR analysis. The study employed an experimental method with a Completely Randomized Design (CRD), consisting of six treatments: KN, K(-) (Negative Control), K(+) (Positive Control), P1 (16 ml/kg), P2 (18 ml/kg), and P3 (20 ml/kg), each with three replications. The main parameters observed were total leukocyte count (cells/mm³) and differential leukocytes (lymphocytes, monocytes, and neutrophils). Supporting parameters included water quality (temperature, DO, and pH). Data on leukocyte counts and leukocyte differential (lymphocytes, monocytes, and neutrophils) were analyzed using ANOVA followed by the Least Significant Difference (LSD) test at a 5% significance level. FTIR analysis of papaya leaf extract confirmed the presence of alkaloids, flavonoids, saponins, and tannins. The results showed that papaya leaf extract significantly increased the leukocyte count of giant gourami at the P3 concentration (20 ml/kg) but had no significant effect on leukocyte differential (lymphocytes, monocytes, neutrophils). Water quality parameters remained within the normal range, including temperature (25.7°C–26.3°C), pH (7.56–8.01), and DO (5.55–5.72 ppm).

Keywords: Papaya leaf (*Carica papaya* L.), Gourami (*Osphronemus gouramy*), Leukocytes

PEMBERIAN TAMBAHAN PAKAN NABATI DAUN PEPAYA (*Carica papaya* L.) SEBAGAI ANTIBIOTIK ALAMI TERHADAP KADAR LEUKOSIT IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*) YANG DIINFEKSI BAKTERI (*Aeromonas hydrophila*)

Oleh

FADHILAH LAILLATUL ZAHRA

Skripsi

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

Pada

**Program Studi S1 Biologi
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



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

Judul Penelitian : PEMBERIAN TAMBAHAN PAKAN NABATI DAUN
PEPAYA (*Carica papaya* L.) SEBAGAI ANTIBIOTIK
ALAMI TERHADAP KADAR LEUKOSIT IKAN
GURAMI (*Osphronemus gouramy*) YANG DIINFEKSI
BAKTERI (*Aeromonas hydrophila*)

Nama Mahasiswa : *Fadhilah Laillatul Zahra*

NPM : 2017021062

Program Studi : S1 Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Endang Linirin Widiastuti, Ph.D.
NIP. 196106111986032001

Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed.
NIP. 196405171988032001

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Unila

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

MENGESAHKAN

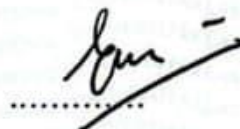
1. Tim Penguji
Ketua

: Prof. Endang Linirin Widiastuti, Ph.D.



Sekretaris

: Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.



Penguji Utama

: Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 04 Agustus 2025

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadhilah Laillatul Zahra
Nomor Pokok Mahasiswa : 2017021062
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul “Pemberian Tambahan Pakan Nabati Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) sebagai Antibiotik Alami terhadap Kadar Leukosit Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) yang Diinfeksi Bakteri (*Aeromonas hydrophila*)” adalah benar karya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang saya dapatkan. Selanjutnya saya juga tidak berkeberatan jika Sebagian atau keseluruhan data didalam skripsi saya tersebut digunakan oleh dosen dan atau program studi untuk kepentingan publikasi, sepanjang nama saya dicantumkan.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandarlampung, 04 Agustus 2025



Fadhilah Laillatul Zahra

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Fadhillah Laillatul Zahra, atau akrab disapa Dhila, dilahirkan di Lampung Tengah 24 tahun silam pada tanggal 11 Desember 2001 sebagai anak pertama dari dua bersaudara, buah hati Bapak Sutriono dan Ibu Musiarsih. Penulis bertempat tinggal di Tawan Indah, RT/RW 001/003, Lebu Dalem, Menggala Timur, Kab.

Tulang Bawang. Penulis mulai menempuh pendidikan pertamanya di di RA. Nurul Bahri pada tahun 2006-2007, selanjutnya penulis menempuh Pendidikan sekolah dasar di SDN 01 Bawang Tirto Mulyo pada tahun 2008-2014, lalu penulis menempuh Pendidikan tingkat menengah di SMPIT Baitul Muslim pada tahun 2014-2017. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikannya di MAS Al-Fatah Natar pada tahun 2017 hingga lulus di tahun 2020. Penulis menyelesaikan Pendidikan pada perguruan tinggi dan meraih gelar Sarjana Sains pada tahun 2025.

Pada tahun 2020, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menempuh pendidikan di kampus, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Zoologi Vetebrata pada tahun 2022 dan 2023, serta Genetika pada tahun 2023. Penulis aktif mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) sebagai anggota divisi Dana dan Usaha pada tahun 2020-2022.

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) pada bulan Januari 2023 sampai dengan Februari 2023 di Balai Karantina Pertanian Kelas I Bandarlampung dengan judul **“Identifikasi Cemarkan Bakteri *Salmonella* sp.**

Pada Bahan Baku Pakan Ternak di Balai Karantina Pertanian Kelas I Bandarlampung". Kemudian pada pertengahan tahun 2023 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Pasar Baru, Kecamatan Kedondong, Kabupaten Pesawaran selama 40 hari pada bulan Juni sampai Agustus. Selanjutnya, penulis melaksanakan penelitian dengan judul **"Pemberian Tambahan Pakan Nabati Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) sebagai Antibiotik Alami terhadap Kadar Leukosit Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) yang Diinfeksi Bakteri (*Aeromonas hydrophila*)"** pada bulan Februari - Maret 2024 di Laboratorium MIPA Terpadu dan Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

MOTTO

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan”

(Q.S Al-Mujadalah : 11)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Dia mendapat (pahala) dari kebajikan yang dikerjakannya dan dia mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya.”

(Q.S Al-Baqarah : 286)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah, 94 : 5-6)

“Aku (Allah) sesuai dengan persangkaan hamba-Ku pada-Ku. Maka, berprasangkalah kepada-Ku menurut apa yang dikehendakinya”

(H.R Abu Hurairah)

“Teruslah melangkah nak, perjuangkan apa yang kamu impikan, raihlah apa yang menjadi cita-citamu, tapi pastikan Allah selalu bersamamu agar setiap langkah yang kamu kerjakan menjadi berkah dan dipermudah oleh Allah”

(Ibu & Bapak)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmannirrahim

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih dan maha penyayang Puji syukur kepada Allah Subhanahu wa ta'ala atas berkat rahmat, ridho dan karunia-Nya yang selalu Ia berikan.

Kupersembahkan karya kecilku ini sebagai tanda cinta, terima kasih, dan penghargaan yang tulus kepada:

Kedua Orang Tua Tercinta

Superhero dan panutanku Ayahanda tercinta Bapak Sutriono dan pintu surgaku Ibu Musiarsih yang senantiasa memberikan kasih sayang, cinta, dukungan baik moral maupun material, dan motivasi, serta tiada hentinya memberikan doa untukku sampai pada hari ini aku dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi. Menjadi suatu penghargaan terbesar memiliki orang tua yang mendukung anaknya secara penuh untuk menggapai cita-cita. Terima kasih Pak, Bu yang selalu berkorban tanpa mengenal lelah untuk kebahagiaan dan kesuksesanku kelak. Terima kasih Bapak dan Ibu telah membuktikan kepada dunia bahwa aku mampu untuk meraih gelar Sarjana Sains.

Adik Tersayang

Adikku satu-satunya Salsabila Dzahabiyah yang tersayang, terima kasih selalu menjadi tempat bercerita, berkeluh kesah, dan memberikan dukungan, serta semangat.

Para Ibu Dosen

Dengan segala hormat kepada Ibu Prof. Endang Linirin Widiastuti, Ph.D., Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed., dan Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc. Terima kasih atas bimbingan dan arahnya selama ini.

Sahabat dan Teman-Teman Jurusan Biologi

Terima kasih telah menemani dan saling berbagi semangat dan kebersamaan yang sangat berharga.

Almamater tercinta Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan terhadap kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemberian Tambahan Pakan Nabati Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) sebagai Antibiotik Alami terhadap Kadar Leukosit Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) yang Diinfeksi Bakteri (*Aeromonas hydrophila*)”**. Penyusunan skripsi ini merupakan syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung. Dalam proses penulisan skripsi ini, sangat banyak pihak yang membantu dan mendukung penulis yang juga berperan memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan laporan ini. Untuk hal tersebut penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Endang Linirin Widiastuti, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, kritik, saran, perhatian yang berlimpah, serta ilmunya dengan sabar dari sebelum penelitian dimulai hingga terselesaikannya skripsi ini.
2. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta membagikan ilmunya selama proses penulisan hingga penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc., selaku Dosen Pembahas. Terima kasih atas bimbingan, masukan, kritikan dan kesabaran yang diberikan selama proses perbaikan penulisan skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani D.E.A.IPM selaku Rektor Universitas Lampung Periode (2023-2027).

5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Jani Master S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.
7. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si., selaku Ketua Program Studi S1 Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.
8. Ibu Dzul Fitria Mumtazah, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu membantu juga membimbing penulis selama masa perkuliahan.
9. Bapak dan Ibu Dosen, serta seluruh staff Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, khususnya di Jurusan Biologi yang tidak hanya memberikan ilmu namun juga mengajarkan arti kehidupan
10. Kedua orang tua saya Bapak Sutriono dan Ibu Musiarsih, sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terimakasih saya persembahkan karya kecil ini untuk orang hebat yang sudah banyak memberikan doa, dukungan dalam bentuk motivasi, bantuannya baik secara moril maupun materil, cinta dan kasih sayang yang tiada henti pada anaknya. Serta adik saya Salsabila Dzahabiyah yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
11. Teman-teman terdekat saya, Rizki Sahrani, Siska Nabila Azahra, Nurul Azizah, Sasi Rahmawati, Nadira Shofi Marsalina, dan M. Reza Angga Wijaya yang selalu memberikan saya dukungan dan semangat kepada penulis.
12. Sahabat-sahabat seperjuangan, Tazranisa Indy Irawan, Salma Salsabila, Raisa Rahmi Putri Asrul Rusadi, Annisa Nurul Sa'diah, dan Dwiki Renda Nugraha yang telah kebersamai setiap waktu, berbagi cerita, dan memberi warna di kehidupan perkuliahan serta menemani penulis melewati suka dan duka selama masa perkuliahan di Program Studi S1 Biologi.

13. Almamater tercinta Universitas Lampung dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian dan penyusunan skripsi.
14. Seluruh teman-teman Jurusan Biologi Angkatan 2020.
15. Semua pihak yang telah terlibat dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis.
16. Fadhilah Laillatul Zahra, kepada diri saya sendiri. Apresiasi yang sebesar besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang sudah dimulai. Terimakasih sudah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini, mampu mengendalikan diri dari emosi dalam semua tekanan dan tidak pernah memutuskan untuk mengatakan menyerah dalam keadaan sesulit apapun, serta senantiasa menikmati setiap proses yang dilalui dalam penyusunan skripsi ini, sehingga dapat menyelesaikan dengan baik dan semaksimal mungkin. Terimakasih sudah bertahan, ini merupakan langkah awal untuk berproses menjadi hebat!

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penelitian skripsi ini, karena dengan segala keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang masih harus penulis tingkatkan lagi agar bisa lebih baik kedepannya. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diperlukan dalam penulisan dikemudian hari.

Bandar Lampung, 04 Agustus 2025
Penulis,

Fadhilah Laillatul Zahra

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Manfaat.....	4
1.4 Kerangka Pikir.....	4
1.5 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Ikan Gurami (<i>Osphronemus gouramy</i>).....	7
2.1.1 Klasifikasi Ikan Gurami.....	7
2.1.2 Kebiasaan Makanan Ikan Gurami.....	9
2.2 Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	9
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Bakteri <i>A. hydrophila</i>	9
2.2.2 Pertumbuhan dan Perkembangbiakan Bakteri <i>A. hydrophila</i>	11
2.2.3 Patogenitas Bakteri <i>A. hydrophila</i>	11
2.2.4 Infeksi Bakteri <i>A. hydrophila</i>	12
2.3 Daun pepaya (<i>Carica papaya</i> L.)	13
2.3.1 Klasifikasi Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	13
2.3.2 Morfologi dan Habitat Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	13
2.3.3 Manfaat dan Kegunaan Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	15
2.3.4 Bahan Aktif Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	15
2.4 Leukosit	17
2.4.1 Neutrofil.....	18
2.4.2 Limfosit.....	18

2.4.3 Monosit.....	19
III.METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Rancangan Penelitian	21
3.4 Prosedur Penelitian.....	22
3.4.1 Persiapan Wadah.....	22
3.4.2 Larutan Daun Pepaya dan Pakan Uji.....	22
3.4.3 Uji FTIR Larutan Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	23
3.4.4 Penginfeksian Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	24
3.4.5 Pengambilan Sampel Darah Ikan Gurami.....	25
3.4.6 Perhitungan Leukosit.....	25
3.4.7 Diferensial Leukosit.....	26
3.5 Parameter Uji.....	27
3.5.1 Parameter Utama.....	27
3.5.1 Parameter Penunjang.....	27
3.6 Analisis Data.....	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Hasil.....	29
4.1.1 Leukosit Ikan Gurami.....	29
4.1.2 Limfosit Ikan Gurami.....	31
4.1.3 Monosit Ikan Gurami.....	32
4.1.4 Neutrofil Ikan Gurami.....	33
4.1.5 Kualitas Air.....	35
4.1.6 FTIR Larutan Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	35
4.2 Pembahasan.....	37
4.2.1 Leukosit Ikan Gurami.....	37
4.2.2 Limfosit Ikan Gurami.....	38
4.2.3 Monosit Ikan Gurami.....	39
4.2.4 Neutrofil Ikan Gurami.....	40
4.2.5 Kualitas Air.....	41
4.2.6 FTIR Larutan Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	42

V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Peningkatan Jumlah Leukosit pada Ikan Gurami Selama Penelitian.....	29
2. Peningkatan Jumlah Limfosit pada Ikan Gurami Selama Penelitian.....	31
3. Parameter Kualitas Air Selama Penelitian Ikan Gurami	35
4. Hasil FTIR Larutan Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	36
5. Jumlah Leukosit Ikan Gurami pada Awal Penelitian (Setelah Aklimatisasi)..	53
6. Jumlah Leukosit Ikan Gurami Pasca Diinfeksi (Setelah Perendaman Selama 24 Jam).....	54
7. Jumlah Leukosit Ikan Gurami pada Akhir Penelitian (Hari ke-14 Setelah Diinfeksi)	54
8. Uji Normalitas pada Leukosit Ikan Gurami Selama Penelitian.....	54
9. Uji Anova pada Leukosit Ikan Gurami Selama Penelitian.....	55
10. Uji BNT pada Leukosit Ikan Gurami Selama Penelitian	55
11. Jumlah Limfosit Ikan Gurami pada Awal Penelitian (Setelah Aklimatisasi).	56
12. Jumlah Limfosit Ikan Gurami Pasca Diinfeksi (Setelah Perendaman Selama 24 Jam).....	57
13. Jumlah Limfosit Ikan Gurami pada Akhir Penelitian (Hari ke-14 Setelah Diinfeksi)	57
14. Uji Normalitas pada Limfosit Ikan Gurami Selama Penelitian.....	57
15. Uji Anova pada Limfosit Ikan Gurami Selama Penelitian.....	58
16. Uji BNT pada Limfosit Ikan Gurami Selama Penelitian.....	58
17. Jumlah Monosit Ikan Gurami pada Awal Penelitian (Setelah Aklimatisasi) ..	59
18. Jumlah Monosit Ikan Gurami Pasca Diinfeksi (Setelah Perendaman Selama 24 Jam).....	59
19. Jumlah Monosit Ikan Gurami pada Akhir Penelitian (Hari ke-14 Setelah Diinfeksi)	60
20. Jumlah Neutrofil Ikan Gurami pada Awal Penelitian (Setelah Aklimatisasi)..	60
21. Jumlah Neutrofil Ikan Gurami Pasca Diinfeksi (Setelah Perendaman Selama 24 Jam).....	60
22. Jumlah Neutrofil Ikan Gurami pada Akhir Penelitian (Hari ke-14 Setelah Diinfeksi)	60

23. Data Kualitas Air (pH) Selama Penelitian.....	61
24. Data Kualitas Air (Suhu) Selama Penelitian.....	61
25. Data Kualitas Air (DO) Selama Penelitian.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Gurami (<i>Osphronemus goramy</i>)	7
2. Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	9
3. Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.)	13
4. Sel Neutrofil Ikan Gurami.....	17
5. Sel Limfosit Ikan Gurami	18
6. Sel Monosit Ikan Gurami.....	18
7. Bilik Hitung Darah	26
8. Peningkatan Jumlah Monosit pada Ikan Gurami Selama Penelitian.....	32
9. Peningkatan Jumlah Neutrofil pada Ikan Gurami Selama Penelitian.....	34
10. Spektrum FTIR Larutan Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.)	36
11. 50 g Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	52
12. Larutan Daun Pepaya Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.)	52
13. Tambahan Pakan Nabati Daun Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.)	52
14. Ikan Gurami (<i>Osphronemus gouramy</i>) Ukuran 11-12 cm.....	52
15. Pengambilan Darah Ikan Gurami	53
16. Sampel Darah Ikan Gurami.....	53
16. Akuarium Pemeliharaan Ikan.....	53

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan Gurami merupakan spesies asli tersebar di berbagai pulau di Indonesia. Ikan gurami (*Osphronemus goramy*) adalah salah satu jenis ikan air tawar yang memiliki nilai ekonomi yang signifikan. Ikan ini dikenal dengan dagingnya yang memiliki tekstur yang enak dan lezat. Ikan Gurami selain memiliki nilai ekonomi yang tinggi, juga memiliki kandungan protein tinggi dan rendah lemak, sehingga sangat diminati. Tingginya permintaan pasar terhadap ikan Gurami telah menyebabkan harga ikan ini di pasar menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan ikan air tawar lainnya yang dipelihara dalam kolam. Oleh karena itu, ikan Gurami telah menjadi salah satu komoditas yang sangat menonjol dalam sektor perikanan air tawar. Meskipun banyak yang berpendapat bahwa pertumbuhan ikan Gurami lambat, namun sebenarnya hal ini tidak selalu benar. Pertumbuhan ikan Gurami dapat dipercepat dengan perawatan yang terarah dan pemberian pakan berkualitas serta berkelanjutan (Arifin *et al.*, 2017).

Ikan gurami adalah salah satu ikan air tawar yang banyak dipelihara dan dibudidayakan oleh para petani maupun masyarakat umum. Petani banyak mengembangkan budidaya ikan gurami karena ada permintaan pasar yang tinggi dan perawatannya relatif sederhana. Budidaya ikan air tawar menghadapi tantangan akibat kerusakan kondisi lingkungan. Dalam pemeliharaan ikan, kondisi kualitas air harus diperhatikan dan disesuaikan dengan kebutuhan optimal bagi pertumbuhan ikan yang dipelihara. Kualitas air yang buruk dan kerusakan lingkungan dapat menyebabkan

penyebaran virus dan penyakit pada ikan. Parameter kualitas air maupun parameter fisika, kimia dan biologi. Ketiga sifat yaitu sifat fisik, kimia dan biologi saling mempengaruhi dan bahkan saling berinteraksi (Handajani dan Samsundari 2010).

Penyakit pada ikan dapat timbul karena berbagai jenis patogen, seperti virus, parasit, jamur, dan bakteri (Luturmas, 2014). Salah satu agen penyebab penyakit bakterial pada ikan budidaya air tawar adalah *Aeromonas hydrophila* (Stratev dan Odeyemi, 2017). Bakteri *Aeromonas hydrophila* menggunakan sistem *quorum sensing* sebagai pengontrol virulensinya terhadap organisme lain, sehingga sistem *quorum sensing* dapat dijadikan sebagai target untuk agen pada bakteri (Sari *et al.*, 2013). Menurut Amanu *et al.* (2014), *Aeromonas hydrophila* dapat dikendalikan dengan menggunakan antibiotik melalui berbagai metode seperti suntikan, perendaman, atau pencampuran dengan pakan. Penerapan metode ini telah sering digunakan dalam praktik perikanan budidaya dan dianggap sebagai cara yang paling efektif untuk mengatasi masalah ini (Bako *et al.*, 2019).

Penggunaan antibiotik berupa bahan kimia sebagai pengobatan untuk ikan yang sakit ternyata memberikan efek yang kurang baik bagi lingkungan dan ikan itu sendiri. Semakin lama terpapar antibiotik akan menyebabkan bakteri tersebut resisten terhadap antibiotik yang diberikan. Organisme di sekitar tempat budidaya tersebut akan berpeluang untuk terjadinya mutasi. Penggunaan bahan alami dapat dilakukan untuk menghambat sistem *quorum sensing* bakteri sebagai alternatif untuk mengatasi infeksi tanpa menggunakan agen yang dapat menyebabkan resistensi bakteri (Azhar *et al.*, 2020).

Bahan-bahan alami dipilih karena lebih ramah lingkungan, dan tidak menimbulkan resistensi bakteri. Salah satu bahan alami yang dapat dijadikan alternatif adalah tumbuhan pepaya (*Carica papaya* L.). Tumbuhan pepaya (*Carica papaya* L.) memiliki beragam manfaat dalam bidang pengobatan dan pengatasi berbagai penyakit. Tumbuhan pepaya adalah salah satu tumbuhan yang daunnya dapat berfungsi sebagai obat

alami dengan sifat antimikroba. Daun pepaya mengandung berbagai bahan kimia seperti tanin, alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin, dan alkaloid karpain (Tuntun, 2016). Menurut Unaeze *et al.*, (2018), ekstrak metanol dari daun pepaya tidak hanya mengandung berbagai senyawa fenol seperti asam protocatechuic, asam p-coumaric, 5,7-dimethoxycoumarin, asam kafeat, kaempferol, kuersetin, dan asam klorogenik, tetapi juga mengandung banyak metabolit sekunder lainnya.

Senyawa utama yang ditemukan dalam pepaya adalah chymopapain dan papain, yang berperan dalam meningkatkan proses pencernaan. Papain sering digunakan untuk mengobati radang sendi dan merupakan enzim proteolitik yang memiliki banyak aplikasi dalam industri. Dalam hal sifat antimikroba, pepaya juga mengandung senyawa kimia karpain, yang berperan dalam membunuh mikroorganisme yang sering mengganggu saluran pencernaan. Di samping itu, daun pepaya juga mengandung enzim papain yang memiliki aktivitas proteolitik dan sifat antimikroba. Daun pepaya dapat berperan sebagai immunomodulator yang meningkatkan sistem kekebalan tubuh yang dapat dilihat dengan pemeriksaan kadar leukosit. Pemberian ekstrak daun pepaya melalui pakan dapat mengurangi serangan bakteri *A. hydrophila* dan meningkatkan tingkat kelangsungan hidup ikan sebanyak 91,67% (Sumarni, 2011).

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh pemberian tambahan pakan nabati daun pepaya sebagai antibiotik alami terhadap leukosit ikan gurami yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*.
2. Mengetahui pengaruh pemberian tambahan pakan nabati daun pepaya sebagai antibiotik alami terhadap diferensial leukosit (limfosit,

monosit, neutrofil) ikan gurami yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*.

3. Mengetahui gugus fungsi senyawa kimia yang terdapat dalam larutan daun pepaya (*Carica papaya* L.) dengan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

1.3 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pemberian tambahan pakan nabati daun pepaya sebagai antibiotik alami terhadap kadar leukosit ikan gurami yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang penyakit dan kesehatan ikan kedepannya.

1.4 Kerangka Pikir

Ikan gurami (*Osphronemus goramy*) adalah salah satu jenis ikan air tawar yang memiliki nilai ekonomi yang signifikan. Tingginya permintaan pasar terhadap ikan gurami telah menyebabkan harga ikan ini di pasar menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan ikan air tawar lainnya. Petani banyak yang mengembangkan budidaya ikan gurami karena permintaan pasar yang tinggi dan perawatannya relatif sederhana, namun budidaya ikan air tawar menghadapi tantangan akibat kerusakan kondisi lingkungan, misalnya kualitas air yang buruk dan kerusakan lingkungan dapat menyebabkan penyebaran virus dan penyakit pada ikan.

Salah satu agen penyebab penyakit bakterial pada ikan budidaya air tawar adalah *Aeromonas hydrophila*. *Aeromonas hydrophila* dapat dikendalikan dengan menggunakan antibiotik alami melalui metode pencampuran dengan pakan. Salah satu tumbuhan yang dapat berfungsi sebagai obat

alami dengan sifat antimikroba adalah daun pepaya, karena daun pepaya mengandung berbagai bahan kimia seperti tanin, alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin, dan alkaloid karpain. Daun pepaya dapat berperan sebagai immunomodulator yang meningkatkan sistem kekebalan tubuh yang dapat dilihat dengan pemeriksaan kadar leukosit.

Parameter utama dalam penelitian ini dilihat dari kadar leukosit pada sampel darah ikan gurami. Pemeriksaan kadar leukosit dilakukan pada awal penelitian, pasca diinfeksi bakteri *A. hydrophila*, dan pada akhir penelitian setelah diberi pakan dengan tambahan larutan daun pepaya. Parameter penunjang diamati melalui kualitas air yang meliputi suhu, kadar oksigen terlarut (DO), dan pH. Data yang diperoleh tersebut dapat dijadikan gambaran mengenai kadar leukosit ikan gurami yang terinfeksi bakteri *A. hydrophila*.

Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan penelitian mengenai Pemberian Tambahan Pakan Nabati Daun Pepaya sebagai Antibiotik Alami terhadap Kadar Leukosit Ikan Gurami yang Diinfeksi Bakteri (*Aeromonas hydrophila*). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pemberian tambahan pakan nabati daun pepaya sebagai antibiotik alami terhadap ikan gurami yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. dan diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang penyakit dan kesehatan ikan kedepannya.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pemberian tambahan pakan daun pepaya dapat meningkatkan kadar leukosit ikan gurami yang diinfeksi bakteri *A. hydrophila*

2. Pemberian tambahan pakan daun pepaya dapat meningkatkan kadar diferensial leukosit (limfosit, monosit, neutrofil) ikan gurami yang diinfeksi bakteri *A. hydrophila*

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*)

2.1.1 Klasifikasi Ikan Gurami

Ikan gurami merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang sudah lama dikenal dan dibudidayakan di Indonesia. Sejak tahun 1802, ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) telah dikenal sebagai ikan hias dan bahan makanan. Karena kepopulerannya sebagai bahan makanan, ikan gurami banyak dibudidayakan oleh masyarakat.

Menurut Froese dan Pauly (2017), klasifikasi ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Pisces
Bangsa	: Labyrinthici
Suku	: Anabantidae
Marga	: <i>Osphronemus</i>
Jenis	: <i>Osphronemus gouramy</i>

Menurut Patmawati *et al.* (2022), gurami memiliki ciri-ciri fisik yang khas, yaitu bentuknya pipih, agak lonjong, memiliki sisik yang kuat, besar, dan tepian agak kasar pada sisik kepala. Ciri lainnya adalah mulutnya kecil, memiliki gigi-gigi kecil, agak miring, dan tidak tepat di bawah bibir. Memiliki alat peraba, yaitu sepasang benang yang panjang yang terletak dibagian bawah

tubuhnya. Jika dilihat secara langsung, secara fisik, ikan gurami dewasa jelas berbeda dengan ikan gurami muda yaitu dari perbedaan segi ukuran tubuh, warna, bentuk kepala serta dahi (Gambar 1). Gurami jantan memiliki tutup insang yang berwarna kekuningan, dengan dasar sirip dada yang lebih putih dan warna hitam yang lebih cerah. Sementara itu, pada gurami betina, tutup insangnya berwarna putih kecoklatan, dengan dasar sirip dada yang berwarna hitam, dan tubuhnya memiliki warna yang relatif lebih terang.



Gambar 1. Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*)
(Patmawati *et al.*, 2022)

Habitat asli gurami yaitu terdapat pada rawa dataran rendah yang berair dalam. Ikan ini bersifat sangat peka terhadap suhu rendah dan memiliki organ pernapasan tambahan sehingga dapat mengambil oksigen dari luar air. Ketika dibiakkan di daerah dataran rendah dengan ketinggian sekitar 50-600 meter di atas permukaan laut, ikan gurame akan mengalami pertumbuhan yang optimal. Ikan gurame juga akan mencapai tingkat pertumbuhan terbaiknya jika dipelihara di daerah dengan ketinggian antara 50 hingga 400 meter di atas permukaan laut, dan suhu air berkisar antara 24 hingga 28°C (Pratama dan Mukti, 2018).

2.1.2 Kebiasaan Makan Ikan Gurami

Setiap ikan mempunyai kebiasaan makan yang berbeda ini disebabkan oleh karakteristik tubuh dan habitat hidupnya. Ikan gurami mengalami perubahan pola makan selama siklus hidupnya. Pada fase pertama kehidupannya, ikan gurame adalah ikan karnivora pemakan hewan-hewan renik. Ketika memasuki fase remaja, kebiasaan makannya berubah menjadi omnivora, yang berarti mereka memakan detritus dan dedaunan. Saat mencapai fase dewasa, ikan gurame menjadi ikan herbivora yang memakan dedaunan hijau. Perubahan pola makan ini berdampak pada pertumbuhan ikan gurame yang menjadi lebih lambat (Syahrizal *et al.*, 2015).

Pada fase awal pemeliharaan, ikan gurame termasuk dalam kategori ikan pemakan detritus, yang juga merupakan karnivora. Detritus ini mengandung banyak jasad renik dan mikroorganisme. Jasad renik dan mikroorganisme yang dikonsumsi oleh ikan akan membentuk koloni di dalam saluran pencernaan, yang disebut sebagai mikroflora. Mikroflora adalah mikroorganisme yang secara alami berdiam di saluran pencernaan makhluk hidup. Mikroflora memiliki peran penting dalam membantu proses pencernaan, sintesis vitamin, dan pengeluaran enzim (Aslamyah, 2011).

2.2 Bakteri *Aeromonas hydrophila*

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Bakteri *A. hydrophila*

Aeromonas hydrophila memiliki morfologi berbentuk batang dan termasuk dalam kelompok bakteri Gram negatif (Gambar 2) (Muslikha *et al.*, 2016).

Klasifikasi bakteri *Aeromonas hydrophila* menurut Hayes (2000) adalah sebagai berikut.

Domain : Bacteria
 Kerajaan : Proteobacteria
 Filum : Gammaproteobacteria
 Kelas : Aeromonadales
 Marga : *Aeromonas*
 Jenis : *Aeromonas hydrophila*



Gambar 2. Bakteri *Aeromonas hydrophila* (Samsundari, 2006)

Bako *et al.*, (2019) menyatakan bahwa *A. hydrophila* dapat tumbuh dengan mudah di perairan yang memiliki tingkat kandungan bahan organik yang tinggi, dan bakteri ini memiliki sifat patogen oportunistik. *A. hydrophila* sering ditemukan di lingkungan air tawar, ikan, dan telur ikan, dan dapat menyebabkan tingkat kematian yang tinggi serta dapat menular kepada manusia (Alkhunni *et al.*, 2017). Zoonosis yang dapat ditularkan oleh *A. hydrophila* bisa terjadi melalui kontak langsung dengan lendir dan jaringan dari ikan yang terinfeksi bakteri ini, atau melalui kontak dengan air yang telah terkontaminasi oleh *A. hydrophila*. Bakteri ini dapat menyebar dengan cepat terutama dalam budidaya ikan yang memiliki tingkat kepadatan ikan yang tinggi.

Tanda-tanda klinis dari infeksi oleh bakteri ini dapat bervariasi, namun umumnya seperti sirip ekor berwarna putih dan geripis,

timbul bintik merah yang dimulai dari sirip ekor menyebar ke seluruh badan, warna tubuh pucat, sisik lepas timbul borok, dan ikan terlihat kurus (Khumaidi dan Hidayat, 2018).

2.2.2 Pertumbuhan dan Perkembangbiakan Bakteri *A. hydrophila*

Pertumbuhan bakteri memerlukan ketersediaan nutrisi dan kondisi fisik yang mendukung. Bakteri *A. hydrophila* tumbuh dengan cepat pada media buatan pada suhu ruangan. Dapat tumbuh pada suhu yang berkisar antara 4-30°C, dengan rentang pH antara 5,5 hingga 9. Pada suhu 10°C, pertumbuhannya sangat lambat, sementara pertumbuhannya berhenti sekitar suhu 35°C (Sinubu *et al.*, 2022).

Bakteri ini berkembang biak secara aseksual dengan cara memanjangkan sel dan kemudian terjadi pembelahan satu sel menjadi dua sel dalam waktu sekitar 10 menit (Volk dan Wheeler, 1993).

2.2.3 Patogenitas Bakteri *A. hydrophila*

Patogenisitas bakteri terhadap inang berbeda-beda, dipengaruhi oleh faktor pertahanan inang dalam melawan patogen, maupun faktor patogenesitas bakteri yang berkaitan dengan kemampuan memproduksi toksin, enzim, plasmid, dan mengatasi ketahanan inang, serta kecepatan berkembang biak. *Aeromonas hydrophila* yang telah diidentifikasi sebagai patogen, diduga memproduksi faktor-faktor eksotoksin dan endotoksin, yang sangat berpengaruh pada patogenitas bakteri ini. Infeksi oleh bakteri *Aeromonas* umumnya bersifat sekunder, yang berarti bakteri ini akan memasuki tubuh ikan setelah terjadi kerusakan jaringan yang bisa disebabkan oleh cedera fisik atau akibat serangan virus atau

mikroorganisme lainnya (Triyaningsih *et al.*, 2014). Bakteri *A. hydrophila* memiliki kecenderungan untuk meningkat patogenesisnya ketika terjadi penurunan kualitas air dan menurunnya kondisi kesehatan ikan yang disebabkan adanya stress (Saputra dan Indaryanto, 2018).

Selain menyerang ikan gurami (*Osphronemus gouramy*), bakteri *Aeromonas* juga dapat menyerang ikan air tawar lain seperti lele dumbo (*Clarias sp.*), ikan mas (*Cyprinus carpio*), dan udang galah (*Macrobrachium rosenbergi*). Infeksi bakteri ini dapat menyebabkan wabah penyakit dengan tingkat kematian yang tinggi, mencapai 80-100% dalam waktu 1-2 minggu (Grandiosa, 2010).

2.2.4 Infeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*

Infeksi dari bakteri *A. hydrophila* yang masuk kedalam darah dengan mudah mencapai organ-organ penting pada ikan seperti ginjal. Selanjutnya ginjal akan dimanfaatkan oleh bakteri sebagai tempat memperbanyak diri, serta mengambil nutrisi yang ada disekitarnya untuk proses metabolisme. *A. hydrophila* masuk melalui metabolisme proses pencernaan ikan, sehingga terjadi kerusakan pada organ hati. Hati merupakan pusat metabolisme tubuh, organ hati menghasilkan cairan empedu sebagai emulsifikator dalam proses pencernaan makanan (Safratilofa, 2017).

Aeromonas hydrophila memproduksi faktor-faktor eksotoksin dan endotoksin, saat sudah berhasil masuk ke dalam tubuh inangnya. Eksotoksin merupakan komponen protein terlarut, yang disekresikan oleh bakteri hidup pada fase pertumbuhan eksponensial. Produksi toksin ini biasanya spesifik pada beberapa

spesies bakteri tertentu baik gram positif maupun gram negatif, yang menyebabkan terjadinya penyakit terkait dengan toksin tersebut. Endotoksin adalah toksin yang merupakan bagian integral dari dinding sel bakteri gram negatif. Aktivitas biologis dari endotoksin dihubungkan dengan keberadaan lipopolisakarida (LPS). LPS merupakan komponen penyusun permukaan dari membran terluar (*outer membrane*) bakteri gram negatif (Triyaningsih *et al.*, 2014).

2.3 Daun Pepaya (*Carica papaya* L.)

2.3.1 Klasifikasi Daun Pepaya (*Carica papaya* L.)

Menurut Febjislami *et al.* (2018), tumbuhan pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan tumbuhan buah berupa herba dari family *Caricaceae*. Klasifikasi tumbuhan daun pepaya (*Carica papaya* L.) dapat dijelaskan sebagai berikut.

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Bangsa	: Cistales
Suku	: Caricaceae
Marga	: <i>Carica</i>
Jenis	: <i>Carica papaya</i> , Linn.

2.3.2 Morfologi dan Habitat Daun Pepaya (*Carica papaya* L.)

Tumbuhan pepaya (*C. papaya* L.) (Gambar 3) memiliki batang yang basah (herba), bentuk batang tegak lurus, tidak berkayu,

berongga, silindris, beruas-ruas, berwarna putih kehijauan, serta banyak mengandung air dan getah. Tumbuhan ini memiliki daun tunggal, berbentuk bulat, memiliki ujung daun yang meruncing, pangkal daun berlekuk, tepi daun berbagi menjari dengan lebar daun berkisar antara 20-75 cm. Tumbuhan ini memiliki bunga majemuk yang tumbuh dan tersusun pada batang pohon dan berwarna kuning muda atau putih kekuningan. Tumbuhan ini memiliki buah berbentuk bulat memanjang atau lonjong, ujung buah biasanya meruncing dan terletak di bagian ketiak daun (aksila) pada batang utama. Tumbuhan ini mempunyai akar berupa akar tunggang dan akar lunak yang tumbuh ke arah samping. Akar pepaya memiliki sistem perakaran yang dangkal dan tidak terlalu menghujam ke tanah (Yogiraj *et al.*, 2014).



Gambar 3. Tumbuhan Pepaya (*Carica papaya* L.)

Pepaya (*C. papaya* L.) merupakan tumbuhan yang banyak dikembangkan di daerah tropis maupun subtropis, di daerah basah maupun basah kering, serta di dataran rendah maupun di pegunungan yang ketinggiannya mencapai 1000 meter di atas permukaan laut (mdpl) (Kharisma, 2017). Tumbuhan pepaya banyak dibudidayakan di negara Indonesia, sehingga hampir di seluruh daerahnya terdapat tumbuhan pepaya (Febjislami *et al.*, 2018).

2.3.3 Manfaat dan Kegunaan Daun Pepaya (*Carica papaya* L.)

Hampir semua bagian tumbuhan pepaya (*C. Papaya* L.) dapat dimanfaatkan sebagai obat antara lain daun, batang, buah, dan akarnya. Bagian tumbuhan pepaya yang biasa dijadikan obat tradisional yaitu daunnya, karena daun pepaya memiliki kandungan enzim papain. Daun pepaya memiliki khasiat untuk mengobati berbagai penyakit. Daun pepaya mengandung beberapa senyawa kimia yang bersifat antiseptik, antiinflamasi, antifungal, dan antibakteri. Senyawa antibakteri dalam daun pepaya antara lain alkaloid, tannin, flavonoid, terpenoid, dan saponin .

Selain itu, mengonsumsi buah pepaya juga dapat membantu melancarkan pencernaan. Dalam industri makanan, buah pepaya sering digunakan sebagai bahan baku untuk membuat (pencampur) saus tomat guna meningkatkan rasa, warna, dan kandungan vitamin.

2.3.4 Bahan Aktif Daun Pepaya (*Carica papaya* L.)

Daun pepaya mengandung berbagai zat kimia, termasuk alkaloid, papaina, carpain, pseudocarpain, dlikosid karpasid, saponin, karisana, fitoklimasa, karotinoid, pektin, galaktosa, asam galakturonat, dan flavonoid. Tocophenol adalah salah satu senyawa fenol yang khas ditemukan pada tumbuhan pepaya. Senyawa fenol memiliki potensi untuk merusak membran sel bakteri dan menyebabkan lisis (pecahnya) sel bakteri. Senyawa fenol dari tumbuhan memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan hidrogen dengan protein, yang dapat merusak membran sel bakteri (Nurhasan *et al.*, 2023).

Daun pepaya muda mengandung banyak alkaloid dan menghasilkan getah berwarna putih. Getah tersebut mengandung enzim papain, yang memiliki sifat proteolitik dan dapat memecah protein. Sebaliknya, daun pepaya yang sudah tua mengandung lebih banyak senyawa fenolik (Haryani *et al.*, 2012).

Senyawa alkaloid, carpain, enzim (papain, chymopapain, cystatin), tokoferol, Asam amino, flavonoid, tanin, asam nikotinat, saponin, dan senyawa lainnya terdapat pada bagian daun papaya. Enzim papain (sekitar 10%), yang merupakan rantai polipeptida yang terdiri dari 212 asam amino dan di-stabilkan oleh tiga jembatan disulfida. Enzim khimoprotein (sekitar 45%), yang berfungsi untuk mengkatalisis reaksi hidrolisis protein dan polipeptida. Enzim lisozim (sekitar 20%), yang memiliki sifat antibakteri dan berfungsi sebagai pemecah dinding sel bakteri, mirip dengan enzim yang terdapat dalam saliva (Hidayati *et al.*, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Haryani *et al.* (2012) menunjukkan bahwa pemberian larutan pepaya dengan konsentrasi 1000 ppm melalui metode perendaman berpengaruh nyata dalam pengobatan ikan mas koki (*Carassius auratus*) yang terinfeksi bakteri *A. hydrophila*. Hasil in vitro menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam diameter zona hambat dengan berbagai konsentrasi, seperti 1%, 2%, 2.5%, dan 3%. Selanjutnya, uji in vivo pada ikan gurami yang diinfeksi *A. hydrophila* menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun pepaya dengan konsentrasi yang berbeda melalui metode perendaman selama 1 jam memberikan pengaruh yang berbeda secara signifikan, dengan konsentrasi terbaik adalah 2%.

Flavonoid merupakan kelompok senyawa fenol yang umumnya larut dalam etanol 70%. Senyawa fenol dari tumbuhan memiliki kemampuan membentuk kompleks dengan protein melalui ikatan hidrogen, sehingga dapat merusak membran sel bakteri. Flavonoid merupakan kelompok terbesar dari senyawa fenol ini dan memiliki

sifat lipofilik yang dapat merusak membran mikroba. Flavonoid juga dikenal memiliki sifat antiinflamasi, antibakteri, dan antioksidan (Haryani *et al.*, 2012).

Di dalam ekstrak daun pepaya terkandung alkaloid karpain berfungsi sebagai antibakteri. Alkaloid adalah senyawa nitrogen heterosiklik yang memiliki sifat toksik terhadap mikroba, sehingga efektif dalam membunuh bakteri dan virus. Alkaloid juga dapat berperan sebagai antiprotozoa dan antidiare, serta memiliki sifat detoksifikasi yang dapat menetralkan racun dalam tubuh. Alkaloid diketahui mampu meningkatkan daya tahan tubuh dan bekerja dengan berinteraksi dengan DNA. Mekanisme kerja alkaloid terkait dengan kemampuannya berinteraksi dengan DNA dan membawa zat tersebut melalui aliran darah ke sel-sel tubuh (Jati *et al.*, 2019).

2.4 Leukosit

Leukosit merupakan sel darah yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh. Leukosit membantu membersihkan tubuh dari benda asing, termasuk invasi patogen melalui sistem tanggap kebal dan respon lainnya. Ikan yang sakit akan menghasilkan banyak leukosit untuk memfagosit bakteri dan mensintesa antibodi. Jumlah total leukosit dalam darah merupakan indikator kesehatan ikan. Ikan dapat mengalami peningkatan jumlah sel leukosit sebagai respons terhadap stres yang disebabkan oleh perubahan lingkungan atau faktor-faktor eksternal seperti benda asing (Firman *et al.*, 2022).

Leukosit memiliki peran penting dalam sistem pertahanan tubuh ikan dan termasuk dalam kategori sistem imun yang dapat bersifat spesifik atau non-spesifik. Imunitas non-spesifik memiliki peran yang signifikan dalam memicu respon imun yang lebih spesifik (Prakoso, 2012). Leukosit berfungsi sebagai komponen pertahanan tubuh ikan yang merespons

gangguan dari luar, termasuk infeksi oleh patogen. jumlah leukosit pada ikan normal berkisar antara 20.000-150.000 sel/mm³ darah (Virgiawan *et al.*, 2020).

2.4.1 Neutrofil

Neutrofil pada ikan memiliki bentuk bulat hingga oval dengan inti yang eksentrik. Nukleus neutrofil yang matang bentuknya bervariasi, dengan butir kromatin yang padat dan pewarnaan yang cenderung lebih basofilik. Diameter neutrofil ini sekitar 10 µm atau lebih. Neutrofil adalah pertahanan yang efektif terhadap mikroba, terutama bakteri. Neutrofil berperan dalam pertahanan antibakteri melalui beberapa mekanisme yang efektif, termasuk kemampuan untuk bergerak menuju tempat infeksi dan peradangan (kemotaxis), serta kemampuan untuk memakan dan menghancurkan mikroba (fagositosis).



Gambar 4. Sel Neutrofil Ikan Gurami (Widyaningrum *et al.*, 2017)

2.4.2 Limfosit

Limfosit sering ditemukan dalam *smear* darah tepi pada ikan, dengan ukuran diameternya berkisar antara 5 hingga 8 µm. Bentuknya bulat dengan inti yang besar dan sitoplasma yang minim. Peran utama limfosit adalah sebagai agen fagosit yang memiliki kapabilitas terbatas untuk memfagosit partikel yang

berukuran mikro, serta terlibat dalam pembentukan antibodi humeral maupun seluler.

Gambar 5. Sel Limfosit Ikan Gurami
(Widyaningrum *et al.*, 2017)



2.4.3 Monosit

Monosit adalah jenis leukosit mononuklear yang memiliki ukuran besar dengan sitoplasma yang berwarna kebiruan dan terdapat vakuola-vakuola di dalamnya. Tepi sitoplasmanya kadang-kadang tidak beraturan karena keberadaan pseudopodia. Bentuk intinya mirip ginjal atau bilobus, dan ukurannya bervariasi, biasanya mencapai sekitar 50% dari volume sitoplasmanya. Kromatin inti monosit cenderung lebih bergranuler dan kurang padat dibandingkan dengan inti limfosit. Monosit berperan dalam memfagosit partikel besar atau makromolekuler seperti fungi dan protozoa, serta membuang sel-sel yang rusak dan mati dari tubuh.



Gambar 6. Sel Monosit Ikan Gurami
(Widyaningrum *et al.*, 2017)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari - Maret 2024 di Laboratorium MIPA Terpadu dan Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium sebanyak 18 unit dengan ukuran 40x30x30 cm, timbangan digital, instalasi aerasi, blender, pipet thoma leukosit, serok, spuit 1 ml, tabung darah EDTA, haemositometer, mikroskop, ember, thermometer, DO meter, pH meter, tisu bebas serat, instrumen FTIR dengan aksesori ATR, botol semprot, mikropipet (0.5-1000 μ L) dan tip steril.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan gurami sebanyak 54 ekor dengan bobot 27-37g dan ukuran 10-12 cm (panjang ikan diukur dari mulut-ekor ikan) yang diperoleh dari kolam budidaya ikan gurami di daerah Pasar Untung, larutan daun pepaya yang daunnya diperoleh di kabupaten Tulang Bawang, pakan ikan gurami, larutan turk, giemsa, methanol, sampel darah ikan gurami, aquades steril, minyak cengkeh, etanol 70%, bakteri *A. hydrophila* kepadatan 10^8 sel/ml yang diperoleh dari Laboratorium PT. Indinesia Paramartha Lab yang diidentifikasi di Laboratorium Mikrobiologi Pertanian Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari 6 perlakuan (kontrol normal, kontrol negatif, kontrol positif, dan dengan pemberian larutan daun pepaya dengan dosis 16 ml/kg, 18 ml/kg, dan 20 ml/kg) yang dilakukan dengan 3 kali ulangan. Perlakuan tersebut terdiri dari:

- KN : Kontrol normal (pemberian pakan tanpa larutan daun pepaya dan tanpa diinfeksi bakteri *A. hydrophila*)
- K(-) : Kontrol negatif (pemberian pakan tanpa larutan daun pepaya dan diinfeksi bakteri *A. hydrophila*)
- K(+) : Kontrol positif (pemberian pakan dengan antibiotik kimia dan diinfeksi bakteri *A. hydrophila*)
- P1 : Pakan mengandung larutan daun pepaya dengan dosis 16 ml/kg pakan dan diinfeksi bakteri *A. hydrophila*
- P2 : Pakan mengandung larutan daun pepaya dengan dosis 18 ml/kgpakan dan diinfeksi bakteri *A. hydrophila*
- P3 : Pakan mengandung larutan daun pepaya dengan dosis 20 ml/kg pakan dan diinfeksi bakteri *A. hydrophila*

Model Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut Harjosuwono *et al.*, (2011) adalah sebagai berikut: $Y_{ij} = \mu + y_i + \Sigma_{ij}$

Keterangan:

- Y_{ij} = Angka pengamatan ke-i dan ulangan ke-j
- μ = Nilai tengah dari seluruh perlakuan
- y_i = Pengaruh perlakuan ke-i (merupakan selisih nilai tengah perlakuan dengan nilai tengah umum).
- Σ_{ij} = Error acak penyimpangan yang timbul secara acak yang diambil oleh pengamatan ke-j dan perlakuan ke-j dan perlakuan ke-i
- i = Perlakuan ke-i A, B, C, D, E dari sejumlah K perlakuan
- j = Ulangan ke-j 1, 2, 3 dari sejumlah n perlakuan.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Wadah

Persiapan wadah pemeliharaan ikan gurami yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Akuarium sebanyak 18 unit dengan ukuran 40x30x30 cm yang akan digunakan dicuci terlebih dahulu dan dibilas hingga bersih kemudian dikeringkan.
2. Masing-masing akuarium diisi dengan air setinggi 25 cm (30 L)
3. Pemasangan aerasi, pengecekan suhu, pH, dan juga DO dilakukan untuk mengetahui kondisi kualitas air yang digunakan.

3.4.2 Larutan Daun Pepaya dan Pakan Uji

Pembuatan larutan daun pepaya yang digunakan sebagai pakan uji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Daun pepaya sebanyak 50 g dipotong menjadi potongan kecil, kemudian diblender dengan 1 L air yang telah direbus hingga halus dan disaring untuk memisahkan larutan dengan ampasnya.
2. Selanjutnya, larutan daun pepaya dimasukkan ke dalam botol air mineral yang sudah dibersihkan. Botol tersebut kemudian disimpan di tempat yang terhindar dari sinar matahari. Setelah mengalami proses penyimpanan selama 7 hari, larutan daun pepaya siap digunakan.
3. Untuk mengaplikasikan larutan daun pepaya ke dalam pakan ikan, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut: Diambil larutan daun pepaya sesuai dengan konsentrasi yang diperlukan (16 ml/kg, 18 ml/kg, 20 ml/kg), kemudian dicampurkan dengan

500 ml air aquades, lalu dihomogenkan hingga merata.

Kemudian larutan daun pepaya disemprotkan ke 1 kg pakan pellet menggunakan *sprayer* sedikit demi sedikit sampai merata, lalu dikering anginkan sekitar 10 menit agar larutan daun pepaya dapat meresap ke dalam pakan (Puspitowati *et al.*, 2022).

4. Pakan diberikan sebanyak 10% dari bobot tubuh ikan dan diberikan tiga kali sehari, yaitu pada pukul 07.30, 12.30, dan 17.30 WIB.

3.4.3 Uji FTIR Larutan Daun Pepaya (*Carica papaya* L.)

Analisis gugus fungsi senyawa kimia pada larutan daun *Carica papaya* dilakukan menggunakan instrumen *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dengan aksesori *Attenuated Total Reflectance* (ATR). Menurut Iheaturu *et al.*, (2024) prosedur FTIR dapat dilakukan sebagai berikut.

1. Persiapan Awal Sampel

Daun pepaya sebanyak 50 g dipotong menjadi potongan kecil, kemudian diblender dengan 1 L air yang telah direbus hingga halus dan disaring untuk memisahkan larutan dengan ampasnya. Homogenkan larutan daun pepaya dengan pengadukan magnetik selama 1 menit sebelum pengukuran.

2. Pembersihan dan Background

Instrumen FTIR dinyalakan dan dilakukan pemanasan/kalibrasi sesuai prosedur. Kemudian dibersihkan permukaan kristal ATR dengan aquades, lalu dilap kering dengan tisu bebas serat, setelah itu dibersihkan dengan etanol 70% dan dikeringkan. Pengukuran background (*blank*) dilakukan dengan kristal ATR bersih (tanpa sampel).

3. Pengukuran (Metode ATR langsung dari larutan)

Sebanyak 0,1 mL larutan daun pepaya diambil menggunakan mikropipet, lalu diteteskan pada bagian tengah kristal ATR sehingga area pengukuran tertutup rata. Kemudian ditutup menggunakan penutup ATR agar kontak baik antara sampel dan kristal. Untuk mengurangi interferensi air: sampel dibiarkan pada kristal selama 30-90 detik agar sebagian air menguap, tetapi jangan sampai sampel kering total. Penguapan singkat dapat memperjelas beberapa pita, namun berhati-hati agar tidak mengubah komposisi kimia sampel. Kemudian dilakukan pemindaian pada rentang $4000-400\text{ cm}^{-1}$ dengan resolusi 4 cm^{-1} dan 32 scan. Setelah itu pemindaian dijalankan dan hasil spektrum (.spc/.csv) serta gambar spektrum (.png) disimpan. Kemudian bersihkan kristal ATR segera setelah pengukuran: dilap sisa sample dengan tisu bebas serat, lalu bilas dengan aquades, lalu dilap, kemudian dibersihkan dengan etanol 70% dan dikeringkan. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali replikasi independen menggunakan larutan daun pepaya yang diambil secara terpisah untuk memastikan keterulangan hasil.

4. Pembacaan Spektrum FTIR

Spektrum FTIR yang dihasilkan dianalisis dengan mengidentifikasi pita serapan utama pada bilangan gelombang tertentu dan menghubungkannya dengan gugus fungsi yang sesuai berdasarkan literatur.

3.4.4 Penginfeksian Bakteri *Aeromonas hydrophila*

Penginfeksian dilakukan setelah ikan diaklimatisasi dengan mempersiapkan 18 unit akuarium. Ikan pada perlakuan KN, K(-), K(+), P1, P2, dan P3 dipindahkan ke akuarium penginfeksian,

kemudian diambil biakan bakteri *A. hydrophila* menggunakan spuit sebanyak 0,1 ml/ ekor, lalu dicampurkan ke dalam 30 L air pada setiap akuarium penginfeksi. Penginfeksi ini dilakukan dengan perendaman selama 24 jam (Lase *et al.*, 2022). Setelah diinfeksi, ikan dikembalikan ke akuarium dan dipelihara selama 14 hari.

3.4.5 Pengambilan Sampel Darah Ikan Gurami

Pengambilan darah ikan gurami dilakukan pada awal penelitian, pasca diinfeksi bakteri *A. hydrophila*, dan pada akhir penelitian setelah diberi pakan dengan tambahan larutan daun pepaya. Pengambilan darah dilakukan dengan cara ikan gurami dibius terlebih dahulu dengan melarutkan minyak cengkeh pada air sebanyak 0,1 ml/L, tujuannya adalah untuk mengurangi stres pada ikan. Setelah ikan dibius, pengambilan sampel darah dilakukan dengan menggunakan jarum suntik. Jarum suntik disuntikkan pada daerah insang ikan dengan sudut sekitar 45°, kemudian ditarik perlahan-lahan sehingga darah mengalir masuk ke dalam spuit. Selanjutnya, sampel darah dipindahkan ke dalam tabung darah yang sudah berisi EDTA (Bijanti *et al.*, 2005).

3.4.6 Perhitungan Leukosit

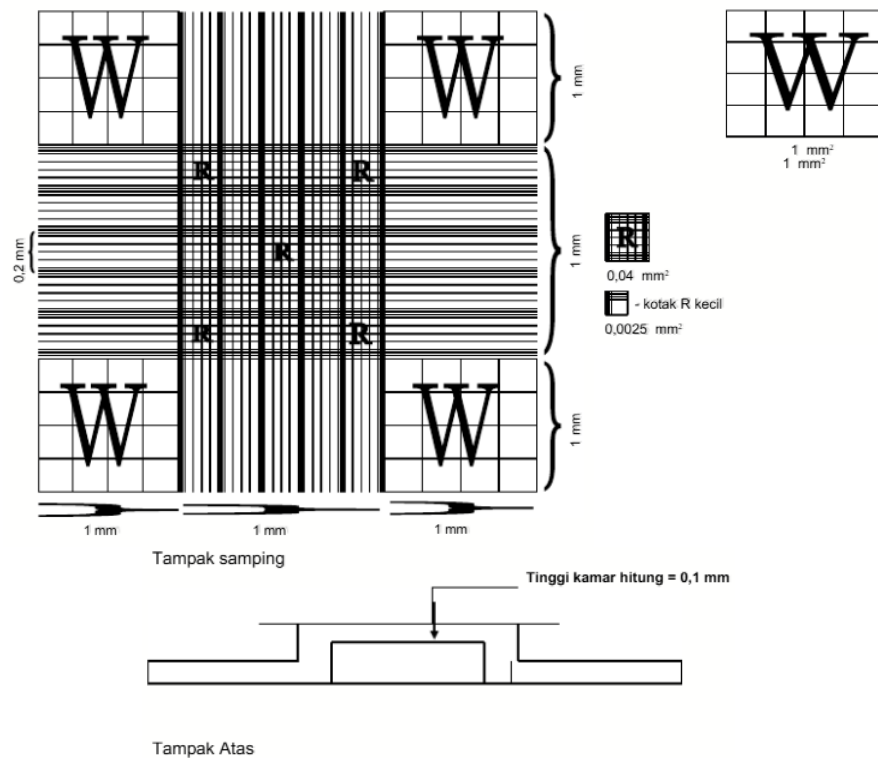
Jumlah leukosit diukur dengan cara mencampurkan sampel darah dengan antikoagulan (Na-sitrat 3,8%) dalam pipet thoma leukosit hingga mencapai 0,5, kemudian mengambil larutan turk hingga mencapai skala 11. Selanjutnya, pipet thoma leukosit digoyangkan agar darah dan larutan turk bercampur dengan baik. Dua tetesan pertama dibuang, dan tetesan berikutnya diteteskan pada Haemositometer. Haemositometer ditutup dengan kaca penutup

dan diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x40 (Iman *et al.*, 2017). Menurut Iman *et al.* (2017), jumlah total leukosit dihitung dengan menggunakan mikroskop pada 4 kotak besar haemositometer dengan rumus sebagai berikut :

$$\Sigma \text{ Leukosit} = \frac{\Sigma \text{ sel yang dihitung} \times \text{Faktor pengenceran} \times 10}{\text{Jumlah kotak besar yang dihitung}^*}$$

Keterangan:

*W= 4 Kotak besar yang dihitung



Gambar 7. Bilik Hitung Darah (Manik, 2023).

3.4.7 Diferensial Leukosit

Perhitungan jenis leukosit dengan cara mengambil darah ikan, kemudian dibuat preparat ulas darah pada *objek glass* lalu dikering anginkan, selanjutnya difiksasi dengan larutan methanol selama 5 menit, setelah itu dibilas dengan akuades lalu dikering anginkan, dan dilanjutkan dengan pewarnaan giemsa selama 20 menit, setelah itu dicuci dengan air mengalir, kemudian dikering anginkan, lalu

diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 10x40 (Kurniawan *et al.*, 2020). Jenis leukosit yang diamati adalah limfosit, monosit, dan neutrofil. Kemudian dihitung dengan rumus sebagai berikut (Kurniawan *et al.*, 2020):

$$\text{Persentase sel} = \text{Jumlah sel} \times 100\%$$

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

Parameter utama pada penelitian ini adalah pengukuran kadar leukosit pada sampel darah ikan gurami pada awal penelitian, pasca diinfeksi bakteri *A. hydrophila*, dan pada akhir penelitian setelah diberi pakan dengan tambahan larutan daun pepaya.

3.5.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang pada penelitian ini, yaitu kualitas air yang diamati dengan mengukur suhu, kadar oksigen terlarut (DO), dan pH. Pengukuran oksigen dan suhu dilakukan menggunakan DO meter yang telah dikalibrasi sebelumnya. Untuk pengukuran pH menggunakan pH meter dengan cara pH meter dimasukkan ke dalam sampel air dan dicatat nilai pHnya.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh pada saat penelitian berupa kadar leukosit yang dianalisis secara statistik menggunakan aplikasi SPSS dengan analisis keragaman (ANOVA). Apabila dari hasil analisis keragaman (ANOVA) terdapat perbedaan kadar leukosit antar perlakuan KN, K(-), K(+), P1, P2,

P3), maka data akan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian tambahan pakan nabati larutan daun pepaya (*Carica papaya* L.) berpengaruh terhadap peningkatan kadar leukosit pada ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* pada konsentrasi P3 (20 ml/kg).
2. Pemberian tambahan pakan nabati larutan daun pepaya (*Carica papaya* L.) tidak berpengaruh terhadap diferensial leukosit (limfosit, monosit, neutrofil) ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*.
3. Larutan daun pepaya (*Carica papaya* L.) terbukti mengandung gugus fungsi senyawa kimia pada hasil analisis FTIR yaitu, senyawa alkaloid, flavonoid, saponin dan tanin.

5.2 Saran

Saran untuk peneliti selanjutnya yaitu perlu dilakukan perhitungan sel B dan sel T untuk mengetahui pengaruhnya terhadap peningkatan leukosit, serta melakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi konsentrasi yang lebih luas dan durasi pemeliharaan yang lebih panjang untuk mengetahui efek jangka panjang pemberian larutan daun pepaya terhadap parameter hematologis dan sistem kekebalan ikan secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkhunni, S. BA., M. SM. Gaballah, dan N. Gultepe. 2017. Pathogenic Bacteria for Human and Fish Isolated from Fish Farm in Kastamonu, Turkey. *Journal of Aquaculture & Marine Biology* 6 (3): 00157.
- Amalia, S. 2021. Perbedaan Daya Antibakteri Bagian Tumbuhan Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri. *Jurnal Medika Hutama* 02 (04): 1168-1175.
- Amanu, S., Kurniasih, dan S. Indaryulianto. 2014. Identifikasi Penyakit Aeromonad pada Budi Daya Ikan Air Tawar di Bali. *Jurnal Veteriner* 15 (4): 474-486.
- Arifin, O. Z., Imron, N. Muslim, A. Hendri, Aseppendi, dan A. Yani. 2017. Karakteristik Fenotipe dan Genotipe Ikan Gurami, *Osphronemus goramy*, Strain Galunggung Hitam, Galunggung Putih, dan Hibridanya. *Jurnal Riset Akuakultur* 12 (2): 99-110.
- Asfar, M., A. B. Tawali, N. Abdullah, dan M. Mahendradatta. 2014. Extraction of Albumin of Snakehead Fish (*Channa striatus*) in Producing the Fish Protein concentrate (FPC). *International Journal of Scientific & Technology Research* 3 (4): 85-88.
- Aslamyeh, S. (2011). Pengaruh feed additive mikrob *Bacillus* sp. dan *Carnobacterium* sp. pada kadar glukosa darah dan laju metabolisme serta neraca energi ikan gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.) fase omnivor. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan "Bringing the Better Sciencefor the Better Fisheries and the Better Future"* Pekanbaru, Riau, 26-27 Oktober 2011. ISBN 978-979-792-286-3.
- Azhar, F., M. Junaidi, A. Muklis, dan A. R. Scabra. 2020. Penanggulangan Penyakit Mas (*Motile Aeromonas Septicemia*) Pada Ikan Nila Menggunakan Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). *Jurnal Abdi Insani Universitas Mataram* 7 (3): 320-324.
- Bai, H., L. Mu, L. Qiu, N. Chen, J. Li, Q. Zeng, X. Yin, dan J. Ye. 2022. Complement C3 Regulates Inflammatory Response and Monocyte/Macrophage Phagocytosis of *Streptococcus agalactiae* in a Teleost Fish. *International Journal of Molecular Science* 23 (24): 1-19.

- Bako, S., L. Lukistyowati, dan M. Riau waty. 2019. Sensitivitas Larutan Propolis terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 24 (2): 91-100.
- Bijanti, R., M. G. A. Yulianti, dan R. B. Utomo. 2005. *Hematologi Ikan (Teknik Pengambilan Darah dan Pemeriksaan Hematologi Ikan)*. Buku Ajar. Bagian Ilmu Kedokteran Dasar Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga Surabaya.
- Febjislami, S., Suketi, K., dan Yunianti, R. 2018. Karakterisasi Morfologi Bunga, Buah, dan Kualitas Buah Tiga Genotipe Pepaya Hibrida. *Jurnal Buletin Agrohorti* 6 (1): 112-119.
- Ferreira, I. A., D. Peixoto, A. P. Losada, M. I. Quiroga, A. D. Vale, dan B. Costas. 2023. Early Innate Immune Responses in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) Following *Tenacibaculum maritimum* Infection. *Frontiers in Immunology* 14: 1-18.
- Firman, S. W., H. K. H. Saputra, dan M. S. Hamka. 2022. Status Hematologi Ikan Nila *Oreochromis niloticus* dengan Kepadatan Berbeda pada Sistem Resirkulasi Menggunakan *Micro Bubble Generator*. *Jurnal Aquafish Saintek* 2 (2): 1-8.
- Froese, R. d. (2017). *Fish Base*. www.fishbase.org: World Wide Web electronic publication.
- Grandiosa, R. 2010. Efektivitas Penggunaan Larutan Filtrat Jintan Hitam (*Nigella sativa*) dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Aeromonas hydrophilla* Secara In Vitro dan Uji Toksisitasnya Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Handajani, H., dan S. Samsundari. 2010. *Parasit dan Penyakit Ikan*. Malang: UMM Press. 214 hlm.
- Harjosuwono, B. A. (2011). *Rancangan Percobaan Teori, Aplikasi SPSS dan Excel*. Malang: Lintas Kata Publishing.
- Haryani, A., R. Grandiosa, I. D. Buwono, dan A. Santika. 2012. Uji Efektifitas Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) untuk Pengobatan Infeksi Bakteri *A. hydrophila* pada Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3 (3): 213-220.
- Hayes, J. (2000). *Aeromonas hydrophila*. Oregon State University: Spring Term Project.
- Hidayat, R., E. Harpeni, dan Wardiyanto. 2014. Profil Hematologi Kakap Putih (*Lates calcallifter*) yang Distimulasi dengan Jintan Hitam (*Nigella sativa*)

dan Efektivitasnya terhadap Infeksi *Vibrio* dengan *Alginolyticus*. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* 3 (1): 327-334.

- Iheaturu, N. C., S. U. Ofoegbu, B. C. Aharanwa, M. N. Akanbi, D. I. Udunwa, K. O. Ayo, A. N. Eke, B. O. Ogunsemore, P. O. Ndukwu, dan C. N. Umeh. 2024. Bio-inhibitive corrosion effect of *Carica papaya* leaf extract (CPLE) on cold-rolled mild steel in 0.1 M HCl solution. *Journal of Engineering and Applied Science*, 71 (203), 1-21.
- Hidayati, T. K., Y. Susilawati, dan A. Muhtadi. 2020. Kegiatan Farmakologis dari Berbagai Bagian *Carica papaya* Linn. Ekstrak: Buah, Daun, Benih, Uap, Kulit dan Akar. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia* 2 (3): 211-226.
- Iman, K. N., M. Riau waty, dan H. Syawal. 2017. Diferensiasi Leukosit Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*) yang Diberi Pakan dengan Penambahan Kunyit (*Curcumin domestica* V.). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan* 4 (1).
- Indarwati, R., W. A. Pradini. 2017. Profil Leukosit pada Kelinci *New Zealand White* Pasca Bedah *Anterior Cruciate Ligament* (ACL). *Jurnal AgroSainTa* 1 (2): 1-4.
- Jati, N. K., A. T. Prasetya, dan S. Mursiti. 2019. Isolasi, Identifikasi, dan Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Alkaloid pada Daun Pepaya. *Jurnal MIPA* 42 (1): 1-6.
- Kharisma, Y. 2017. *Tinjauan Pemanfaatan Tanaman Pepaya Dalam Kesehatan*. Universitas Islam Bandung: Fakultas Kedokteran.
- Khumaidi, A., dan A. Hidayat. 2018. Identifikasi Penyebab Kematian Massal Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) di Sentra Budidaya Ikan Gurami, Desa Beji, Kecamatan Kedung Banteng, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Journal of Aquaculture Science* 3 (2): 145-153.
- Kristiyanto, A., F. K. Fikriah, R. Inkiriwang, dan Z. Andriansah. 2023. Monitoring dan Klasifikasi Kualitas Air Kolam Ikan Gurami Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Metode Naive Bayes. *Jurnal Komtika (Komputasi dan Informatika)* 7 (2): 155-167.
- Kurniawan, R., H. Syawal, dan I. Effendi. 2020. Pengaruh Penambahan Suplemen Herbal pada Pakan Terhadap Diferensiasi Leukosit Ikan dan Sintasan Ikan Patin (*Pangasionodon hypophthalmus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 8 (2): 150-163.
- Lase, L. H., I. Lukistyowati, dan H. Syawal. 2022. Efektivitas Pemberian Pakan Mengandung Larutan Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Fermentasi Terhadap Gambaran Eritrosit dan Pertumbuhan Ikan Jambal Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Akuakultur Sebatin* 3 (1): 64-77.

- Luturmas, A. 2014. Pemberian Antibiotik Inrofloks Terhadap Kelulusanhidup Benih Ikan Kerapu Bebek *Cromileptes altivelis* yang Terinfeksi Bakteri *Vibrio alginolitycus*. *Jurnal TRITON* 10 (2): 79-84.
- Makruf, A., N. Dahoklory, dan Y. Salosso. 2020. Pengobatan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Terinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* Menggunakan Perasan Daun Pepaya (*Carica papaya* L) dengan Pemberian Dosis yang Berbeda. *Jurnal Aquatik*, 3(1): 24-35.
- Manik, S. E. 2023. *Modul Praktikum Hematologi I*. Jakarta: Universitas Binawan.
- Mokhtar, D. M., G. Zacccone, A. Alesci, M. Kuciel, M. T. Hussein, dan R. K. A. Sayed. 2023. Main Components of Fish Immunity: An Overview of the Fish Immune System. *Fishes* 8 (2): 1-24.
- Muslikha, S. Pujiyanto, S. N. Jannah, dan H. Novita. 2016. Isolasi, Karakterisasi *Aeromonas hydrophila* dan Deteksi Gen Penyebab Penyakit *Motile Aeromonas Septicemia* (MAS) dengan 16s rRna dan Aerolysin Pada Ikan Lele (*Clarias* sp.). *Jurnal Biologi* 5 (4): 1-7.
- Nurhasan, U. M. Tang, dan H. Syawal. 2023. Efektivitas Penggunaan Larutan Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Respons Stres pada Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dalam Transportasi. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)* 11 (3): 211-217.
- Patmawati, H., E. Sumarsih, S. Wahyuningsih, M. Z. Mansyur, dan Rahmat. 2022. Budidaya Ikan Gurami (*Ospheronemus Gouramy*) dalam Kolam Bundar pada Kelompok Pemuda Sabilulungan di Sindangkasih Ciamis. *Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat* 8 (1), 59-66.
- Puspitowati, D., I. Lukistyowati, dan H. Syawal. 2022. Gambaran Leukosit Ikan Jambal Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) yang Diberi Pakan Mengandung Larutan Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Fermentasi. *Jurnal Akuakultur Sebatin* 3 (1): 79–91.
- Putri, D. I. H., dan G. Trimulyono. 2023. Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Jurnal Lentera Bio* 12 (2): 172-178.
- Prakoso, W. S. A. 2012. *Gambaran Jumlah dan Hitung Jenis Sel Leukosit Darah Ikan Mas (Cyprinus carpio Linn) yang Diterapi Ekstrak Daun Sambiloto (Andrographis aniculata) Setelah Diinfeksi Aeromonas hydrophila*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Pratama, N. A., dan A. T. Mukti. 2018. Pembesaran Larva Ikan Gurami *Osphronemus gourami* Secara Intensif di Sheva Fish Boyolali, Jawa Tengah. *Journal of Aquaculture and Fish Health* 7 (3): 102-110.

- Rakhmawati, E., M. Z. Junior, dan D. T. Soelistyowati. 2015. *Induksi Perkembangan Gonad Betina Ikan Gabus (Channa striata, Bloch 1793) dengan Penyuntikan Hormon HCG dalam Wadah Budidaya*. Bogor: Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Safratilofa. 2017. Histopatologi Hati dan Ginjal Ikan Patin (*Pangasionodon hypophthalmus*) yang Diinjeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau* 2 (2): 83-88.
- Samsundari, S. 2006. Pengujian Ekstrak Temulawak dan Kunyit Terhadap Resistensi Bakteri *Aeromonas hydrophila* yang Menyerang Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *GAMMA Jurnal Penelitian Eksakta* 11 (1): 71-83.
- Saputra, I., dan F. R. Indaryanto. 2018. Identifikasi Bakteri *Aeromonas hydrophila* pada Komoditas Ikan yang Dilalulintaskan Menuju Pulau Sumatera Melalui Pelabuhan Penyeberangan Merak – Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 8 (2): 155-162.
- Sari, D. S., A. Pangastuti, dan E. Herawati. 2013. Pencegahan Infeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Pemberian Ekstrak Etil Asetat Rimpang Temu Ireng (*Curcuma aeruginosa*). *Biofarmasi* 11 (2): 31-35.
- Sinubu, W. V., R. A. Tumbol, S. L. Undap, H. Manoppo, dan R. L. Kreckhoff. 2022. Identifikasi Bakteri Patogen *Aeromonas* sp. Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Desa Matungkas, Kecamatan Dimembe, Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Budidaya Perairan* 10 (2): 109-120.
- Siswanto, S., D. Sofarini, dan M. S. Hanifa. 2021. Kajian Fisika Kimia Perairan Danau Bangkau sebagai Dasar Pengembangan Budidaya Ikan. *Rekayasa*, 14(2): 278-286.
- Sulthoniyah, S. T. M., T. D. Sulistiyati, dan E. Suprayitno. 2013. Pengaruh Suhu Pengukusan Terhadap Kandungan Gizi dan Organoleptik Abon Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*). *THPi Student Journal* 1 (1): 33-45.
- Stratev, D., dan O. A. Odeyemi. 2017. An overview of Motile *Aeromonas Septicaemia* management. *Aquaculture International* 25: 1095-1105.
- Sumarni, N. 2011. *Potensi Ekstrak Daun Pepaya (Carica papaya L.) untuk Pencegahan Serangan Aeromonas hydrophila pada Ikan Patin (Pangasius sp.)*. [Skripsi]. Palembang: Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
- Syahrizal, Z. Rustam, dan S. Hajar. 2015. Pemeliharaan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) dalam Wadah Akuarium Diberi Pakan Cacing Sutra (*Tubifex* sp) Pada Strata Vertikal. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi* 15 (4): 164-169.

- Triyaningsih, Sarjito, dan S. B. Prayitno. 2014. Patogenitas *Aeromonas hydrophila* yang Diisolasi dari Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Berasal dari Boyolali. *Journal of Aquaculture Management and Technology* 3 (2): 11-17.
- Tungadi, R. 2019. Potensi Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) dalam Mempercepat Penyembuhan Luka. *Jambura Fish Processing Journal* 1 (1): 46-57.
- Tuntun, M. 2016. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Eschericia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan* 7 (3): 497 – 502.
- Unaenze, B. C., O. MT. B. Ochiabuto, E. C. Ejike, M. C. Obi, dan S. N. Nwankpa. 2018. Antimicrobial Activities of *Carica papaya* Leaf Against Diarrhoea Causing Agents. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science* 5 (8): 310-316.
- Virgiawan, S. Y., I. Samidjan, S. Hastuti. 2020. Pengaruh Cahaya dengan Panjang Gelombang yang Berbeda Terhadap Kualitas Warna Ikan Botia (*Chromobotia macracanthus* Bleeker) dengan Sistem Resirkulasi. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis* 4 (2): 119-128.
- Widaryati, R., dan S. Herlina. 2022. Pemberian Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L) dengan Metode Perendaman Pada Media Pemeliharaan Terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Belinda Indonesia* 2 (2): 12-18.
- Widyaningrum, H., S. B. I. Simanjuntak, P. Susanto. 2017. Diferensial Leukosit Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) dengan Perbedaan Level Suplementasi *Spirulina plateis* dalam Pakan. *Scripta Biologica* 4 (1): 37-40.
- Volk, W., dan Wheeler, M. 1993. *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Yarto, E. Danakusumah, dan Y. L. Dhewantara. 2020. Efektifitas Penggunaan Oksigen Murni dalam Pendederan Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Satya Minabahari* 05 (02): 126-132.
- Yogiraj, V., P. K. Goyal, C. S. Chauhan, A. Goyal, dan B. Vyas. 2014. *Carica papaya* Linn: An Overview. *International Journal of Herbal Medicine* 2 (5): 01-08.
- Yusuf, R., M. Riau waty, dan H. Syawal. 2021. Efek Perendaman Ikan Patin Siam (*Pangasionodon hypophthalmus*) dalam Larutan Vaksin Hydro Vac terhadap Diferensiasi Leukosit. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)* 9 (2): 134-143.